



MANUAL

PARA EL ESTABLECIMIENTO
DEL CULTIVO DE AGUACATE

EN LA ZONA CENTRO NORTE DE SINALOA

NOVIEMBRE 2021



CODESIN



DIRECTORIO IPN

Dr. Arturo Reyes Sandoval
Director General

Heberto Antonio Balmori Ramírez
Secretario de Investigación y Posgrado

Dra. Laura Arreola Mendoza
Directora de Investigación

Juan Carlos Sainz
Director del CIIDIR Sinaloa

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa por el apoyo económico otorgado para el proyecto: Establecimiento y monitoreo de un sistema de cultivo piloto de aguacate en la región centro norte del Estado de Sinaloa.

Productores cooperantes

Aide Figueroa Moreno
Jose Luis Peñuelas Acosta
Florencio Angulo Gálvez
Alfonso Amillano López
Felizardo Baez Meza
Fernando Urías Preciado
Jose Gil López Favela

CESAVESIN

Ignacio Castro Valenzuela

Fundación PRODUCE

Rodolfo Angulo Santos

AARSP

Baltazar Aguilasocho Montoya

Instituto Tecnológico Superior de Guasave

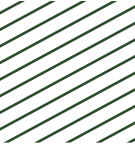
Elizabeth Salinas Rosales

Director CIIDIR Sinaloa

Juan Carlos Sainz Hernández

Coordinadores y editores

Carlos Ligne Calderón Vázquez
Eduardo Sandoval Castro
Abraham Cruz Mendivil



(autores)

Delfina Salinas Vargas
Abraham Cruz Mendívil
Ayesha Yolitzin Peraza Magallanes
Bladimir Valenzuela Leal
Carlos Ligne Calderón Vázquez
Eduardo Sandoval Castro
Juan Carlos Martínez Alvarez
Jesús Eduardo Cuadras Camacho
Jesús Lucina Romero Romero
María Lizbeth Castro López
Marco Antonio Magallanes Tapia



2021

Primera Edición

Libro electrónico

Hecho en México

Diseño y edición: Téhwa, Agencia
de comunicación y relaciones públicas



CONTENIDO

- 1.** Introducción.
- 2.** Importancia del clima de la región.
- 3.** Selección de suelos para el cultivo de aguacate.
- 4.** Variedades recomendadas para el cultivo en Sinaloa.
- 5.** Propagación de aguacate y selección de plantas de vivero.
- 6.** Establecimiento de la plantación.
- 7.** Manejo de podas.
- 8.** Riego de huertos de aguacate..
- 9.** Nutrición en huerto.
- 10.** Patógenos en el cultivo del aguacate.
- 11.** Enfermedades causadas por hongos.
- 12.** Control de malezas en el cultivo del aguacate.
- 13.** Plagas asociadas al cultivo del aguacate.
- 14.** Costos de establecimiento y mantenimiento de huertos de aguacate para Sinaloa.
- 15.** Rentabilidad proyectada para el cultivo de aguacate en Sinaloa.
- 16.** Anexos (calendario de manejo, directorio de proveedores).

1.

INTRODUCCIÓN

Carlos Ligne Calderón Vázquez
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa



El sabor, textura y propiedades alimenticias del fruto del aguacate han conquistado muchos consumidores en México y ha llegado cada vez a más mercados donde se ha adoptado su consumo cotidiano. Estados Unidos, Canadá, China, Japón y algunos países europeos, han incrementado sus importaciones de manera sostenida en la última década en 172%, lo que ha generado un incremento en las exportaciones mexicanas. De hecho, se estima que para el 2030, la demanda aumente un 60% aproximadamente, mientras que la producción nacional podría también incrementarse en esta magnitud (Planeación nacional agrícola 2017-2030; 2017). Lo anterior representa una gran oportunidad para expandir su producción.

La producción de aguacate en México en el 2020 se estimó en 2.4 millones de toneladas con un valor de producción aproximado de \$49 mil millones. En el 2017 México aportaba el 45.95% del valor de las exportaciones mundiales. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera el rendimiento promedio de aguacate en México para el 2020 fue de 10.76 ton/ha, con un valor de producción por hectárea cosechada de \$220,000, en promedio (SIAP, 2020). Esta alta productividad se centra en los estados con clima templado,



2.4

MILLONES
de toneladas
de aguacate
produjo México
en 2020

incluyendo Michoacán, Nayarit y los altos de Jalisco, donde estas condiciones climáticas favorecen el óptimo desarrollo del cultivo de aguacate, principalmente de la variedad Hass.

El árbol del aguacate es frondoso y perenne, de follaje siempre verde, ramas abundantes y con raíz superficial, de las cuales las puntas son las que principalmente toman agua y nutrientes del suelo. En condiciones silvestres puede alcanzar hasta 25 metros de altura, posee tallo leñoso que puede alcanzar hasta 1.5 m de diámetro. Tiene una floración abundante en racimos y las flores son de ambos sexos, no es frecuente que se autopolinicen debido a que tanto los órganos masculinos como femeninos no llegan a madurar al mismo tiempo. Esto favorece la fecundación cruzada. Cada árbol adulto en huertos comerciales, podría producir hasta un millón de flores, sin embargo el 0.1 % puede convertirse en fruto. Es una dicotiledónea que pertenece a la familia de las Lauráceas, género ***Persea***, especie ***americana***.

El aguacate es originario de América, con centros de origen y diversidad en el centro de México, en Centroamérica y las antillas. Aunque se tiene evidencia de que se consume desde hace unos 10 mil años, en la década de los 50 se comienza a popularizar su consumo, seleccionando variedades como la Fuerte. En los años 70 esta variedad es reemplazada por la variedad Hass, que a la fecha, es la más ampliamente conocida (Barrientos-Priego y López-López 2002).

Existe una gran diversidad de formas, sabores y texturas del aguacate, con cáscara verde o negra en la madurez. Al madurar, se puede encontrar pulpa cremosa con un rango en el contenido de aceite de 5 al 22 % muy rica en proteínas y vitaminas. El sabor está determinado principalmente por el contenido de aceite. La variedad más producida y consumida mundialmente es la Hass, con cáscara verde que se vuelve negra al madurar, la pulpa tiene una consistencia cremosa y un sabor delicado y que recuerda levemente al de la nuez. El consumo de aguacate es principalmente en fresco, utilizado

como complemento en una gran diversidad de platillos. Además, el aceite que contiene es valorado y aprovechado en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica.

En los últimos años se ha observado un incremento constante en la superficie cultivada en México, de tal forma que se reportan huertos en la mayoría de los estados del país (SIAP 2020). Para el caso de Sinaloa, la región serrana cuenta con condiciones climáticas que se asemejan a las de regiones de alta producción para aguacate Hass antes mencionadas. Se han llevado a cabo plantaciones comerciales de este cultivo en Sinaloa, sin embargo, muchas quedaron estancadas, debido principalmente a la falta de experiencia en el manejo agronómico. Por otro lado, en los valles y tierras bajas del estado, existe una gran diversidad genética de árboles de aguacate que crecen y producen frutos prácticamente sin ningún manejo. Trabajos previos han identificado alrededor de 50 variedades genéticamente distintas. Con características de crecimiento particulares, frutos contrastantes en cuanto a la forma, tamaño, contenido de nutrientes, sabor y color (Peraza Magallanes y col. 2017). Tomando en cuenta las condiciones climáticas y de suelo de la región en las que crecen, las variedades locales también tienen un enorme potencial como patrones o portainjertos para la variedad comercial Hass que se desee sembrar en la zona.

Estas condiciones podrían favorecer el desarrollo del cultivo en el centro norte de Sinaloa. Es importante mencionar que en el valle ya se cuenta con árboles de traspatio de la variedad Hass, así como de otras variedades con un buen nivel de crecimiento. Sin embargo, debido a que estos huertos han sido manejados de manera empírica y con limitado manejo agronómico, aún no se determina con certeza el potencial del establecimiento y cultivo de aguacate en Sinaloa, ni tampoco se ha establecido cuáles variedades tendrían mejor grado de adaptación al clima de la región. Otro de los factores que definen la producción de aguacate es la fertilización, pues un

EL AGUACATE

es originario de América, con centros de origen y diversidad en el centro de México, en Centroamérica y las antillas



La variedad más producida y consumida mundialmente es la Hass, con cáscara verde que se vuelve negra al madurar

manejo adecuado requiere además de conocer la fertilidad actual del suelo, asociarla con la tasa de crecimiento y metas de rendimiento.

En este sentido, un esfuerzo coordinado por CODESIN zona centro norte, en el 2019, en conjunto con el CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, CESAVESIN y productores cooperantes, permitió realizar un proyecto de investigación para establecer y monitorear huertos piloto de aguacate de al menos tres variedades comerciales con los objetivos de conocer el desempeño de las variedades Hass, Hass-Méndez y San Miguel, en seis distintos huertos ubicados en la zona centro norte de Sinaloa, durante los dos primeros años de vida de los árboles. Este proyecto permitió descubrir aquellos factores críticos para el crecimiento del cultivo, así como recoger experiencias, generar propuestas preventivas y de manejo, que permitan establecer futuros huertos productivos, con una mayor certeza. El presente documento recopila todas las experiencias adquiridas y conocimiento generado en el proyecto mencionado, que en conjunto con las experiencias de productores de distintos países, permiten aumentar las posibilidades de generar un cultivo viable y rentable en la región centro norte de Sinaloa. Cabe mencionar también que el alcance de este manual está limitado al establecimiento del cultivo y desarrollo de los dos primeros años de vida del huerto. No se tienen aún evidencias de la fase productiva de los árboles, que permitan sugerir estrategias de manejo de frutos en el árbol ni estimar aún rendimientos de producción por hectárea. A pesar de lo anterior, este manual resultará muy útil para productores con la intención



de cultivar aguacate y, con base a reportes de productividad en otros estados, en los últimos capítulos de este documento se presentan estimaciones de costos y rentabilidad del cultivo.

Referencias

Barrientos-Priego, A. F., López-López, L. (2000). Historia y genética del aguacate. *El aguacate y su manejo integrado*. Mundi-Prensa, Distrito Federal, México, 19-31.

Peraza-Magallanes, A. Y., Pereyra-Camacho, M. A., Sandoval-Castro, E., Medina-Godoy, S., Valdez-Morales, M., Clegg, M. T., Calderon-Vazquez, C. L. (2017). Exploring genetic variation, oil and a-tocopherol content in avocado (*Persea americana*) from northwestern Mexico. *Genet Resour Crop Evol* 64: 443-449. doi:10.1007/s10722-016-0478-9

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2017). Planeación nacional agrícola 2017-2030. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/planeacion-agricola-nacional-2017-2030-126813>

2.

Importancia del clima de la región

Abraham Cruz-Mendivil
Cátedras CONACYT- IPN, CIIDIR Sinaloa



Michoacán es el principal estado productor de aguacate en México con más de 900,000 hectáreas y la mayoría de dicha superficie está ubicada en una franja montañosa propia de las coníferas, donde la altitud es superior a los 1,500 msnm. En esa región predomina un ambiente climático templado, húmedo y subhúmedo con 1,200 a 1,600 mm de precipitación anual, y una temperatura media de 8 a 21 °C. Debido al creciente interés del mercado, este frutal ha mostrado un franco aumento en la superficie de siembra, expandiéndose a regiones de otros estados, donde las condiciones de clima y suelo son variables y distintas de aquellas de Michoacán (Medina-Urrutia et al., 2017), por lo que la realización de ensayos de adaptación con diferentes variedades y diferentes condiciones edafoclimáticas es de vital importancia.

El rango de temperatura adecuado para el aguacate 'Hass' va de 12–17 °C a 28–33 °C, observándose el mayor rendimiento de frutos en temperaturas de 20 a 25 °C. Temperaturas superiores a 28 °C pueden incrementar la abscisión de las flores, y temperaturas superiores a 32 °C pueden reducir el rendimiento

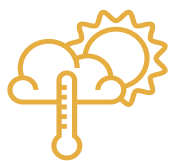
de los frutos debido a un incremento en la esterilidad del polen. Se ha observado que existe una relación inversa entre la temperatura a la cual se cultiva el aguacate y la duración del periodo de flor a fruto; por ejemplo, en zonas frías este periodo dura de 10 a 14 meses, mientras que en las zonas cálidas oscila entre 5 y 8 meses (Baíza, 2003).

De forma general se recomienda elegir la variedad de acuerdo a la zona donde se pretende establecer el cultivo, ya que es de vital importancia para el éxito de la plantación (Lavaire y Morazán, 2013). Las variedades de raza antillana son adecuadas para regiones con temperaturas diurnas de 25 a 30 °C y alturas menores a 1,000 msnm. Las variedades de raza mexicana son resistentes al frío (hasta -4 °C) y pueden crecer en alturas superiores a 2,000 msnm. Mientras que las variedades de raza Guatemalteca se desarrollan mejor en climas subtropicales con alturas de 1,000 a 2,000 msnm. Como se observa en el Cuadro 2.1, la interacción de la temperatura con la altitud es un factor determinante en el crecimiento y fructificación del aguacate (Dubrovinaa y Bautista, 2014).

Cuadro 2.1. Idoneidad del clima para el cultivo del aguacate 'Hass'.

| Temperatura (°C) | Altitud (m.s.n.m) | Categoría |
|------------------|-------------------|---------------|
| >18 | 1400-2000 | Muy adecuado |
| >22 | 800-1400 | Adecuado |
| 12-18 | 1600-2800 | Adecuado |
| >22 | <1400 | Poco adecuado |
| 12-18 | >2600 | Poco adecuado |
| 5-12 | >2600 | Inadecuado |

Fuente: Dubrovinaa y Bautista (2014).



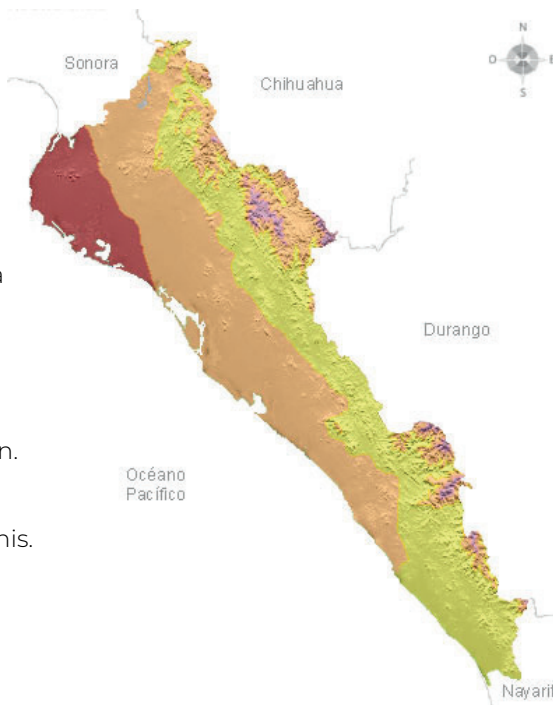
CLIMA

El rango de temperatura adecuado para el aguacate 'Hass' va de 12-17°C a 28-33°C, observándose el mayor rendimiento de frutos en temperaturas de 20 a 25°C.

Como se observa en la Figura 2.1, el 48% del estado de Sinaloa presenta clima cálido subhúmedo localizado en una franja noreste-sureste que abarca desde Choix hasta los límites con Nayarit, el 40% es clima seco y semiseco presentes en una franja que va desde El Fuerte hasta Mazatlán, el 10% es muy seco y se localiza en la zona de Los Mochis, y el 2% restante es clima templado subhúmedo localizado en las partes altas de la Sierra Madre Occidental (INEGI, 2020). La temperatura media anual del estado de Sinaloa es de 25 °C, las temperaturas mínimas promedio son de 10.5 °C en el mes de enero y las máximas promedio pueden ser mayores a 36 °C durante los meses de mayo a julio (INEGI, 2020). Las lluvias se presentan en el verano durante los meses de julio a septiembre, y la precipitación media del estado es de 790 mm anuales (INEGI, 2020). En las porciones de la Sierra Madre Occidental, hacia los límites con Chihuahua y Durango, se observan las menores temperaturas medias, las cuales están asociadas a los sitios de mayor altitud (hasta 2,510 msnm), con temperaturas que van de 14 °C a 22 °C (Flores-Campaña et al., 2012), condiciones que podrían resultar adecuadas para el cultivo de aguacate 'Hass'. De acuerdo con

Figura 2.1. Unidades climáticas del estado de Sinaloa. Fuente: INEGI (2020).

- **48% de Sinaloa** tiene clima cálido subhúmedo en la franja que abarca desde Choix hasta los límites con Nayarit.
- **40%** es clima seco y semiseco presente en la franja que va desde El Fuerte hasta Mazatlán.
- **10%** es clima muy seco. Se localiza en la zona de Los Mochis.
- **2%** de Sinaloa tiene clima templado subhúmedo en las partes altas de la Sierra Madre Occidental.



información de la estación meteorológica Campo Experimental “Miguel Leyson Pérez”, en el valle de Guasave, Sinaloa (http://red.globalmet.mx/campo_experimental/), durante 2020 se registraron temperaturas mínimas de 9.7 a 25.9 °C, y máximas de 26.7 a 37.2 °C, con una precipitación anual de 205 mm. Por lo anterior, es importante que en regiones de climas secos y cálidos como el norte de Sinaloa, se implementen algunas estrategias de manejo para proteger los árboles jóvenes de aguacate del calor excesivo durante los meses de primavera-verano, tales como incrementar la frecuencia de riegos y colocar rastrojo en la taza de los árboles (Figura 2.2), así como el uso de estructuras de malla-sombra, las cuales resultan muy efectivas pero representan un mayor costo.



Figura 2.2. Estrategias para mitigar el estrés por calor en plántulas de aguacate en el Valle de Guasave, Sinaloa. Los tallos expuestos son cubiertos con una mezcla de cal:cobre (1:1) para evitar quemaduras de sol. Las tazas de los árboles son cubiertas con rastrojo para disminuir la temperatura del suelo y conservar la humedad del riego.

La exposición completa de las ramas a la luz solar es altamente benéfica para la producción de frutos de aguacate, lo cual se puede lograr mediante una adecuada densidad de siembra, y mediante la poda de ramas verticales superiores para permitir la entrada de luz y aire al interior de los árboles. Sin embargo,

el tallo y ramas primarias son susceptibles a las quemaduras de sol, causando necrosamiento del tejido y aumentando su susceptibilidad a la infección por bacterias u hongos. Algunas estrategias para reducir las quemaduras de sol son la aplicación de una mezcla de cal:cobre (1:1) en los tallos expuestos (Figura 2.2), así como la aplicación de bloqueador solar en las hojas y en los frutos. Además de reducir el estrés por calor y las quemaduras de sol, algunos bloqueadores solares contienen micronutrientes que favorecen el cuajado y desarrollo de los frutos, mientras que otros reducen la actividad de algunos insectos plaga, actuando como repelentes y barreras físicas.



Referencias

Baíza, V. (2003). Guía técnica del cultivo del aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa MAG-Frutales. La Libertad, El Salvador.

Dubrovina, I. A., Bautista, F. (2014). Analysis of the suitability of various soil groups and types of climate for avocado growing in the state of Michoacán, Mexico. *Eurasian Soil Science*, 47(5), 491-503.

Flores-Campaña, L. M., Arzola-González, J. F., Ramírez-Soto, M., Osorio-Pérez, A. (2012). Repercusiones del cambio climático global en el estado de Sinaloa, México. *Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía*, 21(1), 115- 129.

INEGI (2020). Clima del estado de Sinaloa. Disponible en: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/territorio/clima.aspx>

Lavaire, E., Morazán, F. (2013). Manual Técnico del Cultivo de Aguacate en Honduras. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), 17-20.

Medina-Urrutia, V. M., E. Baltazar-Lorenzo, E., Virgen-Calleros, G., Pimienta-Barrios, E. (2017). Factores bióticos y abióticos que afectan la adaptación y crecimiento en plantaciones jóvenes de aguacate en Sayula, Jalisco, México. *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*. Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

3.

Selección de suelos para el cultivo de aguacate

Bladimir Valenzuela Leal
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa



Escoger el sitio adecuado para el establecimiento de la plantación de aguacate es de suma importancia y se debe hacer minuciosamente para reducir la probabilidad de futuros problemas que hagan inviable el cultivo económicamente. El aguacate puede establecerse en una gran diversidad de suelos, pero siempre considerando parámetros como baja salinidad, pH apropiado, bajo contenido de carbonatos, buen drenaje, y preferentemente una tierra sin historial de enfermedades transmitidas por suelo (Schaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013; Barikou, Kourgialas, Mathioudakis, Tzatzani, & Psarras, 2018).

Características físicas del suelo

El primer paso para evaluar los suelos para la producción de aguacate es la determinación de las propiedades químicas y físicas. Un suelo ideal debe tener una estructura física que promueva el crecimiento de raíces y que pueda proveer los niveles de agua y oxígeno suficientes a los árboles. Las propiedades químicas y físicas en su mayoría son predeterminadas por la textura del suelo, que se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla (las clases de partículas por tamaño).

El suelo óptimo para las raíces debe tener alrededor de un 50% de espacio poroso, esencial para la difusión de gases en



5.5-7.5

Rango de pH óptimo para la plantación de aguacate.

el suelo, para la infiltración y para proveer el espacio para el crecimiento de raíces. En este sentido suelos francos y ricos en materia orgánica representan la mejor opción para el crecimiento de aguacates, los suelos arcillosos no se recomiendan por su deficiente drenaje, y los arenosos requieren programas de riego más intensivos además que afecta negativamente la penetración de raíces (Coria, 2008). Si se decide producir en suelos con textura arcillosa es necesario trabajar con yeso agrícola y lavados que desplacen el sodio en el suelo, el calcio divalente del yeso agrícola provoca que las partículas de arcilla floculen en grumos, forma agregados y promueve el drenaje.

Características químicas del suelo

El cultivo de aguacate es altamente sensible a la salinidad, se debe procurar tener un suelo con una conductividad eléctrica lo más baja posible. Considerar la calidad de agua de riego es crítico, diversos estudios han demostrado que con una conductividad eléctrica por encima 1.5 dS/m en el riego se aprecian reducciones en los rendimientos de aguacate (Castro, Iturrieta, & Fassio, 2009; Celis, y otros, 2018). Altos niveles de sales afectan el crecimiento de los árboles y provocan diferentes tipos de estrés, la solución del suelo puede llegar a niveles que previenen la entrada osmótica de agua a las células radicales incluso en suelos saturados, por otro lado, el exceso de cloros o sodios pueden acumularse en tejidos de la planta provocando fitotoxicidad, y por último el exceso de sales puede provocar desbalances nutricionales al bloquear la toma de minerales por parte de la planta.

Se aconseja evitar plantar aguacates en suelos con un contenido de calcio que exceda el 20% o cuando está por encima del 10% en combinación con pH altamente alcalinos (Du Plessis & Koen, 1987). Esta característica química es de importante consideración para la región ya que los suelos del estado generalmente presentan elevados niveles de calcio y suelos con pH ligeramente altos (INEGI, 2014). El pH óptimo para la plantación de aguacate ronda los 5.5-7.5.

En cuanto a los contenidos minerales del suelo es importante considerar suelos en una proporción adecuada de macronutrientes y micronutrientes, y con base en el análisis de suelo realizar las correcciones con fertilizantes. En Sinaloa los suelos generalmente tienen un contenido de nutrientes aceptable sin embargo se cuenta con niveles de materia orgánica muy pobres (debido al extensivo uso de maquinaria y labores de preparación de suelo frecuentes), además de la fertilización química se debe hacer uso de enmiendas para aumentar los niveles de materia orgánica a 3-5% que son los óptimos para el cultivo de aguacate.

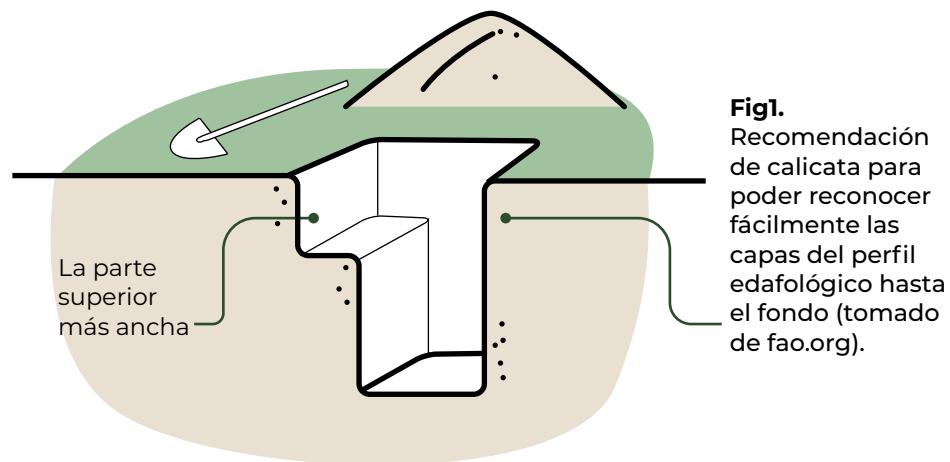
Perfil de suelo

Muchas veces el productor pasa por alto el realizar una calicata para conocer el perfil de suelo, pero es una actividad sumamente necesaria para el establecimiento de cualquier huerta. La sección mínima recomendada es de 0.80 a 1.00 metros, esto nos permitirá reconocer los horizontes más importantes. Las raíces de aguacate encargadas de tomar agua y nutrientes las encontramos en los primeros 30 cm del perfil y hasta el metro se encuentran las raíces de anclaje, la planta no necesariamente necesita de un suelo profundo para producir, para una buena producción se necesitan al menos 40 cm de suelo, pero se busca siempre suelos profundos con condiciones favorables para la retención de humedad y nutrientes (Coria, 2008).



SENSIBILIDAD

aguacate es altamente sensible a la salinidad, se debe procurar tener un suelo con una conductividad eléctrica lo más baja posible.





Referencias

Barikou, K., Kourgialas, N., Mathioudakis, M., Tzatzani, T.-T., Psarras, G. (2018). The cultivation of avocado - basic principles. DIMITRA, 22, 12-15.

Castro, M., Iturrieta, R., Fassio, C. (2009). Rootstock effect on the tolerance of avocado plants cv. Hass to NaCl stress. Chilean Journal of Agricultural Research, 69(3), 316-324.

Celis, N., Suarez, D. L., Wu, L., Li, R., Arpaia, M. L., Mauk, P. (2018). Salt Tolerance and Growth of 13 Avocado Rootstocks Related Best to Chloride Uptake. Hortscience, 53(12), 1737-1745.

Coria, A. (2008). Tecnología para la Producción de Aguacate en México. 2da. Edición. Uruapan, Michoacán: INIFAP.

Du Plessis, S., Koen, T. (1987). Comparison of different calcium sources on avocado production. South African Avocado Growers' Association Yearbook.

INEGI (2014). Carta edafológica Serie II. Aguascalientes, México.

Schaffer, B., Wolstenholme, B., Whiley, A. (2013). The Avocado Botany, Production and Uses 2nd Edition. ISBN: 9781845937010.

4.

Variedades de aguacate con potencial de cultivo en Sinaloa

Abraham Cruz-Mendivil
Cátedras CONACYT- IPN, CIIDIR Sinaloa



El aguacate es una especie conformada por tres variedades botánicas: ***P. americana var. drymifolia***, ***P. americana var. guatemalensis***, y ***P. americana var. americana***. Estas también son comúnmente conocidas como razas hortícolas: Mexicana, Guatemalteca, y Antillana, en función de sus presuntos centros de origen.

No existen barreras de esterilidad entre las tres razas de aguacate, por lo tanto, la hibridación (cruzamiento) ocurre dondequiera que crezcan árboles cercanos de diferentes razas. Por ejemplo, las variedades Fuerte y Hass son híbridos de raza mexicana y guatemalteca, presentando Fuerte características predominantes de raza mexicana, mientras que Hass presenta características predominantes de raza guatemalteca (Lahav & Lavi, 2009). En el Cuadro 4.1 se muestran algunas características fenotípicas que distinguen a las tres razas de aguacate.

La flor del aguacate es bisexual y abre dos veces por algunas horas con un cierre intermedio durante la noche. Dicho patrón de floración sirve para clasificar las variedades de aguacate en dos grupos (Cuadro 4.2). En las variedades del Grupo A, el pistilo (femenino) abre durante la mañana, y el estambre (masculino) abre durante la tarde del día siguiente. Mientras que en las variedades del Grupo B, el pistilo abre durante la tarde, y el estambre abre durante la mañana del día siguiente.

Esta característica favorece la polinización cruzada, aunque la autopolinización y la polinización entre árboles del mismo grupo de floración es bastante frecuente. Cada árbol de aguacate puede producir hasta un millón de flores por temporada, pero solo produce de 100 a 200 frutos (Lahav & Lavi, 2009).

La inclinación del productor por la variedad 'Hass', se basa en su productividad sostenida, alternancia poco marcada, cualidades para tolerar el transporte y la conservación, así como la excelente calidad de su pulpa. Además, el hábito de crecimiento del árbol, considerado compacto, permite incrementar las densidades de población y facilita las labores de cultivo (Morales-García et al., 2013).

Cuadro 4.1. Diferencias fenotípicas entre las razas de aguacate.

| Característica | Mexicana | Guatemalteca | Antillana |
|-------------------------|--|---|---|
| Clima | Templado | Subtropical | Tropical |
| Altitud (m.s.n.m.) | >2,000 | 1,000-2000 | <1,000 |
| Resistencia a salinidad | Baja | Baja | Alta |
| Resistencia al frío | Alta | Intermedia | Baja |
| Hoja | Pequeña (<10 cm), verde oscuro, olor a anís | Mediana (15-18 cm), verde oscuro, sin olor | Grande (>20 cm), verde pálido, sin olor |
| Color de brotes jóvenes | Bronceado, verde pálido | Violeta, rojizo | Verde pálido |
| Fruto | Pequeño (50-300 g), poca pulpa, semilla grande | Mediano (200-500 g), pulpa abundante, semilla pequeña | Grande (400-1500 g), pulpa abundante |
| Pedúnculo | Cilíndrico | Cónico | Cabeza de clavo |
| Cáscara | Delgada y lisa | Gruesa, leñosa y rugosa | Grosor medio, flexible y lisa |
| Contenido de aceite | Alto (27%) | Mediano (20%) | Bajo (10%) |

Adaptado de Baíza (2003).

Cuadro 4.2. Clasificación de variedades de aguacate con base en su tipo de floración

| Grupo A | Grupo B |
|------------|-------------|
| Anaheim | Bacon |
| Gwen | Edranol |
| Hass | Ettinger |
| Hazzard | Fuerte |
| Lamb Hass | Llanos Hass |
| Pinkerton | Nabal |
| Reed | Nobel |
| Rincon | Sharwil |
| Wurtz | Shepard |
| San Miguel | Zutano |
| Méndez | |

En climas semicálidos, la fenología de Méndez es distinta a la de Hass porque presenta una floración temprana atípica en el verano-otoño, cuyos frutos suelen ser cosechados en los meses de menor producción de Hass (junio-septiembre) (Ilsley-Granich et al., 2011). Herrera-González et al. (2017) reportaron que la madurez fisiológica de frutos Méndez y Hass se alcanzó 10 meses después de la floración, mostrando 22.7% y 21.1% de materia seca, respectivamente. Los frutos Méndez no presentaron diferencias en la longitud del fruto respecto a Hass, pero sí presentaron un mayor diámetro horizontal debido a su forma redondeada (Figura 4.1). Por otro lado, el comportamiento postcosecha de aguacate Méndez en términos de cambio de color de la piel, producción de etileno, velocidad de respiración, días a madurez de consumo y pérdida de peso del fruto; así como en color, olor, sabor y textura de la pulpa fue similar al de Hass cuando los frutos de ambos cultivares fueron cosechados en madurez fisiológica (Herrera-González et al., 2017).



RAZAS

No existen barreras de esterilidad entre las tres razas de aguacate, por lo tanto, la hibridación (cruzamiento) ocurre dondequiera que crezcan árboles cercanos de diferentes razas.



Figura 4.1.
Variación morfológica de
frutos de aguacate Hass (A),
Méndez (B), y San Miguel
(C). Fotos A y B: Herrera-
González et al. (2017). Foto C:
AllAvocadoMx (2021).

La variedad San Miguel es un híbrido de raza guatemalteca y antillana, con buena adaptación a clima subtropical y elevaciones bajas. Sus frutos tienen forma de pera (Figura 4.1), y su cáscara es delgada y vira de verde a morado cuando madura. Su periodo de cosecha es de octubre a enero (Teves, 2017).

Samaniego-Russo y Sánchez-Sánchez (1999) evaluaron el crecimiento y producción de 4 variedades de aguacate en el sur de Sonora, durante un periodo de 8 años, observando que las variedades con mejor rendimiento acumulado fueron Fuerte y San Miguel. La variedad Hass presentó rendimientos ascendentes pero con el menor peso promedio por fruto, y Ensenada resultó ser un genotipo poco productor para la región. Con base en estos antecedentes, las variedades Méndez y San Miguel parecen ser más adecuadas para regiones de climas cálidos como El del norte de Sinaloa, aunque también existe el registro de algunos huertos en producción con variedad Hass en los municipios de Ahome, Guasave, y Angostura.

Algunas limitaciones del aguacate para el desarrollo de nuevas variedades incluyen el tener una semilla por fruto, una alta tasa de aborto de frutos, una larga fase juvenil, y árboles de gran tamaño que requieren un área sustancial para la evaluación fiable de los nuevos híbridos. Por otro lado, algunas ventajas del aguacate para los fitomejoradores incluyen su alta diversidad genética disponible para la selección de rasgos de interés agronómico y alimentario, así como la facilidad para propagar vegetativamente las plantulas seleccionadas (Lahav y Lavi, 2009).

Recientemente, Rendón-Anaya et al. (2019) obtuvieron la secuencia completa del genoma de aguacate, lo cual permitirá la realización de estudios de asociación genómica con rasgos fenotípicos de interés, y acelerar la obtención de variedades mejoradas mediante selección asistida por marcadores. Mediante esta técnica es posible predecir el comportamiento de la progenie desde la etapa de plántula, lo cual representa ahorros significativos en tiempo y recursos en el caso de árboles frutales.

En este sentido, Espinoza-García (2020) identificó marcadores moleculares asociados con el contenido de alfa-tocoferol (vitamina E) en frutos de aguacate del noroeste de México, y dicha información podría ser utilizada para el desarrollo de nuevas variedades de aguacate de alto valor nutricional. De manera similar, estas herramientas genómicas podrían utilizarse para el desarrollo de nuevas variedades de aguacate con resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a estrés abiótico (frío, calor, sequía, salinidad), mayor vida poscosecha y calidad del fruto.



Referencias

AllAvocadoMx (2021). Aguacate variedad Hass Méndez y variedad San Miguel en Sinaloa. Recuperado de: <https://www.instagram.com/all.avocado.mx/>

Baíza, V. (2003). Guía técnica del cultivo del aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa MAG–Frutales. La Libertad, El Salvador.

Espinoza-García, D. A. (2020). Identificación de marcadores moleculares tipo SNP asociados con el contenido de aceite, α -tocoferol y β -sitosterol en aguacate (*Persea americana Mill*) regional en el noroeste de México. Tesis de Maestría, CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, 88 p.

Illsley-Granich, C., Brokaw, R., Ochoa-Ascencio, S., Bruwer, T. (2011). Hass Carmen®, a precocious flowering avocado tree. In: Proceedings VII World Avocado Congress. pp. 5-9.

Morales-García, J. L., Mendoza-López, M. R., Coria-Avalos, V. M., Aguirre-Montañez, J. L., Sánchez-Pérez, J. L., Vidales-Fernández, J. A., Tapia-Vargas, L. M., Hernández-Ruíz, G., Alcántar-Rocillo, J. J. (2013). Tecnología Produce Aguacate en Michoacán. COFUPRO. 1-32 p.

Lahav, E., Lavi, U. (2009). Avocado genetics and breeding. In: Breeding plantation tree crops: tropical species (pp. 247-285). Springer, New York, NY.

Rendón-Anaya, M., Ibarra-Laclette, E., Méndez-Bravo, A., Lan, T., Zheng, C., Carretero-Paulet, L., Herrera-Estrella, L. (2019). The avocado genome informs deep angiosperm phylogeny, highlights introgressive hybridization, and reveals pathogen-influenced gene space adaptation. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(34), 17081-17089.

Teves, G. I. (2017). Avocado, The Fertility Fruit. Molokai Native Hawaiian Beginning Farmer Quarterly. Disponible en: <https://www.hawaiicoffeeed.com/uploads/2/6/7/7/26772370/bfpquarterly317bpravocado.pdf>

5.

Propagación de aguacate y selección de plantas en vivero

Ayesha Yolitzin Peraza Magallanes
Mill Avocado SRL de CV



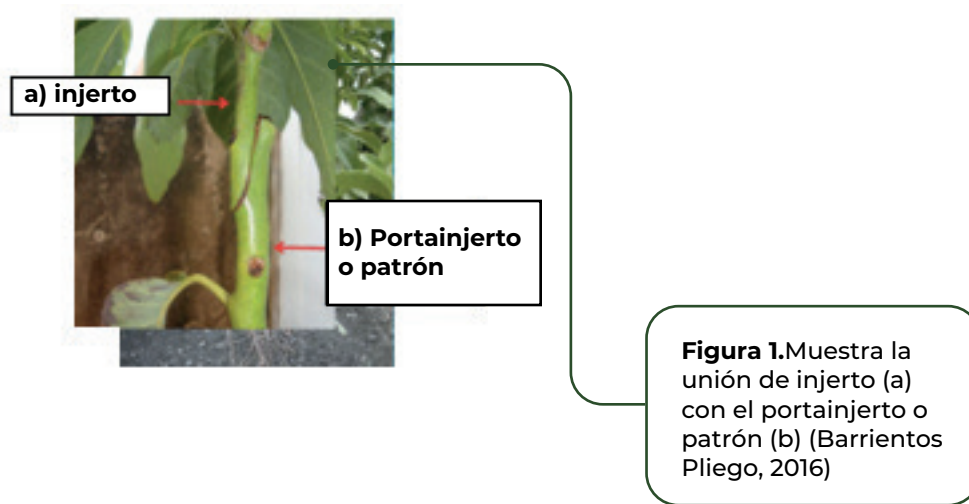
La productividad de una huerta de aguacate es el resultado de una combinación de factores, las condiciones climáticas de la región, la identidad genética de los materiales propagados, la fitosanidad de las plantas y el manejo integrado en campo, cada uno de los factores tienen igual importancia, sin embargo, es de especial atención conocer la procedencia y el proceso de producción de la planta. Es por ello que en este capítulo abordaremos el tema de la propagación y selección de plantas en vivero, ahondaremos en cada uno de los pasos de la propagación ya que es fundamental saber el proceso de producción para seleccionar el vivero que maneje los mejores estándares de calidad.

Para producir una planta de aguacate de interés comercial es necesario precisar que se requieren dos tipos de materiales vegetales, el portainjerto o patrón y el injerto, como se muestra en la figura 1. El portainjerto o patrón es el pie de la planta, que proporcionará ciertas características deseables como: soporte por medio de la raíz, resistencia a patógenos del suelo, resistencia a salinidad y lo más importante, que servirá de base para realizar el procedimiento de injertar varetas (injerto) que determinarán la variedad de la fruta que producirá el árbol (Viveros Brokaw, 2021).



PRODUCCIÓN

Para producir una planta de aguacate de interés comercial es necesario precisar que se requieren dos tipos de materiales vegetales, el portainjerto o patrón y el injerto.



Existen dos tipos de portainjertos o patrones, los portainjertos de semilla y los portainjertos clonales. En México la mayoría de los viveros producen plantas de aguacate con portainjertos de semilla, utilizan semillas criollas que han demostrado buena adaptación a la región donde se desea implementar el cultivo, los árboles de donde proviene la semilla deben ser vigorosos, no presentar alternancia reproductiva, ni enfermedades y haber sido caracterizados previamente, sin embargo esta selección no garantiza al 100% la calidad de la semilla, ya que las semillas presentan gran variabilidad genética, lo cual genera que también se comporten de manera diferente en campo, por ejemplo, pudieran presentarse diferentes tamaños en los árboles y rendimientos variables, como podemos apreciar en la figura 2, por tal motivo, se ha optado por generar árboles genéticamente iguales mediante propagación clonal (Viveros Brokaw, 2021), sin embargo, la propagación clonal es un procedimiento muy tardado, costoso y poco utilizado en México.



Figura 2.
Plantación de aguacate
clonal y plantación de
aguacate de semilla
(Brokaw España, SL.
2021)

Respecto a los portainjertos, los productores esperan que tengan una buena adaptación principalmente al suelo y que finalmente tengan una unidad productiva que les dé buen rendimiento. La elección de un portainjerto es de gran importancia ya que puede resultar en el éxito o fracaso de una plantación (Barrientos-Priego, 2017).

La distribución del género ***Persea*** en la parte central de México se manifiesta en diversas formas genotípicas y fenotípicas, cuya utilidad es conocida regionalmente para muchos tipos de aguacates, distinguidos localmente como criollos mexicanos. Estas expresiones del género ***Persea***, previamente identificados por los pobladores, reproducidos repetidamente y utilizados por sus atributos, son apreciados por su valor económico y etnobotánico, se les denomina “Variedades Criollas Regionales” (López Jiménez, 2010).

Los genotipos locales se seleccionan principalmente para el consumo de su fruto en fresco; sin embargo, hay otros usos poco estudiados como lo es el viverismo. Cuando las semillas de ciertos árboles se utilizan para este fin, deben poseer cualidades sobresalientes como son: alto porcentaje de germinación, uniformidad, sanidad y vigor; siendo estas características importantes para que las plantas que se generan a partir de ellas lleguen a campo y logren mayor adaptación a condiciones diversas. Cuando la finalidad de estos árboles es en este caso el uso de las semillas para el viverismo, les denominamos “Árboles Donadores de Semilla” (López Jiménez, 2010).

En México se han seleccionado principalmente portainjertos *Drymifolia* o Criollos Mexicanos por su gran adaptabilidad a la región aguacatera de Michoacán, sin embargo, en muchas ocasiones el productor no cuenta con la certeza del origen de los portainjertos que se utilizan en los viveros, muchos viveristas se abastecen de semilla de árboles de la población de Tingambato, que es famosa por sus árboles “criollos” de una edad considerable y que según los conocedores son los que dan los mejores portainjertos con muy buena adaptación a los alrededores de Uruapan, Michoacán (Barrientos-Priego, 2017), sin duda el éxito de este cultivo ha generado expectativa en muchos otros estados de la República Mexicana, donde existen otras regiones climáticas que demandan portainjertos con características diferentes a los seleccionados en Michoacán, principalmente portainjertos para la región norte de México para clima templado o tropical.

Gracias a la gran diversidad y distribución del aguacate en México y en el mundo, existen portainjertos que se han seleccionado por presentar características sobresalientes, tal es el caso de los portainjertos Antillanos que son los aptos para las plantas que se establezcan en las zonas de clima tropical. En palabras simples, el productor debe verificar que las plantas que se vayan a comprar, se hayan maquilado con portainjertos que fueron seleccionados por presentar adaptabilidad a la región donde quiere establecer el cultivo, es probable que las

plantas con portainjerto originario de Michoacán o de algún otro estado no desarrollen su potencial en el estado de Sinaloa por ejemplo, en cambio si son plantas con portainjerto de materiales genéticos seleccionados en la zona norte de México o en un clima afín pueden tener mayor adaptabilidad y desarrollar mejor su potencial.

Por otro lado las variedades a injertar sobre portainjertos de semilla o clonales pueden ser diversas, sin embargo la variedad Hass representa alrededor del 90% de las variedades frutales injertadas en ambos métodos de propagación (García-Cañizares, 2003). Aunque la variedad Hass es la más cultivada en México, actualmente se ha incrementado la producción de la variedad Hass Méndez o Carmen Hass, variedad que es derivada de una mutación de Hass y que fue patentada en Estados Unidos en el año 2000 y con título de derechos de obtentor en México en el 2011 (Barrientos-Priego, 2017).

Es de suma importancia poner especial interés en desarrollar trabajos de investigación con enfoque en la selección y evaluación de nuevos portainjertos y materiales vegetales para injertar, que presenten ventajas para su producción en condiciones climáticas diversas, con el objetivo de seleccionar variedades que sean altamente productivas en el norte de México. Actualmente se tiene una caracterización de diferentes genotipos establecidos en Sinaloa y parte de Sonora, que se realizó con el objetivo de evaluar la diversidad genética de la región norte de México, gracias a estos trabajos realizados en CIIDIR IPN Unidad Sinaloa, se han encontrado algunas colecciones con gran potencial, la mayoría muy similares a la raza anti-llana, con gran variabilidad genética y algunas con alto contenido de nutrientes (Peraza-Magallanes, 2017), estos trabajos pueden sentar las bases para un programa de selección para el mejoramiento genético del cultivo de aguacate en la región norte de México.

La propagación del aguacate se realiza en viveros, cuyo objetivo fundamental es la producción de plantas de calidad,



HASS

La variedad Hass Méndez o Carmen Hass deriva de una mutación de Hass y fue patentada en EU en el año 2000 y con título de derechos de obtentor en México en el 2011 (Barrientos-Priego, 2017).

el viverista tiene al responsabilidad de ofrecer plantas con la identidad genética solicitada por el cliente y con excelentes condiciones fitosanitarias, en este apartado abordaremos una breve descripción del proceso de producción en vivero.

Como se menciona anteriormente, en México la producción de planta de aguacate se basa principalmente en el uso de portainjertos originados por semilla, por lo cual es fundamental que la semilla provenga de huertas madre, con vocación exclusiva para producción de semilla para portainjerto a la cual se le debe dar un manejo estricto de plagas y enfermedades en campo, una vez que los frutos están en su madurez fisiológica, deben ser cosechados directamente desde el árbol, evitando cualquier contacto con el suelo, en este primer paso se selecciona solamente la fruta que cumple con las características de forma, tamaño y sanidad, posteriormente en el vivero se realiza la extracción de la semilla regularmente de forma manual, es indispensable realizar un segundo proceso de selección, en el cual se elimina la semilla que no cumple con los calibres, que presenta malformaciones o síntomas de alguna enfermedad; realizada la selección es necesario pasarla por un proceso de lavado y desinfección que garantice la sanidad de la semilla durante el proceso.

El siguiente paso consiste en la germinación, donde se deben utilizar sustratos inertes previamente desinfectados, comúnmente se realiza en bancales o camas de germinación, este proceso de germinación puede llevar de 1 a 2 meses durante los cuales se deben realizar aplicaciones de productos antifúngicos; una vez que emergió la plántula se hace una nueva selección, todas aquellas plantas que presenten más de 2 tallos, poco desarrollo radicular, malformaciones en la raíz o presencia de patógenos se tendrán que desechar, ya que no son aptas para continuar con el proceso, esta selección se realizará durante el proceso de trasplante, que consiste en sacar las plantas de la cama de cultivo y pasarlas a una bolsa de vivero con una mezcla de sustrato especial que previamente fue

desinfectada, una vez realizado el trasplante se debe iniciar con un programa de riego, de nutrición, de aplicación preventivas contra patógenos tanto en suelo como vía foliar. La planta tiene que pasar por un proceso de adaptación posterior al trasplante para poder ser injertada, esto lleva alrededor de 4 meses, para que la planta esté en condiciones de ser injertada. El trabajo de injertar se debe realizar por mano de obra calificada, el injertador deberá conocer y manejar a la perfección las prácticas y cuidados de sanidad necesarias, ya que es un procedimiento clave en la que se debe tener especial manejo en la desinfección de todos los materiales utilizados, en cuanto a los materiales vegetales (varetas) se debe asegurar su identidad y calidad, con la confianza que de que estos materiales se colectan en huertas madres con un manejo apropiado de plagas y enfermedades, asegurando que se seleccionaron los árboles más productivos, como donadores de vareta. Una vez injertada la planta se debe dar un seguimiento de manejo de podas y continuar con el riego, la nutrición y la prevención de plagas y enfermedades, transcurridos de 4 a 5 meses después de que se injertó el proceso de maquila ha terminado, este periodo de maquila asegura tener una planta resistente que se adaptará a la condiciones del trasplante a campo, por lo tanto el proceso de maquila de planta de aguacate puede durar de 10 a 12 meses.

Características del vivero de aguacate

El vivero debe contar con áreas especializadas para cada una de las etapas de producción de las plantas de aguacate.

- Áreas necesarias
- Recepción de fruta
- Lavado y sanitizado
- Extracción de semilla
- Germinación
- Trasplante
- Invernaderos equipados con ventilación y sistema de riego
- Almacén de herramientas
- Almacén de agroquímicos

10

O 12 MESES

es lo que dura el proceso de la maquila de una planta de aguacate.

■ **Todas las áreas necesarias para las personas que laboren en el vivero**

En el caso específico de México, no se cuenta con viveros que produzcan planta calificada (certificada), la inscripción de viveros y el seguimiento a los procesos que por ley le toca vigilar al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA), le darán en el futuro certeza a los productores de la inversión que estarán realizando a comprar planta, que contará con calidad, sanidad e identidad (Barrientos-Priego, 2017).

Para garantizar el éxito de un cultivo comercial de aguacate, la selección de la planta es crucial, una planta con buen porte podemos observarla en la figura 3, las siguientes características ayudarán a garantizar una buena selección de plantas en vivero.

Planta de aguacate con buen porte



Figura 3.
Planta de aguacate lista para trapiantarse a campo (Brokaw España SL. 2021).

- La planta de aguacate debe tener un contenedor de 8 litros a 11 litros.
- El árbol debe medir entre 1 y 1,30 m de altura (incluido contenedor).
- Injertado debe realizarse a 5 – 15 cm de la base de la planta.
- Tronco de diámetro de 1 a 2 cm ramificado desde la base.
- Amarre del injerto previamente retirado.
- Hojas, raíz, y tallo sin síntomas de enfermedad.

- Tanto el patrón como la variedad presentan exactamente las mismas características genéticas que su árbol de origen.
- Árboles de crecimiento homogéneo, mayor productividad y precocidad.
- Pasaporte fitosanitario y certificado sanitario en caso.
- Hoja de recomendaciones para el establecimiento de una plantación de aguacate (Rios-Castaño, 2003).



Referencias

Barrientos Priego, A. F. (2017). Presente y futuro de los portainjertos y variedades de aguacate en el mundo y México. Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate, Ciudad Guzmán, Jalisco, México. pp. 2-15.

BROKAW ESPAÑA SL. Importancia del patrón clonal. Viveros Brokaw. (20 de abril del 2021) <https://www.viverosbrokaw.com>.

García-Cañizares V. M., Brokaw R., Rocha L., Raya R. G. (2003). STRUCTURAL FORMATION OF AVOCADO NURSERY PLANTS. Proceedings V World Avocado Congress 2003 p 91.

López Jiménez A., Barrientos Priego A., Reyes Alemán J. C., Espíndola Barquera M. de la C., Hernández Vásquez F. L., Campos Rojas E., Ayala Arreola J., Mijares Oviedo P., Zárate Chávez J. de J. (2010). Donadores de semilla de aguacate. SAGARPA.

Peraza-Magallanes, A. Y., Pereyra-Camacho, M. A., Sandoval-Castro, E., Medina-Godoy, S., Valdez-Morales, M., Clegg, M. T., Calderon-Vazquez, C. L. (2017). Exploring genetic variation, oil and α -tocopherol content in avocado (*Persea americana*) from northwestern Mexico. Genet Resour Crop Evol 64: 443-449. doi:10.1007/s10722-016-0478-9

Pliego C., Zumaquero A., Martínez-Ferri E., López Herrera C. (2016). Guía de las principales podredumbres radiculares del aguacate en el litoral andaluz. JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Sevilla.

Rios-Castaño D. (2003). Variedades de aguacate para el trópico: caso Colombia. Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) pp. 143-147.

6.

Establecimiento de la plantación

Eduardo Sandoval Castro
Ccátedras CONACYT-IPN, CIIDIR Sinaloa



La selección del lugar donde se piensa establecer la plantación de aguacate es de suma importancia, sobre todo en el estado de Sinaloa, donde la mayor parte de los cultivos agrícolas son anuales y tanto los productores como los sistemas de riego coordinados por la Comisión Nacional del Agua están adaptados para este fin. El aguacate puede cultivarse en una gran diversidad de suelos, desde los francos hasta los arcillosos, dependiendo de la precipitación y las prácticas de cultivo que se utilicen, la característica que debe prevalecer en un huerto de aguacate es que el terreno tenga buen drenaje para evitar los problemas de pudriciones de las raíces, a las cuales este frutal es susceptible (Morales-García et al., 1998; Alfonso-Bartoli, 2008).

Medición del terreno

Es importante hacer un plano del lote para tener una idea general de la forma del mismo, sus límites, sus ángulos y posible distribución de las plantas. Al establecer la plantación, se debe considerar la forma en que quedarán distribuidos los árboles en el terreno. Hay aspectos importantes a considerar previo al establecimiento que son tan importantes como la selección del área de siembra. Aunque no se profundizará a detalle en este apartado, la instalación de un sistema de riego

eficiente y la selección de la planta de calidad, son aspectos de gran importancia a considerar para el establecimiento del cultivo de aguacate.

Preparación del terreno

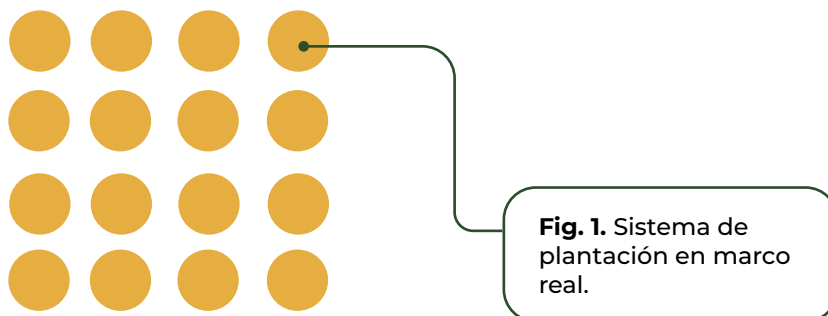
La adecuada preparación del suelo antes del establecimiento del cultivo es una práctica importante para alcanzar un buen desarrollo del mismo. Cuando se presentan subsuelos pesados o capas endurecidas, es necesario romper o subsolar estas capas, para facilitar el drenaje y la aireación del suelo. Si el terreno es plano y ha sido cultivado previamente, no es necesario de preparación, sólo se marca y se hacen los hoyos (Alfonso-Bartoli, 2008).

Sistemas de plantación

Los sistemas de plantación comúnmente empleados para el establecimiento de huertos dependen de las características topográficas, pendiente del terreno y de la densidad deseada entre plantas. Entre estos sistemas tenemos:

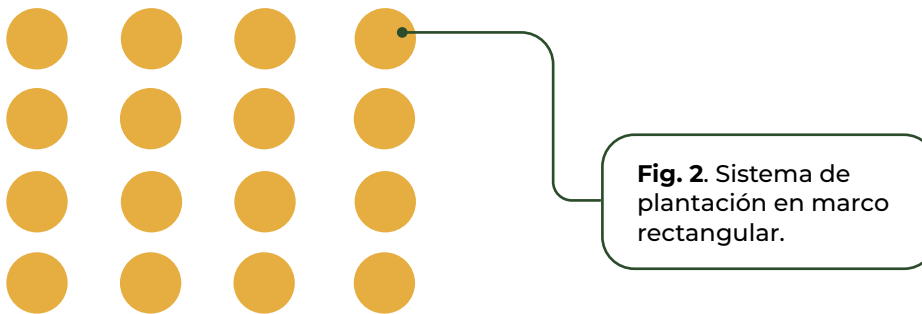
Marco real

Consiste en colocar árboles en líneas rectas y paralelas, de modo que el distanciamiento entre plantas sea el mismo (Fig. 1). Cada pie está situado en el vértice de un cuadrado. Ha sido el sistema que más se ha utilizado hasta el momento. Entre sus ventajas destaca que a través de este sistema de plantación se permite el paso de la maquinaria, (tratamientos, etc.) en dos direcciones perpendiculares, entre filas y entre plantas, facilitando las labores de mantenimiento del huerto.



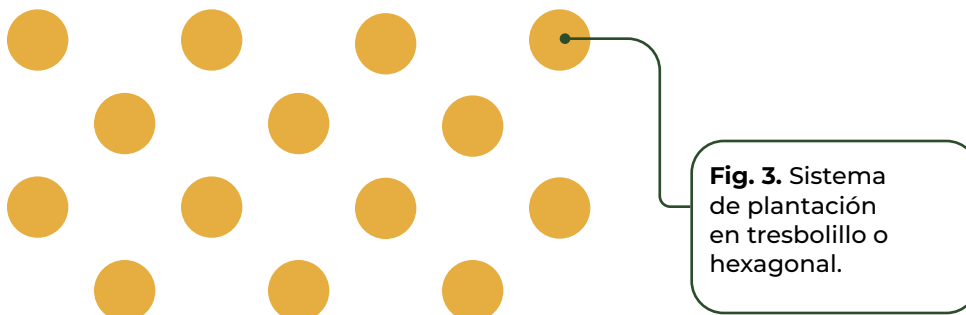
Marco rectangular

Cada pie está situado en el vértice de un rectángulo (Fig. 2). Las labores se realizan únicamente en la calle, es el sistema que se está imponiendo sobre todo cuando se cuenta con sistema de riego al pie de las líneas de plantación y por tanto son intran-sitables para la maquinaria.



Tresbolillo o hexagonal

Las plantas quedan equidistantes, formando triángulos equiláteros (Fig. 3). Una de las principales ventajas de este sistema de plantación es que se logra un 15 % más de plantas por área que en el sistema de marco real; se recomienda usarlo en terrenos con pendientes del 5 a 15%.



Curvas a nivel

Este sistema se utiliza en terrenos de topografía muy inclinada para disminuir en lo posible la erosión del suelo, facilitar las labores de manejo del huerto, implementar obras físicas de conservación de suelos. Debe de usarse en terrenos con pendientes de 15 a 45%. Con este mismo sistema pueden combinarse los otros tipos de trazo (marco real, tresbolillo, rectangular) siempre y cuando se respete el trazo de las curvas a nivel (Alfonso-Bartoli, 2008).

Distancias de siembra

Tradicionalmente la distancia entre siembra depende mucho de las características topográficas del sitio. Sin embargo, hay otros aspectos importantes a considerar a la hora de tomar la decisión sobre la distancia entre plantas. Por ejemplo, algunos productores han manifestado su interés por dejar una distancia considerable entre calles para que pueda ingresar la maquinaria.

En terrenos planos como los ubicados en los valles de Sinaloa, se pueden aplicar tanto marco real como tresbolillo con distanciamientos de entre 6x6 m y 10x10 m entre filas e hileras, para obtener densidades promedio de 100 a 250 árboles/ha (Morales-García et al., 1998).

Elaboración y desinfección de hoyos

Debe hacerse uno o dos meses previos a la siembra, con el objeto de que pueda meteorizarse (desinfectarse) la tierra extraída. Los hoyos deberán haber recibido suficiente humedad al momento de la siembra, el tamaño recomendado del hoyo es de 60x60x60 cm. Cuando no se dispone de suficiente tiempo, la desinfección del hoyo y de la tierra extraída se puede llevar a cabo con una solución de hipoclorito de cloro comercial al 20% que deberá asperjarse en las paredes y sobre la tierra extraída. Después de la desinfección se debe esperar por lo menos 10 días para llevar a cabo la plantación. Antes de

la siembra, es conveniente adicionar una capa de estiércol de cualquier fuente de 10 a 15 cm en el fondo del hoyo a fin de mejorar la tierra.

Siembra

De acuerdo a las condiciones climáticas del estado de Sinaloa, se sugiere que la plantación en campo se lleve a cabo en los meses de octubre-noviembre en la estación de otoño o bien, al finalizar el invierno en febrero-marzo, para evitar que la planta se someta a las altas temperaturas del verano durante su periodo de adaptación al suelo y campo abierto.

Durante la plantación, es necesario que las raíces de las plantas se adhieran al suelo, por este motivo se recomienda ir compactando el suelo que se va agregando en el hueco, de modo que no dejen cámaras de aire para que la planta no se hunda o dañe la raíz por procesos de oxidación (Fig. 4). Quedando de esta manera, una planta firme y bien asentada.



Fig. 4. Se llena el hoyo y se presiona el sedimento para eliminar burbujas de aire y se deja un tutor para sostener el tallo principal de la planta

Algunos productores en California, Estados Unidos, han optado por agregar yeso agrícola y una cama de materia orgánica a la tasa de la planta recién plantada (Fig. 5). El yeso ayuda en la prevención de afectaciones por bacterias y hongos, y la materia orgánica a conservar la humedad y reducir la temperatura del suelo en el área radicular (Bender, 2002).



Fig. 5.
Aplicación de
yeso agrícola
y materia
orgánica en la
plantación.

Manejo cultural

Al cabo de no más de un mes después de la siembra se pueden aplicar enraizadores y controladores biológicos en suelo, y así favorecer su establecimiento temprano, por ejemplo, ***Trichoderma sp.*** Se sugiere que la planta conserve el tutor para evitar el desgajamiento del injerto por vientos u otros factores y promover su desarrollo vertical. Posterior a la siembra, se deben retirar los chupones que estén brotando del patrón, lo cual se debe hacer con el dedo sin generar heridas grandes. Es importante que se hagan recorridos por lo menos una vez a la semana, en los cuales se identificarán aquellos árboles que muestren retraso en su desarrollo, síntomas de debilidad en las raíces, crecimiento torcido de los tallos, remoción por parte del agua en la tierra localizada en el hoyo de plantación, entre otros aspectos que los productores consideren importantes (Pizara-Cardona, 2018).



Referencias

Alfonso-Bartoli, J. A. (2008). Manual técnico del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana*). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 53 p.

Bender, G. (2002). Chapter 6: Planting the avocado tree. In: Avocado production in California, a cultural handbook for growers. 2nd edition. pp. 77-84.

Morales-García, J. L., Mendoza-López, M. R., Coria-Avalos, V. M., Aguirre-Montañez, J. L., Sánchez-Pérez, J. L., Vidales-Fernández, J. A., Tapia-Vargas, L. M., Hernández-Ruíz, G., Alcántar-Rocillo, J. J. (2013). Tecnología Produce Aguacate en Michoacán. COFUPRO. 1-32 p.

Pizara-Cardona J. E. (2018). Manejo de las buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill). Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. 106 p.

7.

Manejo de podas

Eduardo Sandoval Castro
Ccátedras CONACYT-IPN, CIIDIR Sinaloa



La poda es una práctica que regula la capacidad vegetativa y reproductiva de las plantas. Esa capacidad está definida genéticamente por la variedad y es influenciada en gran medida por el portainjerto y por las condiciones de clima, suelo y manejo del cultivo. El aguacate por ser una planta siempre verde o de follaje permanente puede desarrollarse naturalmente, sin necesidad de poda. Sin embargo, la poda es una labor necesaria para el cultivo, sobre todo aquellos que se desarrollan a densidades altas (Stassen et al., 1999).

En ausencia de poda, el árbol de aguacate se caracteriza por desarrollar una gran altura y diámetro de copa. Con fines de producción de fruto, esto no es lo más conveniente, ya que un huerto comienza a perder productividad cuando los árboles empiezan a sombreadarse con otros árboles, debido a que la tasa fotosintética se reduce (Téliz, 2000). La luz solar interceptada por las hojas es la energía para llevar a cabo la fotosíntesis y tiene un gran efecto en la producción de carbohidratos mediante la regulación de la transpiración. Si la cantidad de luz interceptada disminuye por debajo de los requerimientos óptimos debido a cualquier factor, la fotosíntesis también disminuye por lo que el sombreado producido por el crecimiento de la copa del mismo árbol o por árboles adyacentes tiene gran efecto en la tasa fotosintética (Liu et al., 2002).

Es importante mencionar que no existe una metodología única y establecida para llevar a cabo una poda exitosa ya que cada huerto, incluso cada árbol es diferente y por tanto requiere de un criterio de poda particular que está en función tanto de la estructura de su copa como de su posición en el huerto, buscando siempre hacer más eficiente la captación de energía solar y por ende de la fotosíntesis del árbol. El principio de la poda señala que “en un huerto, cada árbol y cada rama deben de contar con su propio espacio y su propia luz” (Cortez-González, 2017).

Esta práctica se ha hecho cada vez más indispensable en plantaciones comerciales de aguacate donde el crecimiento excesivo de follaje resulta tan denso que las ramas inferiores se vuelven improductivas y mueren al no captar la luz y llevar a cabo la fotosíntesis, reduciendo la producción únicamente a las ramas superiores de la copa. Gran parte del éxito en la producción de fruto está en el manejo que se le da al cultivo, tanto en la aplicación de fertilizantes y control fitosanitario, como en las labores culturales, dentro de las cuales está la poda de la copa (Menzel y Lagadec, 2014). Sin embargo, la poda debe tomarse con precaución y adoptando una forma racional para que los resultados productivos sean positivos.

La energía solar es un elemento que no debe menospreciarse, ya que en exceso puede producir quemaduras en hojas, frutos y tallos expuestos, pero, por otro lado, la falta de luz solar en árboles muy boscosos o con alta densidad resulta en baja producción debido a que la floración se da en ramas que reciben energía solar (Fig. 1). Las ramas demasiado sombreadas del aguacate son improductivas, de ahí la importancia de realizar prácticas adecuadas de poda y controlar la densidad de las plantas. La exposición completa a la luz solar es altamente benéfica para el cultivo, sin embargo, el tallo y las ramas primarias son susceptibles a las quemaduras de sol (Alfonso-Bartoli, 2008).



Fig. 1. Cultivo tradicional de aguacate a crecimiento libre, se observa la ausencia de luz en la parte baja del árbol y las ramas improductivas (Foto E. Torres-Luis).

Siempre que sea necesario, la poda debe llevarse a cabo con un objetivo definido, formación de la estructura de la copa, control sanitario al eliminar ramas enfermas, captación de energía solar hacia el interior de la copa y controlar la altura de la copa, facilitando así las operaciones de cosecha (Salvo y Martínez, 2008).

Ante la posibilidad de recuperar en poco tiempo las inversiones realizadas, existe una tendencia por establecer huertos con densidades que van desde 400 hasta más de 1000 árboles/ha. Esto está ocurriendo en los nuevos crecimientos de países tradicionalmente productores de aguacate como México, Estados Unidos y Chile; a esta tendencia se han sumado países emergentes en esta industria como Perú, Colombia, Costa Rica y otros, lo anterior ha generado la imperante necesidad de podar los árboles en las plantaciones.

Podar y conducir los árboles permite ventajas importantes con respecto a un huerto dejado a conducción libre, de las más importantes son:

- Se reduce y mantiene el porte de los árboles.
- Las ramas desnudas e improductivas se revisten.
- La cantidad de luz dentro del árbol se incrementa.
- La humedad relativa dentro del huerto disminuye
- El espacio entre árboles y ramas se mantiene.



PRINCIPIO DE LA PODA

“En un huerto, cada árbol y cada rama deben de contar con su propio espacio y su propia luz”.

(Cortez-González, 2017).

- El control de plagas y enfermedades es eficiente.
- Se incrementa y mantiene el rendimiento.

Los principios generales de las podas del aguacate son los siguientes:

- La poda es una actividad racional y debe tomarse en cuenta: la respuesta de cada variedad, el objetivo de la poda y las condiciones de clima y suelo.
- Una poda intensa estimula la formación de madera nueva, que en algunos cultivares va en detrimento de la fructificación, además la excesiva radiación provoca quemaduras en el tronco y las ramas, favoreciendo el inicio de necrosis en tallo y frutos expuestos.
- Podar antes del inicio de las lluvias, abril a mayo, eliminando ramas desgarradas durante la cosecha.
- Los cortes y troncos expuestos al sol, deben protegerse con una solución de cal y cobre para evitar daños por el sol y patógenos.
- Estos cortes deben ser limpios, inclinados o en chaflán, sin dejar tocones para evitar pudriciones.
- Las herramientas utilizadas (cola de zorro, sierra, tijera de podar, serrucho), deben desinfectarse antes de podar cada árbol con una solución al 5% de cloro (5%) o alcohol (70%).

Sistemas de podas

Poda de formación

La poda de formación tiene como finalidad que el árbol adquiera en el tiempo más corto posible la estructura de su esqueleto (tronco y ramas) para asentar la copa y ocupar el volumen productivo establecido, de acuerdo con el marco de plantación y el resto de la tecnología aplicada. Es decir, se persigue maximizar la biomasa por unidad de tiempo y por unidad de superficie (Urbina-Vallejo, 2017).

La primera poda de formación se puede realizar después de la plantación en campo, esta consiste en cortar a 2 o 3 cm del cogollo para promover el rebrote. Este corte apical se debe realizar únicamente si los árboles lo necesitan, ya que algunos poseen las bifurcaciones o futuros ejes productivos incluso desde el vivero (Aguilar-Salinas, 2006). Posteriormente se van eliminando ramas no deseadas, como las orientadas o cercanas al suelo y las que se entrecruzan en la parte central del árbol (Fig. 2).



Fig. 2. Despunte apical y eliminación de ramas bajas (Foto E. Torres-Luis).

La segunda poda de formación, se realiza alrededor de los tres años de edad, y busca evitar el desarrollo de troncos múltiples, quitando chupones y ramas que emergen pegadas o bajo el injerto, dejando de tres a cuatro ramas principales para facilitar las operaciones y el máximo aprovechamiento de la radiación solar, así como la adecuada ventilación en la parte central del árbol (Fig. 3).



Fig. 3. Selección de ramas principales, cada una en dirección a un punto cardinal y a diferente altura (Foto: A. Cruz-Mendivil).

EXCESOS

El exceso de poda en ramas bajas provoca un crecimiento vertical, desfavorable para el manejo de la plantación.

Poda de árboles adultos

Una vez iniciada la producción, no deben hacerse podas fuertes, pues ocasionan desequilibrio de nutrientes, repercutiendo en una baja y raquítica floración, lo que disminuye la producción. Se deben podar las ramas basales a un metro de altura o las más cercanas al suelo, teniendo cuidado de no eliminar ramas productivas porque se reduce la capacidad productiva en el estrato inferior donde es fácil y rentable cosechar. Solamente se deben podar ramas muy inclinadas o casi rastreras, que favorecen la proliferación de plagas y enfermedades en los frutos (Cortez-González, 2017).

El exceso de poda en ramas bajas provoca un crecimiento vertical, desfavorable para el manejo de la plantación. Esta poda se efectúa cuando es necesario realizar ajustes en la forma del árbol, por el sistema de riego a implementar o el método de control de malezas; aunque las técnicas culturales deben adaptarse al árbol y no al contrario (Alfonso-Bartoli, 2008). Asimismo, se debe eliminar el brote central apical y los terminales de las ramas laterales, para facilitar el manejo fitosanitario (Aguilar-Salinas, 2006). Una reducción de la copa lateral (hedging), se realiza cuando los marcos de siembra son cortos, brindando una mejor iluminación en las zonas bajas y facilitando el movimiento de hombres y materiales (Menzel y Lagadec, 2014). Una poda severa en ramas altas, retrasa el tiempo de producción, ya que la planta entra en una etapa juvenil de crecimiento vegetativo, por lo que si esta se realiza, deberá ser alternada, efectuándose en fechas distantes y nunca cortarlas todas a la vez (Fig. 4).



Fig. 4. Poda alternada de rejuvenecimiento (Foto E. Torres-Luis).

También se debe efectuar una poda de las ramas internas que no reciben luz solar y son improductivas. Esta poda conviene realizarla después de la cosecha (Alfonso-Bartoli, 2008). La poda en árboles adultos se puede realizar cada 1 ó 2 años, aunque en estos casos se ve afectada la producción continua del árbol, algunos autores la recomiendan cada 4 años para obtener incrementos paulatinos en el rendimiento (Aguilar-Salinas, 2006).



Referencias

Aguilar-Salinas, J. M. (2006). Desarrollo de tecnología de poda para árboles de aguacate Hass en Nayarit. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nayarit, México. 105 p.

Alfonso-Bartoli, J. A. (2008). Manual técnico del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* L). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 53 p.

Cortez-González, J. S. (2017). La poda y su importancia en el cultivo de aguacate. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Aguacate. Cd. Guzmán, Jalisco, México. pp. 330-333.

Liu, X., Mickelbart, M.V., Robinson, P.W., Hofshi, R. y Arpaia, M.L. (2002). Photosynthetic characteristics of avocado leaves. *Acta Hort.* 575:865-874.
Menzel, C. M., M.D. Le Lagadec (2014). Increasing the productivity of avocado orchards using high-density plantings: A review. *Scientia Horticulturae*, 177:21-36.

Salvo, J. E., Martínez, J. P. (2008). Manual de poda del palto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Cruz, Chile. Boletín INIA 178.

Stassen, P. J. C., Snijder, B., Bard, Z. J. (1999). Results obtained by pruning overcrowded avocado orchards. *Rev. Chapingo Serie Horticultura* 5:165-171.

Téliz, D. (2000). El aguacate y su manejo integrado. Primera edición, Coordinator editorial Daniel Téliz. Mundi-Prensa, México. 231 p.

Urbina-Vallejo V. (2017). Poda y formación de los frutales. Monografías de fruticultura No. 11. ISBN: 978-84-697-7927-9.



8.

Sistemas de riego de huertos de aguacate

M.C. Ayesha Yolitzin Peraza Magallanes
Mill Avocado SRL de CV



La modernización de la agricultura en frutales requiere de innovaciones tecnológicas para el desarrollo de los cultivos, que pueda traducirse en un incremento en los rendimientos y la rentabilidad. El riego es una parte fundamental para el desarrollo de los cultivos y es ahí donde es fundamental incorporar y mejorar tecnología en sistemas de riego para eficientizar este proceso y con ello hacerle frente a los problemas del cambio climático y la escasez de agua.

Con el objetivo de capacitar al productor Sinaloense en sistemas de riego en especies frutales, pero en particular para aguacate, este capítulo aborda el tema partiendo del requerimiento de agua, los tipos de sistemas aptos para este cultivo, ventajas y desventajas, de tal forma que esta información permitirá al productor tomar una decisión más informada a la hora de definir la forma de riego de su huerto.

Es preciso destacar la importancia que tiene el manejo del agua en el cultivo de aguacate, si se tiene en cuenta que su disponibilidad en ciertas regiones puede significar la diferencia entre la obtención de 6 toneladas por hectárea hasta 12 toneladas de fruta por hectárea, o incluso mayor. Al no suplir las necesidades de agua de un árbol, las mayores pérdidas pueden darse en la floración y desarrollo de frutos; además, el aporte hídrico garantiza buen tamaño de fruta. El aguacate Hass tiene un rendimiento potencial de más de

30 toneladas por ha, pero debido a las altas tasas de abscisión de flores y frutos el rendimiento promedio mundial se encuentra por debajo de las 10 toneladas por hectárea. Se ha reportado también que una frecuencia adecuada de riego es crucial para una adecuada fructificación (Dorado-Guerra, 2017; Tapia-Vargas 2015).

Por lo motivos antes citados, es indispensable aportar la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de los árboles de aguacate, esta cantidad dependerá de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y las características particulares de las plantas como son el tamaño, la edad, los niveles de producción y la estructura y distribución de las raíces (Cardemil-Katunarc,1999). La figura 1 compara dos árboles de edad similar, uno bajo un sistema de riego oportuno y otro que se encuentra bajo condiciones de estrés hídrico. Es importante monitorear estos síntomas, que son indicativos que no se está haciendo el manejo adecuado del agua en el huerto.



Árbol de aguacate con condiciones óptimas de riego.

Figura 1. Síntomas de estrés hídrico en árboles de aguacate en campo.



Árbol de aguacate con síntomas de estrés hídrico (falta de riego) ligero. Se puede observar el marchitamiento en las hojas, que pierden el vigor y la mayoría apuntan hacia abajo. Sino se riega oportunamente, sobre todo en días calurosos en verano, las hojas se secan y caen, exponiendo el tallo y ramas al sol, lo cual puede causar heridas que permiten la entrada de patógenos.

Fuentes y calidad de agua

La salinidad del agua es el factor más limitante para seleccionar la fuente adecuada de agua para riego. El agua proveniente de ríos, arroyos y canales de riego, es generalmente más adecuada, mientras que el agua extraída de pozos puede llegar a tener niveles no deseados de salinidad. De acuerdo con Tapia-Vargas y col., (2015), una fuente de agua con niveles de conductividad mayores 2 mS/cm, pH por encima de 7, valores de sodio mayores a 3 meq por litro y más de 100 ppm de cloruros, no debería usarse para regar huertos de aguacate, pues limitaría la absorción de nutrientes, causaría pérdida de hojas y, por lo tanto, una disminución significativa de la producción. Sin embargo, podría usarse agua de menor calidad, siempre y cuando se considere el uso patrones tolerantes a salinidad y manejo correctivo del suelo con mejoradores. Como recomendación general, de acuerdo con el desempeño en huertos de la región, se sugiere usar fuentes de agua con conductividad menor a 1.5 mS/cm.

La calidad del agua también afecta la distribución adecuada por medio sistemas de riego. El exceso de sales y partículas en suspensión pueden bloquear los aspersores o goteros. Para agua con más de 200ppm de sólidos, deben usarse filtros.

Para agua con exceso de sales, frecuentemente se hacen correctivos químicos con la adición de ácido nítrico, sulfúrico o clorhídrico. Alternativamente se pueden aplicar polímeros como el poliglicol, ácidos húmicos, etcétera, que tienen también un efecto positivo para controlar las sales (Tapia-Vargas y col., 2015).

Los métodos de riego más comúnmente utilizados para el riego de huertos frutales son los siguientes:

Riego por surcos

En el riego por surcos, el agua escurre por canales, infiltrándose en el suelo por el fondo y costado del mismo. Este método de riego es especialmente adecuado en frutales. Para diseñar un buen sistema de riego por surco se deben considerar factores como el suelo (pendiente, textura y profundidad) y sistema de distribución del agua en el predio.

Factores del suelo: La pendiente limita el largo de los surcos, por lo tanto, no es recomendable usar este sistema con pendientes mayores al 2%. En estos casos la solución, es hacer los surcos en curvas de nivel de 0,2 a 0,5% de pendiente, según la textura del suelo. Otra consideración que debe tenerse presente en el diseño de riego por surcos, es la cantidad de agua que se debe entregar. Si en terrenos de gran pendiente se aplican caudales muy grandes, las pérdidas de suelo por erosión pueden ser muy significativas (Osorio, 2012).



Figura 2. Sistema de riego por surcos.

Sistema de riego por surcos en huerto de aguacate. Se puede observar el trazo manual de los surcos que permite distribuir el agua a cada árbol. La pendiente en el suelo permite ir llevando el agua de una taza a otra.



Taza de árbol joven de aguacate que acaba de ser regado.

Riego por goteo

El riego por goteo consiste en la distribución de agua, en el huerto, mediante una red de tuberías con goteros o emisores, que entregan pequeños volúmenes de agua a baja presión. El caudal total se distribuye, entonces, en dotaciones periódicas de agua, de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo y a la capacidad de retención de humedad del suelo.

En este método de riego, el agua se aplica gota a gota sobre la superficie del suelo en el que se desarrolla el sistema radicular del cultivo. El caudal que se vierte es captado mediante las raicillas absorbentes, que lo aprovechan prácticamente en su totalidad (Osorio, 2012).



Figura 3. Sistema de riego por goteo.

Detalle de riego en árbol de 6 meses de transplante.



Árbol de aproximadamente 3 años en huerto y regado mediante dos mangueras de 16 mm y cuatro goteros autocompensados (flujo constante independientemente de la pendiente) de 8 L por hora.

Riego por microaspersión

El riego por microaspersión consiste en la aplicación del agua de riego como una lluvia de gotas a baja altura. El agua se distribuye a través de una red de tuberías y es aplicada a las plantas mediante microaspersores que van girando o rotando.



Figura 4. Sistema de riego por microaspersión.

Microaspersor instalado a aproximadamente 70 cm del tallo en un árbol de aproximadamente 4 meses llevado al huerto. La instalación debe realizarse de manera que se evite a toda costa que el tallo se moje.



Microaspersor instalado junto a un árbol de 3 años. Para esta edad, se recomienda tener al menos 2 microaspersores para cubrir una mayor superficie del suelo incluyendo la zona de raíces jóvenes del árbol, que se pueden encontrar a la altura del ancho de la copa.

La siguiente tabla presenta una comparativa respecto de los sistemas de riego más comunes para riego de aguacate (Osorio, 2012).

| Tipo de riego | Ventajas | Desventajas |
|---------------|--|---|
| Surcos | <p>Permite regar cultivos susceptibles a enfermedades que se originan en la base del tallo.</p> <p>La eficiencia de aplicación del agua al suelo es del orden del 40% a 50%.</p> <p>Se evitan pérdidas por evaporación desde la superficie del suelo y se aprovecha el agua de escurrimiento siempre y cuando se respeten las normas del diseño.</p> | <p>Se producen pérdidas importantes del suelo por erosión.</p> <p>Se acumulan sales en los camellones cuando el agua no es de buena calidad.</p> <p>Una mala distribución del agua de riego disminuye los rendimientos hacia el final del surco.</p> <p>Sistema poco eficiente en el uso de agua. Normalmente requiere un mayor volumen por hectárea debido al tamaño de los surcos y la evaporación.</p> |
| Goteo | <p>Alta eficiencia de riego (90 a 95%) y muy uniforme distribución del agua.</p> <p>Con este sistema se puede regar frecuentemente con pequeñas cantidades de agua, de manera tal que el suelo esté siempre húmedo, con buena relación entre agua y aire.</p> <p>El régimen de aplicación (intervalos entre riegos y cantidad de agua) puede</p> | <p>Su alto costo de inversión, debido a que exige abastecimiento de agua a presión y un complejo sistema de control (se detalla más adelante).</p> <p>Este sistema requiere de un especial cuidado en el filtrado del agua y mantenimiento de los goteros, pues son muy sensibles al taponamiento por materia orgánica, impurezas o sales.</p> |

| Tipo de riego | Ventajas | Desventajas |
|-----------------------|--|---|
| <p>Goteo</p> | <p>ajustarse exactamente de acuerdo a las condiciones del suelo y del cultivo.</p> <p>Es posible aprovechar el agua las veinticuatro horas del día, sin necesidad de supervisión continuada del riego.</p> <p>Se aplica el agua que sólo las raíces del cultivo son capaces de absorber, por lo tanto, se evita mojar otras áreas de terreno, lo que significa un ahorro de agua.</p> <p>Contribuye a facilitar el control de las malezas al humedecer el suelo en forma localizada. Además, el agua de riego se aplica finamente filtrada y libre de semillas de malezas</p> <p>Permite suministrar, a través del riego, fertilizantes y pesticidas solubles en agua</p> <p>Es posible ejecutar durante el riego otras labores culturales, como fumigación y cosecha.</p> <p>Se minimizan las pérdidas por conducción y evaporación, como también la formación de costra superficial.</p> <p>Al evitar encharcamientos, disminuye el desarrollo de enfermedades fungosas.</p> | |
| <p>Microaspersión</p> | <p>Es el sistema que mayor superficie de suelo cubre ayudando a la proliferación de raíces superficiales laterales, mejorando la absorción de agua y nutrientes.</p> <p>No genera encharcamientos, lo que disminuye riesgos de enfermedades por hongos en raíz.</p> <p>Se pueden aplicar caudales importantes a baja presión, lo que disminuye la inversión en el sistema.</p> <p>Se administran caudales controlados por el cabezal (unidad) de control, por lo tanto, las pérdidas por escurrimiento superficial son mínimas.</p> <p>Permite diluir fertilizantes y pesticidas y distribuirlos mediante las tuberías y aspersores.</p> <p>Se produce una disminución importante de crecimiento de malezas, debido a la aplicación localizada del agua. En consecuencia, hay un ahorro de mano de obra al disminuir las labores de limpia.</p> | <p>Las principales limitaciones del sistema son las derivadas de su costo de inversión, dado que se requiere, generalmente, de uno o dos microaspersores por planta, dependiendo de la edad.</p> <p>El riego por microaspersión podría estar aplicando agua y fertilizante sobre hojas secas que cubren el suelo, por lo tanto, gran parte del agua se llega a evaporar y por lo tanto, perder.</p> <p>La microaspersión puede llegar a mojar el tronco y como consecuencia, aumenta el riesgo de enfermedades.</p> |

Tabla 1. Comparación de ventajas y desventajas entre los sistemas de riego por surco, goteo y microaspersión (adaptado de Osorio 2012).

Todos los sistemas de riego son útiles para el cultivo de aguacate, sin embargo, el sistema de riego más recomendado para el cultivo de aguacate es el de goteo, ya que permite mantener una humedad óptima, uniforme y excelente aireación, justo lo que requiere el árbol del aguacate, además, utiliza hasta un 25% menos de agua y energía que el riego por microaspersión.

Anteriormente, se resaltó la importancia de tomar en cuenta todos los factores para definir que sistema de riego es el más apropiado para cada huerto, por lo cual se recomienda consultar a un especialista, preferentemente antes de la puesta en marcha del huerto, después de realizar análisis de suelo y agua, para que haga una consideración de las condiciones y las necesidades del productor y pueda generar una propuesta para un riego eficiente.

Brokaw España SL recomienda para los sistemas de riego por goteo en huertos de aguacate, emisores autocompensantes de 4 litros por hora y un tiempo de riego de 2.5 horas y propone un determinado número de goteros dependiendo la edad del árbol (tabla 2).

| Año | Gotero/Arbol |
|-----|--------------|
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 3 | 4 |
| 4 | 4 |
| 5 | 4 |
| 6 | 8 |
| 7 | 8 |
| 8 | 8 |
| 9 | 8 |
| 10+ | 8 ó más |

Tabla 2. Número de goteros por arbol en un sistema de riego por goteo

Brokaw España SL también ha descrito los riegos por semana de acuerdo al mes en curso (tabla 3).

| Mes | Riegos /Semana |
|------------|----------------|
| Abril | 2-4 |
| Mayo | 3-5 |
| Junio | 5 |
| Julio | 6 |
| Agosto | 7 |
| Septiembre | 7 |
| Octubre | 5-6 |
| Noviembre | 2-4 |
| Dic-Marzo | 0-3 |

En este sentido, la tabla 3 presenta las sugerencias de aplicación de agua según la edad del árbol. Cabe mencionar que son puntos de referencia y que las recomendaciones están basadas en cálculos de evotranspiración y climas templados principalmente para estados como Michoacán.

Tabla 3. Cantidad de agua y volumen de aplicación para huertos de aguacate (Adaptado de Tapia Vargas y col., 2015).

| Edad del árbol (años) | Área de absorción (m2) | L / día / árbol | Semana (L / árbol) |
|-----------------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| Menos de 1 | 0.2 | 0.9 | 6.2 |
| Entre 1 y 3 | 3 | 13.33 | 93.3 |
| De 3 a 5 | 8 | 35.54 | 248.8 |
| Entre 5 y 8 | 15 | 66.64 | 466.5 |
| Más de 8 | 20 | 88.86 | 622 |

Solo como punto de comparación, puesto que las condiciones de suelo y clima de Michoacán son muy distintas a las del norte de Sinaloa, la empresa de riego Regaber (<https://regaber.com/aguacate>) recomienda caudales de gotero de 0,6 a 2,3 l/h, según el tipo de suelo, con dos o tres laterales por fila de árboles y una separación entre goteros de 30-50 cm. Según el marco de plantación se podría plantear la instalación de hasta 4 laterales de riego. Los goteros de bajo caudal, al realizar una aplicación de agua más lenta, forman un bulbo húmedo más ancho horizontalmente, disminuyendo las pérdidas de agua por percolación profunda y manteniendo la humedad justo en la zona que el aguacate la necesita.

Tapia-Vargas y col., (2015) menciona que para los meses sin lluvias en Michoacán (enero-mayo) se requiere, como mínimo, en huertas de 6 años, al menos 30 litros por semana y en

árboles jóvenes, aplicar mínimo 50 litros por árbol cada 15-20 días. En climas mediterráneos, este volumen puede alcanzar los 50 litros por semana para árboles de 1 año y hasta 840 litros por semana para árboles de 4 años.

En el norte de Sinaloa, en huertos sembrados en suelos ligeros, con cerca de 3 años de establecimiento, se han optimizado sistemas de riego por goteo, llegando a definir volúmenes de riego de aproximadamente 30 litros por riego, realizando 3 riegos a la semana en primavera-verano y 1 o 2 riegos en otoño-invierno. Es importante señalar que en verano es imprescindible realizar riegos ligeros y frecuentes adicionales, los días en los que la temperatura y radiación hayan sido predichas como muy altas (predicciones de temperatura ambiental de 38 C o más). Es importante considerar también que para un árbol joven requiere riegos ligeros más frecuentes, porque el sistema radicular no está completamente desarrollado para absorber suficiente agua.

Aún es necesario realizar estudios para establecer los requerimientos hídricos del aguacate en las diferentes regiones de Sinaloa, con el objetivo de mejorar la implementación de los sistemas de riego, establecer tiempos y frecuencias de riego de acuerdo a las características del suelo, calidad del agua, precipitaciones, estado fenológico, etcétera, pero sobre todo, optimizar el uso del recurso hídrico para generar rendimientos y calibres óptimos. Un aproximado del agua necesaria por árbol puede ser determinado con tensiómetros (Tapia-Vargas, 2015) instalados a 30 y 60 cm de profundidad. Con lecturas de 20 y 5 centibares, respectivamente, aplicar el riego (Morales-García y col., 2013). Muy útil sobre todo para riegos por goteo o microaspersión. Puede registrar la humedad del suelo y con ello establecer criterios para el plan de riego.



Referencias

Brokaw España SL (2021). Necesidades del riego del aguacate. Recuperado de: www.viverosbrokaw.com/tecnicas-de-cultivo/necesidades-de-riego-del-aguacate/

Cardemil-Katunaric G. M. (1999). Aproximación a los requerimientos hídricos del palto (*Persea americana Mill*) cv. Hass, para la provincia de Quillota. Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Valparaíso. Disponible en el repositorio de www.avocadosource.com

Dorado-Guerra D., Grajales Guzmán L. C., Rebolledo Roa A. (2017). Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass en zonas productoras de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). ISBN: 978-958-740-232-2.

Morales-García, J. L., Mendoza-López, M. R., Coria-Avalos, V. M., Aguirre-Montañez, J. L., Sánchez-Pérez, J. L., Vidales-Fernández, J. A., Tapia-Vargas, L. M., Hernández-Ruíz, G., Alcántar-Rocillo, J. J. (2013). Tecnología Produce Aguacate en Michoacán. COFUPRO. 1-32 p.

Osorio U., Alfonso (2012) *El riego en especies frutales* [en línea]. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico del Cono Sur (PROCISUR); Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/38254>

Regaber (2021). Riegos Iberia Regaber, S.A. Grupo MAT Holding. Consultado en: <https://regaber.com/aguacate/>

Tapia-Vargas LM, Larios-Guzmán A, Anguiano-Contreras J. (2008). Uso y manejo de agua y nutrición. En: Tecnología para la producción de aguacate en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Fundación Produce de Morelos A.C. Coria-Avalos VM. (Editor).

Tapia-Vargas LM, Vidales-Fernández I, Larios-Guzmán A. Manejo del riego y fertiriego en aguacate (2015). El aguacate y su manejo integrado. Daniel Téliz y Antonio Mora (coordinadores). Primera reimpresión. Editorial Biblioteca básica de agricultura. Colegio de Posgraduados. pp 108-121.

9.

Nutrición en huertos

Carlos Ligne Calderón Vázquez
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa



Para lograr una buena nutrición, apropiada para todas las fases de crecimiento de los árboles, así como para alcanzar el potencial de rendimiento de fruto, se debe contar con análisis de suelo antes de sembrar, el cual debe realizarse cada dos años, así como con un análisis foliares anuales.

Análisis de suelos y foliar

La revisión anual del nivel de nutrientes en el aguacate es indispensable, tanto para que la planta se desarrolle óptimamente como para obtener cosechas de calidad en el futuro. Esto también permite mantener plantas sanas con mayor resistencia a plagas y enfermedades.

Las guías de fertilización encontradas en la literatura para las regiones productoras de aguacate están basadas en este tipo de análisis y para una zona determinada de cultivo, por lo que no siempre corresponden a lo encontrado en otras áreas en las que podemos encontrar distintos tipos de plantas, suelo, microorganismos, agua y clima en general.

Una guía de fertilización adecuada requiere del monitoreo constante de los nutrientes en la planta a todas edades y debe considerarse como una inversión para el huerto. El análisis foliar permite determinar el estado nutricional de las plantas para ayudar al productor a aumentar, mantener o hasta disminuir los niveles de fertilización que se están usando.

Este apartado, describe de manera general la metodología para muestreo foliar en huertos de aguacate.

Selección de muestra

Normalmente el productor preguntará cuantas plantas deberán muestrearse por cada huerto y espera recibir una instrucción única para todas las huertas. Sin embargo, el número de muestras y plantas está determinado por la homogeneidad de las características del suelo donde esté el huerto a evaluar. Se pueden encontrar diferentes tipos de textura, profundidad, fertilidad, etc. Por lo anterior, los huertos grandes y heterogéneos deben seccionarse en subparcelas.

Para el análisis de suelos, el Laboratorio de Nutrición del CII-DIR IPN Unidad Sinaloa, recomienda que, por cada punto de muestreo, se tomen 3 sub muestras: la primera de suelo de 0-30 cm, la segunda de 30-60 cm y la tercera de 60-90 cm de profundidad.

Para el análisis foliar, se recomienda muestrear para cada sub parcela, entre 10 y 20 árboles por hectárea, por variedad y por edad. Los árboles seleccionados deberán ser marcados para darle seguimiento y comparar con los siguientes muestreos y, además, cumplir con los siguientes criterios: Árboles sanos, sin plagas ni enfermedades, que no hayan estado sometidos a estrés por exceso o falta de agua o bien que hayan sido recientemente fertilizados. Se deberán seleccionar al menos 4 hojas completas (incluyendo el peciolo) por árbol y deberán ser hojas de la parte media del árbol, maduras, de ramas sin frutos y tomándose una por cada punto cardinal.

Toma de muestra

Otro aspecto importante es decidir la época de muestreo. Se recomienda el muestreo durante el invierno previo al incremento del follaje y también unas semanas después de que pasó la floración y se quiera vigilar que el árbol se encuentra en condiciones adecuadas para favorecer el crecimiento óptimo del fruto.

Una vez marcados los árboles, se procederá a cortar las 4 hojas completas por árbol con peciolo, estas se cubren con papel absorbente y se guardan en bolsas de plástico bien identificadas y etiquetadas, sin sellar, para evitar que se acumule la humedad. Se debe tratar de que estas muestras no estén demasiado tiempo almacenadas, sino que se lleven lo antes posible al laboratorio para su análisis.

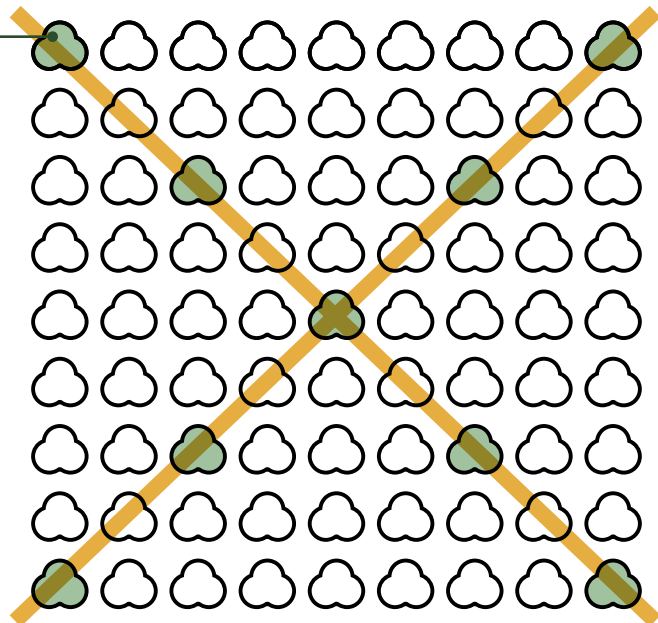
Interpretación

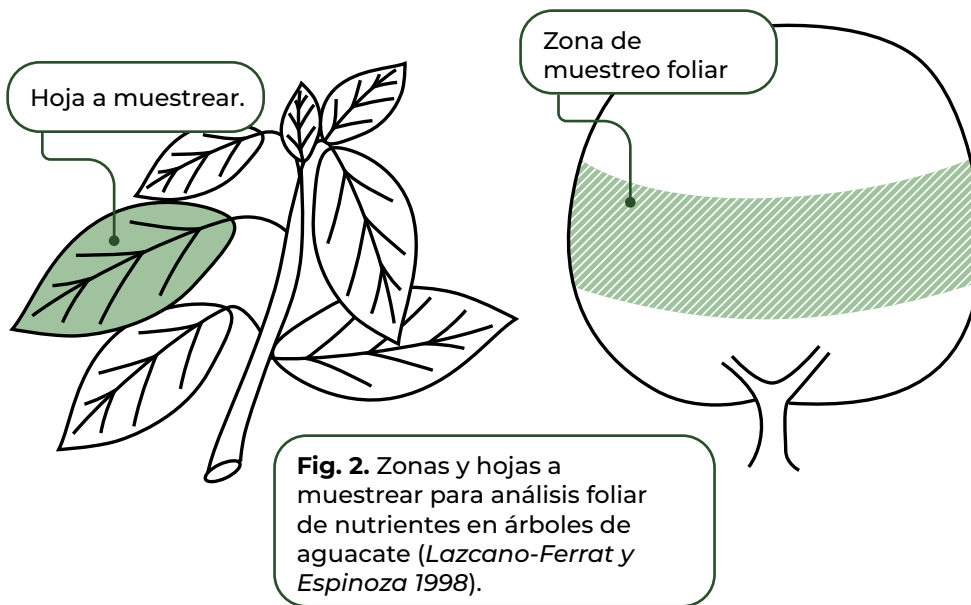
La interpretación de los niveles de nutrientes en los análisis foliares se hace comparando los resultados con los de tablas de referencia establecidos previamente. Sin embargo, es altamente recomendable que se busque apoyo de personal calificado en el área para recibir la asesoría adecuada.

Muestreo en huertos

Para los huertos piloto establecidos, se tomará una sola muestra por variedad de la siguiente forma: se seleccionan y marcan 3 árboles por variedad (Figura 1). Por cada árbol se toman 4 hojas maduras (una por cada punto cardinal), de tal forma que tendremos finalmente, 12 hojas por variedad. Estas se meterán en papel absorbente y en una bolsa etiquetada (Figura 2).

Fig. 1. Selección de árboles para muestreo de árboles de aguacate de subparcelas (Lazcano-Ferrat y Espinoza 1998).





Programas de nutrición

Derivado de los análisis de suelos y foliar y preferentemente acompañado por técnicos o asesores de nutrición, se deberá planear un programa de fertilización que tome en cuenta, al menos los siguientes factores: tipo de suelo, la cantidad de materia orgánica, textura, capacidad de intercambio catiónico, pH y salinidad. Estos factores pueden afectar el tipo de fertilizante a elegir y si debe corregirse algún factor del suelo antes de fertilizar y sembrar.

Para aguacate, se recomienda que el suelo tenga entre 2 y 5% de materia orgánica, por lo que realizar esta corrección mediante la adición de abonos composteados en suelos pobres es muy común e indispensable. El uso adecuado de materia orgánica no solo mejora la producción, sino que favorece las características químicas y físicas del suelo. Una aplicación de nutrientes, sin tomar en cuenta todos estos factores puede impedir que, aunque se aplique la cantidad necesaria de fertilizantes, la planta no pueda tomarlos ni asimilarlos.

Sistema de riego disponible

La aplicación de fertilizantes mediante el sistema de riego optimiza su aprovechamiento y permite que todos los árboles se fertilicen de manera homogénea. Sin embargo, es probable que

se requiera realizar aplicaciones individuales, dependiendo de las necesidades del árbol, sobre todo si algunos de los árboles del huerto están en otra etapa de crecimiento o tienen distinta edad.

Necesidades de nutrientes por el árbol

Existen varios reportes científicos sobre la dinámica de fertilización en el cultivo de aguacate, encontrando que, dependiendo de la edad y estado de desarrollo del árbol, se requiere ajustar la combinación de nutrientes a aplicar y si estos deben aplicarse para que las raíces absorban o bien se haga vía foliar. El suelo, antes de plantar los árboles, deben prepararse con fertilizantes en función del análisis de suelo.

Para la primera etapa de crecimiento (etapa vegetativa) existen fertilizantes de liberación prolongada que permiten una nutrición óptima de hasta 6 meses. Existen además fertilizantes tradicionales que permiten un óptimo crecimiento de ramas y hojas. Para árboles maduros y productivos, la fertilización debe manejarse de acuerdo con la fenología (la relación entre los factores climáticos y el ciclo de vida del árbol).

En la región norte de Sinaloa, el crecimiento de ramas y hojas se favorece durante los meses menos calurosos (entre octubre a mayo) por lo que debe favorecerse una nutrición basada en estas necesidades. Las épocas de floración y de amarre de fruto, que para Sinaloa ocurren a partir de enero a marzo aproximadamente, requieren un programa específico de nutrientes, para poder abastecer las necesidades de calcio, boro y zinc que son indispensables para asegurar un buen rendimiento de fruto.

Posteriormente, durante el llenado de fruto (cuando el fruto crece y hasta antes de la cosecha), se debe asegurar una suficiente cantidad de magnesio. Además de todo lo mencionado en este párrafo, es indispensable recordar las necesidades de fertilización triple (N, P y K) así como de microelementos que el análisis de suelo revela.

Fertilización inicial

Se debe tomar en cuenta el análisis de suelo y seguir el consejo de ingenieros agrónomos con experiencia en el cultivo. Previo a sembrar el árbol y tomando en cuenta los bajos niveles de materia orgánica de los suelos en el norte de Sinaloa, se recomienda enriquecerlos con 2 a 4 kg de humus por árbol, incorporándolo con el suelo del hoyo donde se va a sembrar.

De manera general, se recomienda poner en el fondo del hoyo 90 g de una fórmula alta en fósforo, por ejemplo 10-30-10 así como la adición de micronutrientes en función de los análisis del suelo. Existen también fertilizantes triples de liberación prolongada que incluyen micronutrientes (que pueden nutrir hasta 6 meses el árbol), por ejemplo, el Basacote 6M, de Compo Expert (mezclar con el suelo 30-70 g por planta).

Una práctica necesaria es la adición de bioestimulantes y productos con alto contenido de auxinas, para favorecer la proliferación de raíces, permitiendo el anclaje y la mayor absorción de nutrientes.

En huertos de riego, los nutrientes deberán suministrarse en pequeñas dosis mensualmente. En huertos de temporal, la fertilización se debe concentrar en el periodo de lluvias. De manera general, las recomendaciones de macronutrientes para aguacate son las siguientes, sin embargo, es muy útil realizar análisis foliar de nutrientes cada año y de suelo cada tres años:

Nitrógeno:

- 60-300 g de N puro por árbol/año (árboles de 1-7 años).
- 350-1000 g de N puro árbol/año (mayores a 7 años).

Fósforo:

- 200-450 g/árbol/año (árboles de 1-7 años).
- 900-1100 g/árbol/año (mayores a 7 años).

Potasio (Se requiere los primeros años. La demanda se incrementa en árboles en producción):

- 100-450 g/árbol/año (árboles de 1-8 años).
- 900-1400 g/árbol/año (árboles de más de 5 años).

La siguiente tabla se usa como referencia de los principales nutrientes contenidos en las hojas de aguacate Hass. Tomado de Embleton (1967) y Robinson (1986):

| NUTRIENTE | Nivel bajo | Suficiente | Nivel alto |
|-----------|-------------|--------------|--------------|
| Nitrógeno | <2.20 | 2.20-2.60 | <2.60 |
| Fósforo | <0.03 | 0.08-0.25 | 0.26-0.6 |
| Potasio | <0.35 | 0.71-2.00 | 2.10-3.00 |
| Calcio | <0.50 | 1.00-3.00 | 3.00-4.40 |
| Magnesio | <0.15 | 0.25-0.80 | 0.18-1.00 |
| Azufre | <0.0 | 0.20-0.60 | 0.40-1.00 |
| | PPM | PPM | PPM |
| Molibdeno | 0.01-0.04 | 0.05-1.60 | 0.05-1.60 |
| Cobre | <3.00 | 5.00-15.00 | 5.00-15.00 |
| Zinc | <10.00 | 30.00-150.00 | 30.00-150.00 |
| Fierro | <40.00 | 50.00-200.00 | 50.00-200.00 |
| Boro | 20.00-49.00 | 50.00-100.00 | 50.00-100.00 |
| Manganeso | 15.00-20.00 | 30.00-500.00 | 30.00-500.00 |

Fertilización y etapas de desarrollo de la planta y del fruto

Una vez que el árbol alcanza una edad de 3 a 4 años y comienza con la fase reproductiva, con floración y frutos, se requiere reforzar la aplicación de nutrientes para asegurar una floración vigorosa, así como un rendimiento de fruto adecuado.

La floración, el inicio del desarrollo de nuevos brotes de hojas y el desarrollo del fruto, son los momentos durante el año que el árbol de aguacate requiere mayor cantidad de nutrientes minerales.

En la región norte de Sinaloa, la floración ocurre en enero-febrero, la aparición de nuevos brotes de octubre a mayo y el desarrollo del fruto de mayo a noviembre. Para árboles de más de 3 años, existen planes específicos de nutrición basados en la fenología del árbol. Es importante considerar que hace falta mayor investigación en este sentido, pues a diferencia de zonas templadas, el brote de hojas ocurre principalmente en invierno y primavera, mientras que en Michoacán, este ocurre preferentemente durante el verano, por lo que la demanda de nutrientes puede ser distinta, de acuerdo a la estación del año.

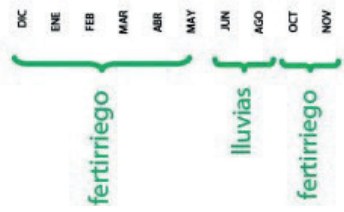
Durante el desarrollo de botones florales, floración, formación inicial del fruto y llenado del fruto, además de los macro y micronutrientes que el cultivo demanda, se requieren aplicaciones complementarias de calcio, magnesio y boro, que fortalecen la floración, aseguran el amarre y favorecen un buen calibre y rendimiento en general del fruto.

Existen varias casas comerciales que ofertan programas completos de fertilización. Se muestran a continuación, ejemplos de tres marcas comerciales, sin embargo, se pueden armar planes nutricionales optimizados e individualizados de cualquier casa comercial, tomando en cuenta los resultados del análisis de suelos: Haifa (www.haifa-group.com/es/nutrición-del-aguacate), Yara (www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/aguacate/programa-de-nutricion-aguacate) y Compo-Expert (www.compo-expert.com/es-MX/cultivos/frutales/aguacate).


La siguiente imagen muestra el plan de nutrición de la marca comercial Haifa para el cultivo de aguacate en zonas templadas para 100 árboles por hectárea.

| Fenología de del cultivo | Sem | KG/Ha/ sem | | Multi-K | Multi-K-Mg | Multi Map | Nitrat Ca | Mg/sem | unidades/Ha | | | | | Costo dils./Ha |
|--------------------------|-----|------------|--------------------------|---------|------------|-----------|-----------|--------------------|-------------|-------|-------|------|------|----------------|
| | | Fosfont | Multi-K | | | | | | N | P2O5 | K2O | Ca | Mg | |
| Flor Normal | 1 | 0 | 25 | 25 | 25 | 15 | 5 | 4.5 | 9.32 | 9.65 | 21.75 | 0.95 | 1.22 | 56 |
| cerillo | 5 | 0 | 25 | 25 | 25 | 15 | 5 | 3 | 9.155 | 9.65 | 21.75 | 0.95 | 0.98 | 55 |
| canica | 9 | 0 | 25 | 25 | 25 | 15 | 10 | 3 | 9.93 | 9.65 | 21.75 | 1.9 | 0.98 | 57 |
| piñola de golf | 13 | 6 | 37.5 | 37.5 | 37.5 | 15 | 15 | 3 | 15.81 | 10.02 | 32.63 | 2.85 | 1.23 | 79 |
| huevo | 17 | 9.6 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | 15 | 20 | 3 | 19.02 | 10.19 | 36.96 | 3.8 | 1.33 | 90 |
| llenado fruto | 21 | 14.4 | 55 | 55 | 55 | 15 | 20 | 3 | 23.73 | 10.54 | 47.85 | 3.8 | 1.58 | 110 |
| llenado fruto | 25 | 300 | KG MUL TI -TER 12 -24-12 | | | | | | 36 | 72 | 36 | 0 | 6 | 138 |
| llenado fruto | 33 | 300 | KG MUL TI -TER 12 -12-24 | | | | | | 36 | 36 | 72 | 0 | 0 | 164 |
| cosecha | 41 | 0 | 20 | 20 | 20 | 30 | 15 | 4.5 | 11.42 | 18.7 | 17.4 | 2.85 | 1.12 | 68 |
| Flor loca | 45 | 0 | 20 | 20 | 20 | 30 | 10 | 6 | 10.81 | 18.7 | 17.4 | 1.9 | 1.36 | 67 |
| | | 30 | 250 | 250 | 250 | 150 | 100 | 30 | 161.2 | 205.1 | 325.5 | 19 | 15.6 | 883.27 |
| | | | | | | | | Unidades por árbol | 1.81 | 2.05 | 3.26 | 0.19 | 0.16 | 8.83 |

Nota: la recomendación está basada en una densidad de población de 100 árboles/Ha
 Nota: se recomienda aplicar 500 grs/Ha/mes de Multi Micro Zn las semanas 1,5,9 y 13 del programa
 Nota: se recomienda aplicar 2.5 kg/Ha/mes de Sólubor, las semanas 1,5,9, 13, 17, 21, 41 y 45 del programa
 Nota: es muy recomendable hacer un análisis foliar en la semana 41 del programa.



La siguiente, es un plan de nutrición de la marca comercial Yara, para huertos de aguacate productivos, tomando como base una huerta de 100-150 árboles por hectárea.

|  Knowledge grows | | Programa de Nutrición para Aguacate | | | | |
|--|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Etapa de cultivo | Prefloración (Diferenciación) | Floración | Amarre - Cerillo | Llenado de Fruto (Tamaño Huevo) | Maduración | |
| | NITRABOR 200 - 300 Kg / Ha | NITRABOR**** 200 - 300 Kg / Ha | COMPLEX** 400 - 600 Kg / Ha | COMPLEX** 400 - 600 Kg / Ha | | |
| | ZINTRAC 1 Lt / Ha | | STOPIT 1 Lt / Ha | | Muestrear antes de la floración principal. Tomar al azar de 20 a 30 hojas dentro del lote uniforme. La hoja más joven completamente desarrollada. | |
| | BORTRAC 1 Lt / Ha | | BORTRAC 1 Lt / Ha | | | |
| | MAGTRAC 2 Lt / Ha | | MAGTRAC 2 Lt / Ha | | | |

YaraMila

YaraLiva

YaraVita

Megalab

- Productos para aplicación al suelo
- Productos para aplicación foliar
- Megalab**

* Programa basado a una densidad de siembra de 100 - 150 árboles/Ha
 ** Se recomienda hacer esta aplicación en el mes de Abril - Mayo solo en condiciones de riego
 *** Se recomienda aplicar a inicios de la temporada de lluvias (Junio - Julio)
 **** Se recomienda aplicar cuando no existe alto vigor vegetativo

Aviso: La información contenida en este documento debe considerarse como material de referencia para la recomendación de aplicación de fertilizantes. Estas recomendaciones son basadas en el conocimiento técnico y experiencia en campo de Yara. Las adaptaciones y los ajustes deben realizarse de acuerdo con las recomendaciones locales, historial de productividad, los análisis de suelo y follaje. Para mayor información contactar a un Agrónomo de Yara México.

"Yara México S. de R. L. de C.V."
 Edificio Punto Sao Paulo, Avenida Américas No. 1545, piso - 24, Colonia Providencia, C.P. 44630, Guadaluajara, Jalisco, México. Teléfono: (33) 3003 3350

comunicacion@yara.com www.yara.com.mx  YaraLatinamerica  YaraMexico

Finalmente, un aspecto determinante en el rendimiento del huerto, es mantener la nutrición bien estructurada y planeada, año tras año para evitar la alternancia productiva (fenómeno que ocurre en árboles de aguacate que un año presentan buenas cosechas, y años de poca o ninguna cosecha). Existe aún mucho por investigar en este sentido, se consideran varios factores que pueden promover o disminuir la alternancia, sin embargo, la recomendación general es mantener un plan constante de nutrición.



Referencias

Campos L., Calderón-Zaragoza, E. M. (2015). El análisis foliar para el diagnóstico nutritivo de plantaciones de aguacate. Toma de muestras. Junta de Andalucía. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Málaga.

Embleton, T.W., Jones, W.W. (1964). Avocado nutrition in California. Proc. Fla. State Hort. Soc. 77:401-405.

Goodall, G. E., Embleton, T. W., Platt, R. G. (1981). Avocado fertilization, Leaflet 2024. Div. Of Agric. Sc., Univ. of California, Riverside, CA.

Lazcano-Ferrat I, Espinosa, J. (1998). Manejo de la nutrición del aguacate. Informaciones agronómicas de hispanoamérica (Northern America, Mexico and Central America). Vol 31 pp 3-13.

Maldonado-Torres, R., Álvarez-Sánchez, M. E., Almaguer-Vargas, G., Barrientos- Priego, A. F., García-Mateos, R. (2007). Estándares nutrimentales para aguacatero 'Hass'. Revista Chapingo Serie Horticultura, 13(1): 103-108.

Morales-García, J. L., Mendoza-López, M. R., Coria-Avalos, V. M., Aguirre-Montañez, J. L., Sánchez-Pérez, J. L., Vidales-Fernández, J. A., Tapia-Vargas, L. M., Hernández-Ruíz, G., Alcántar-Rocillo, J. J. (2013). Tecnología Produce Aguacate en Michoacán. COFUPRO. 1-32 p.

Robinson, JB. (1986). Tree mineral nutrition. Acta Hort. 175:163-172.

Ureña-Zumbado, J. D. (2009). Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de aguacate. Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú. Disponible en: www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9896.pdf

10.

Patógenos en el cultivo de aguacate.

Jesús Lucina Romero Romero
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa



En México, el aguacate (*Persea americana Miller*) es uno de los cultivos agrícolas más importantes por su impacto económico y social. Según datos del SIAP (2018) a la fecha la superficie plantada de este frutal es de aproximadamente de 230 mil ha. Las exportaciones de aguacate durante el 2018 generaron un aporte a la economía mexicana de 2,961 MDD, convirtiéndolo en el segundo producto mexicano que más divisas genera al país (SIAP, 2018). Para cubrir la demanda comercial de este frutal a nivel internacional, la producción debe cumplir con los estándares de calidad de exportación. Por lo anterior, los aspectos de manejo y control fitosanitario, son uno de los principales focos de atención para el sector productivo del aguacatero; diversas enfermedades que se presentan en los huertos han limitado considerablemente la calidad de los frutos y su comercialización (Orozco et al., 2017). Por ello, el conocer los principales fitopatógenos que afectan el aguacate en México es de máxima relevancia.

El aguacate, es susceptible a diversas enfermedades causadas por agentes bióticos, entre estas los fitopatógenos más frecuentes son los hongos, aunque también se han descrito oomycetes, bacterias, nemátodos y viroides. Estos patógenos tienen los elementos necesarios para crecer y reproducirse en su hospedero. De acuerdo a las estrategias de infección, los patógenos de plantas pueden ser clasificados como necrotróficos, biotróficos y hemibiotróficos. Los patógenos del tipo necrotróficos, extraen los nutrientes de células muertas por lo

que durante su colonización, secretan enzimas líticas y fitotoxinas para promover el desarrollo de necrosis en la planta hospedera. Los patógenos biotróficos por su parte, se nutren de tejidos (células) de plantas vivas por lo que co-evolucionan con su hospedero para obtener los productos de su metabolismo. Finalmente, los patógenos hemibiotróficos desarrollan en etapas iniciales una infección del tipo biotrófica seguidas por infecciones necrotróficas en etapas tardías de su desarrollo en el tejido vegetal.

En el cultivo de aguacate, los problemas fitosanitarios que limitan su producción en México se asocian principalmente a hongos necrotróficos, y en menor frecuencia a bacterias y viroides. Algunos ejemplo de las enfermedades fúngicas que mayormente limitan la óptima producción de este frutal son:

Phytophthora cinnamomi (Hongo hemibiotrófico). Conocido también con el nombre de **“La Tristeza del aguacatero”** o **“Muerte descendente”**, es un hongo que provoca la pudrición de raíces en el aguacate (figura 1a-b). Puede causar daños en cualquier etapa del cultivo, algunos de los síntomas del ataque por *Phytophthora cinnamomi* son la muerte y pudrición de raíces, disminución en el tamaño de las hojas y decoloración de estas hasta quedar cloróticas, defoliación (la mayoría de las veces empezando por la parte superior), necrosis en tejido, frutos pequeños y etapas avanzadas la muerte del árbol (Solís-García et al., 2021). Los suelos con mal drenaje, con bajo contenido de materia orgánica, poco profundos y un mal manejo de los riegos en el cultivo suelen ser los más adecuados para albergar *Phytophthora* y penetrar las raíces especialmente en suelos replantados con aguacates. El crecimiento del hongo es favorecido en suelos húmedos, escasos de oxígeno y temperatura entre 25-30°C.

Colletotrichum gloesporoides. Este es un hongo necrotrófico que produce la enfermedad conocida como Antracnosis. Esta enfermedad genera la pudrición de fruto a nivel de campo y en poscosecha. Ataca los brotes jóvenes, cogollos,

ramas, flores y frutos. En el fruto, la infección surge en cualquier etapa de su desarrollo, provocando lesiones negras de 0.5 a 3 cm levemente hundidas sin bordes definidos (Figura 1c). Las manchas avanzan en diámetro, se unen a otra y cubren gran parte del fruto. La enfermedad se ve favorecida por el ataque de otros hongos y condiciones de alta humedad. Estudios realizados por Tapia-Rodríguez (2019) en huertos de aguacate en el Estado de México, señalan que la antracnosis se encuentra ampliamente distribuida en los principales municipios productores de este frutal.

Sphaceloma perseae. Este es un hongo necrotrófico que produce la enfermedad conocida como Roña. Este hongo causa daño en las hojas, tallos y frutos. El fruto puede ser atacado por la roña en cualquier etapa de su desarrollo (Figura 1d). Cuando el ataque se presenta en las hojas lo que es menos frecuente, estas se tornan de color café claro con bordes acucharados. En el fruto esta enfermedad presenta lesiones redondas o irregulares de aspecto corchoso y de color pardo o café claro y ligeramente levantadas, que al unirse una mancha con otra dan forma a una costra que no afecta la calidad de la pulpa pues el daño es solo superficial. En los frutos, las lesiones son de 3 a 10 mm de diámetro, púrpura o marrón a casi negro, irregulares con bordes rojizos bien definidos y levemente deprimidos (Correa, 2019). Esta enfermedad se desarrolla principalmente en zonas donde predomina el viento. Ataques por trips favorecen la incidencia de este hongo.

Cercospora purpurea. Este es un hongo que produce la enfermedad conocida como **“Mancha negra”**. Podría ser considerado como un pseudo hemibiotrófico ya que convive con la planta durante todo su ciclo de vida generando manchas necróticas locales. Sus síntomas principales se evidencian particularmente en las hojas, en donde genera lesiones necróticas pequeñas de color café oscuro (Figura 1e). Ataques severos provocan la defoliación de los árboles. En los frutos produce lesiones pequeñas, oscuras, de bordes irregulares y

el resquebrajamiento de la corteza (Van et al., 2013). Tanto las lesiones en las hojas como en el fruto facilitan la entrada para otros organismos como ***Colletotrichum***.

Verticillium sp. Este es un hongo necrotrófico que produce la enfermedad conocida como "***Verticilosis***". Este hongo habita en los suelos e infecta las raíces generando su necrosis y pudrición y con ello la muerte de la planta. Sus síntomas se ven favorecidos en suelos húmedos y mal drenados, con baja tensión de oxígeno. Es particularmente dañino en lugares en donde se replantan aguacates. Los principales síntomas de las plantas afectadas por Verticilosis son: Decaimiento severo de algunas ramas del árbol que presentan un aspecto de deshidratación. Las hojas evidencian una coloración café oscura sin desprenderse del árbol (Haberman et al., 2020). En la medida que evoluciona la infección los síntomas se presentan en toda la parte aérea del árbol visualizándose un decaimiento generalizado y posterior muerte del árbol.

ENFERMEDADES DEL AGUACATE RO OCASIONADAS POR BACTERIAS

En general el aguacate presenta una incidencia menor de enfermedades bacterianas en relación a las afecciones fúngicas, sin embargo, Lunar y Fucikovsky durante el 2002 describieron incidencia de ***Pseudomonas syringae*** y de ***Erwinia herbicola*** asociadas a enfermedades en el aguacate. Esta enfermedad esta principalmente presente en el sur de México en plantaciones ubicadas a 2000 Msnm de altura. El cv. Fuerte es particularmente sensible a estas bacterias. La enfermedad se caracteriza por la aparición de áreas irregulares café negruzcas que cubren gran parte del fruto durante su maduración. Esta enfermedad puede llegar a generar pérdidas de frutos del orden del 20%. Tiene síntomas similares a los descritos previamente como Bacterial avocado blast en Israel y en California sin embargo, se señala a ***Pseudomonas syringae*** como agente causal de la enfermedad.

Xantomona campestri. Es una bacteria responsable de la enfermedad conocida como Cáncer bacteriano, que genera canchales de aproximadamente 2 a 8 cm en tallos, troncos y limbo de las hojas. Usualmente se moviliza del tronco al resto de las ramas y el árbol induciendo un decaimiento generalizado y heridas acuosas que más tarde tienen apariencia gomosa. Se puede esparcir a todas las ramas disminuyendo la producción y afectando todo el árbol (Cooksey et al., 1993). Esta bacteria aun no ha sido reportada afectando las zonas aguacateras de México.

Un tipo especial de bacterias **fitopatógenas** son los fitoplasmas los que se caracterizan por ser bacterias carentes de pared celular. Durante el 2002 se reportó por primera vez por Laviña y colaboradores la presencia de fitoplasmas en aguacate en España (Laviña et al., 2002). En Chile también fue reportado un caso de fitoplasma en aguacate con síntomas de clorosis generalizada, enanismo, entrenudos cortos, deformación de hojas en la variedad Hass en la zona central del país.

ENFERMEDADES DEL AGUACATE OCASIONADAS POR VIROIDES

Otra enfermedad con menos frecuencia que las infecciones fúngicas o bacterianas son las que generan Viroides, en particular para el aguacate se ha descrito la enfermedad conocida como Viroide de la mancha de sol del aguacate generada por el **Avocado Sunblotch** Viroid (ASBVd). Este Viroide está constituido por un genoma de RNA circular de hebra simple de aproximadamente 247 nt y sin proteína de cubierta. La mancha de sol es una enfermedad que está presente en todos los continentes incluyendo Nueva Zelanda. En México se reportó por primera vez por De la Torre et al., 2009. El principal síntoma de la enfermedad son hendiduras amarillas, blancas o necróticas en el fruto (Fig. 1f). Esta enfermedad puede sobrevivir por largo tiempo en plantas hospedadoras. Considerando que

este es un patógeno que ya ha sido detectado en México, se recomienda el uso de plantas certificadas de aguacate libres de patógenos.

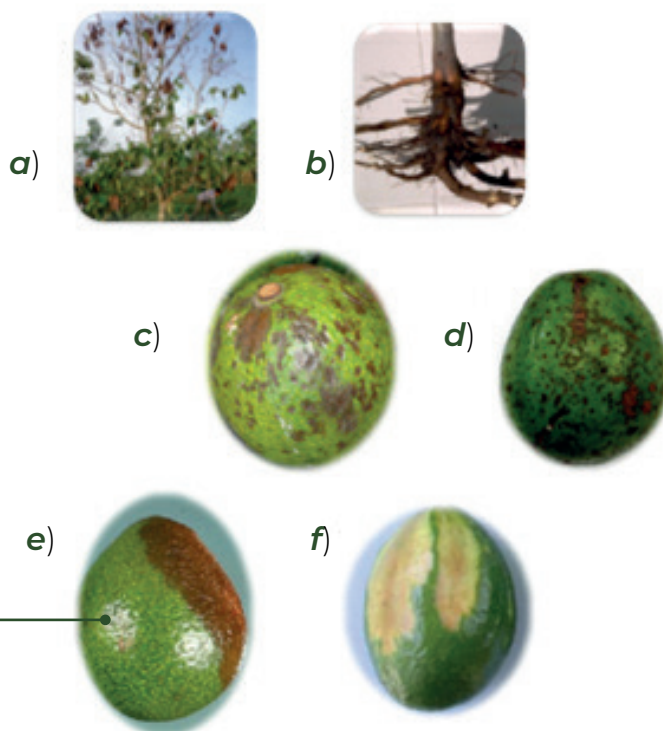


Figura 1. Sintomatología ocasionada por diversos fitopatógenos en el cultivo de aguacate. a) Decaimiento progresiva de la copa del árbol ocasionada por *Phytophthora cinnamomi*, b) Muerte y pudrición de raíces generado por *Phytophthora cinnamomi*, c) Lesiones necróticas en fruto ocasionadas por *Colletotrichum gloesporoides*, d) Roña generada por *Sphaceloma perseae*, e) mancha de sol del aguacate inducido por ASBVd, f) Mancha negra en fruto ocasiona por *Cercospora purpurea*.



Referencias

- Cooksey, D., Ohr, H. D., Azad, H. R., Menge, J. A., Korsten, L. (1993). *Xanthomonas campestris* associated with avocado canker in California. *Plant disease*, 77(1), 95-99.
- Correa-Juárez, M. (2019). Identificación molecular y caracterización morfológica de *Sphaceloma persea* en la franja aguacatera de Michoacán. Disponible en: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/208
- De La Torre, A. R., Teliz-Ortiz, D., Pallás, V., Sánchez-Navarro, J. A. (2009). First Report of Avocado sunblotch viroid in Avocado from Michoacán, México. *Plant disease*, 93(2), 202-202.
- Haberman, A., Tsrer, L., Lazare, S., Hazanovsky, M., Lebiush, S., Zipori, I., Busatn, A., Simenski, E., Dag, A. (2020). Management of *Verticillium* Wilt of Avocado Using Tolerant Rootstocks. *Plants*, 9(4), 531.
- Laviña, A., Batlle, A., García-Faraco, J., López-Herrera, C. J. (2002). First Report of *Stolbur Phytoplasma* in Avocado in Spain. *Plant disease*, 86(6), 692-692.
- Lunar, I., Fusikovsky L. (2002). Avocado bacterial blast in Mexico. In: *Plant Pathogenic Bacteria*. Springer, Dordrecht. pp. 663-667.
- Orozco-Hernández, M. E., García-Fajardo, B., Álvarez-Arteaga, C., Mireles-Lezama, P. (2017). Tendencias del sector agrícola, Estado de México. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 19(1), 99-121.
- SIAP. (2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>
- Solís-García, I. A., Ceballos-Luna, O., Cortazar-Murillo, E. M., Desgarennes, D., Garay-Serrano, E., Patiño-Conde, V., Guevara-Avenidaño, E., Méndez-Bravo, A., Reverchon, F. (2021). Phytophthora root rot modifies the composition of the avocado rhizosphere microbiome and increases the abundance of opportunistic fungal pathogens. *Frontiers in microbiology*, 11, 3484.



Tapia-Rodríguez, A., Ramírez-Dávila, J. F., Figueroa-Figueroa, D. K., Salgado-Siclan, M. L., Serrato-Cuevas, R. (2019). Spatial analysis of anthracnose in avocado cultivation in the State of Mexico. *Mexican Journal of Phytopathology*, 38(1), 132-145.

Van Eeden, M., Korsten, L. (2013). Alternative Disease Assessment Method for *Cercospora Spot* (*Pseudocercospora purpurea* (Cooke) Deighton) of Avocado (*Persea americana* Mill.). *Current Biotechnology*, 2(2), 106-113.

11.

Enfermedades causadas por hongos

Marco Antonio Magallanes Tapia
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa



Las enfermedades de origen abióticas o bióticas afectan severamente el rendimiento y la calidad del fruto de aguacate. Los agentes causales de las primeras incluyen la falta o exceso de agua, la salinidad, el pH, la deficiencia de nutrientes, las heladas, entre otros. En cambio, las enfermedades de origen biótico son causadas por algas, bacterias, fitoplasmas, hongos, nematodos, virus y viroides (Vidhyasekaran, 2004; Téliz y Mora, 2015).

A escala mundial, se han reportado diversas enfermedades de origen fúngico afectando al cultivo de aguacate; tales como antracnosis en frutos y ramas (*Colletotrichum spp.*) (Silva-Rojas y Ávila-Quezada, 2011), cancro y muerte descendente de ramas y brotes (*Familia Botryosphaeriaceae*) (Valencia et al., 2019), cenicilla (*Podosphaera perseae-americanae*) (Siahaan et al., 2016), manchas (*Mycosphaerella perseae*, *Phyllachora gratissima*, *Pseudocercospora purpurea*) (Marais, 2004; Dann et al., 2013), pudriciones de raíz y pedúnculo (*Armillaria spp.*, *Calonectria ilicicola*, *Fusarium spp.*, *Phomosis sp. Rosellinia necatrix*; *Verticillium spp.*) (Dann et al., 2013; Twizeyimana et al., 2013 Arjona-Girona et al., 2017; Elías-Román et al., 2018), tristeza del aguacate (*Phytophthora cinnamomi*) (Ramírez-Gil et al., 2016), entre otras.

Enfermedades fungosas

En México, las enfermedades más importantes que afectan a los frutos y raíces de aguacate comprenden a la antracnosis

(Fuentes-Aragón et al., 2018), la roña del aguacate (*Elsinoe perseae*) (Ávila-Quezada et al., 2002), anillamiento del aguacate (Martínez, 1977), cancro del tronco y ramas (*Nectria galligena*, *Phytophthora boehmeriae*, *Physalospora perseae* y *P. citrícola*) (Coria 1985; Jiménez, 1987; Ramírez et al., 1996; Téliz, 2000), mancha de sol (*Sunblotch viroid*) (Téliz y Mora, 2015), pudrición suave por ganoderma (*Ganoderma spp.*) (Martínez, 1987) y por Armillaria (*Armillaria spp.*) (Morales, 1983), y tristeza del aguacate (*P. cinnamomi*) (Téliz et al., 1992). En el presente proyecto, realizado en el norte de Sinaloa, se detectó a *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* en árboles de aguacate.

Antracnosis y muerte descendente

La “antracnosis”, enfermedad causada por diversas especies del género *Colletotrichum*, afecta a una amplia gama de cultivos de importancia económica en el mundo. En países productores de aguacate es el principal problema en pre y postcosecha. En México, la antracnosis, asociada a diversas especies de *Colletotrichum* (Fuentes-Aragón et al., 2018), se manifiesta durante el desarrollo del fruto con climas cálidos con alta humedad relativa y prolongada (Téliz, 2000). Por otro lado, la “muerte descendente” es una enfermedad provocada por un consorcio de hongos de la familia *Botryosphaeriaceae*, principalmente *C. gloeosporioides* (Ramírez et al., 2021), *Lasiodiplodia theobromae* y *Neofusicoccum spp.* (Valencia et al., 2019).

Síntomas

La antracnosis se caracteriza por formar lesiones hundidas sobre los frutos, ramas, flores, bulbos y hojas (Cannon et al., 2012). En frutos jóvenes, estos síntomas inician en el exocarpio con manchas negras pequeñas de menos de 1 mm, las cuales aumentan con el tiempo y se hunden, y cuando la incidencia es alta, el fruto se desprende; mientras que en frutos grandes su calidad se reduce (Téliz y Mora, 2015). En hojas, *Colletotrichum* produce manchas café oscuro, y estas se caen con el

tiempo. Además, causa manchas cafés en brotes y ramas jóvenes (GIII A, 2013) En cambio, el consorcio de hongos que provoca la “muerte descendente” ataca a brotes tiernos y cogollos, los cuales expresan una coloración café oscura a negra y, en condiciones favorables de alta humedad, la enfermedad produce marchitez y muerte descendente en árboles, principalmente jóvenes.

Manejo

El control de estas enfermedades se basa primordialmente en la aplicación preventiva de fungicidas a base de azoxistrobin, ciprodinil, fludioxonil, piraclostrobin, propiconazol y tiabendazol; además, compuestos de azufre y cobre (APEAM, 2021). Las aplicaciones deben realizarse al inicio de la floración y hasta los 21 días después de que el fruto cuaje. Con ello, se asegura una buena calidad del fruto y su comercialización. Cabe enfatizar que ***Colletotrichum spp.*** desarrolla rápidamente resistencia a fungicidas; por lo tanto, se recomienda alternar los productos (Téliz y Mora, 2015).

***Rhizoctonia solani* (síntomas y manejo)**

R. solani se detectó en aguacate en Michoacán. Los síntomas manifiestan un amarillamiento inicial en el follaje que continúa con una defoliación descendente y marchitez en ramas. Asimismo, se observan lesiones rojizas en la región basal del tallo y posteriormente el árbol se defolia. Si las condiciones son adecuadas, la enfermedad avanza a la raíz y el árbol muere de tres a cinco meses de iniciados los síntomas. El manejo incluye prácticas culturales de desinfestación del sustrato en invernaderos y aplicaciones de fungicidas con ingredientes activos de pencycuron y tiabendazol (Ochoa, 1997; Hernández, 1999).

***Fusarium oxysporum* (síntomas y manejo)**

El género ***Fusarium*** es un extenso grupo de hongos cosmopolitas de sumo interés debido a que numerosas especies son importantes patógenos de cultivos (Nelson et al. 1981). Diversas especies de ***Fusarium*** se han reportado en aguacate causando pudrición en tallo y en raíces. Los síntomas que

ocasionan incluyen pudrición de raíces pequeñas, con un tono marrón a oscuro, que con el tiempo se extiende a las raíces primarias; marchitez generalizada; crecimiento interrumpido; pérdida de vigor y color; las hojas se vuelven amarillentas, y en condiciones severas los árboles mueren en pocas semanas (Hartill y Everett, 2002; Pérez, 2008; Olalde-Lira et al., 2020). Manejo: control quirúrgico, el cual consiste en cortar el área del tronco donde se presenta la enfermedad y posteriormente aplicar benomilo o caldo bordelés (Morales García et al., s.f.; Téliz y Mora, 2015).

Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum

Durante el desarrollo del estudio se observaron manchas oscuras en los brotes y ramas jóvenes; además, una defoliación severa y muerte descendente en árboles jóvenes de aguacate (Figura 1). Los hongos ***C. gloeosporioides*, *R. solani* y *Fusarium oxysporum*** se asocian a la sintomatología observada. Es importante señalar que el sol y la pérdida del área foliar en los meses más calurosos (mayo-agosto) causaron heridas en ramas jóvenes y, cuando la humedad incrementó, los hongos penetraron por estas heridas. Ante esto, se aplicó el método de manejo quirúrgico al cortar las ramas infectadas. Adicionalmente, se utilizó protector solar en las hojas y una mezcla de cal con cobre aplicados en las ramas y tallos expuestos al sol. La aplicación periódica de Cupravit®, a la dosis de la casa comercial, y ***Trichoderma***, cada 45 días, también ha funcionado en el manejo de la enfermedad. Cabe destacar que, actualmente, la incidencia de la enfermedad es del 10%; no obstante, se infiere que la infección se encuentra latente en árboles que, cuando las condiciones sean adecuadas, se expresará y avanzará.



Figura 1. Sintomatología de la enfermedad en árboles de aguacate. A) manchas oscuras en los brotes y ramas jóvenes; B) defoliación severa y muerte descendente.



Referencias

APEAM (Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Aguacate de México). (2021). Plaguicidas autorizados. Disponible en: <https://plaguicidas.apeamac.com/>

Arjona-Girona, I., Ariza-Fernández, T., López-Herrera, C. J. (2017). Contribution of *Rosellinia necatrix* to avocado white root rot. *European Journal of Plant Pathology*, 148(1), 109-117.

Ávila-Quezada, G., Teliz-Ortíz, D., González-Hernández, H., Vaquera-Huerta, L., Tijerina-Chavez, H., Johansen-Naime, R., Mojica-Guzmán, A. (2002). Dinámica espacio-temporal de la roña (*Elsinoe perseae*), el daño asociado a trips y antracnosis (*Glomerella cingulata*) del aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 20(1), 77-87.

Cannon, P. F., Damm, U., Johnston, P. R., Weir, B. S. (2012). *Colletotrichum* – current status and future directions. *Studies in mycology*, 73, 181-213.

Coria, A. V. M. (1985). Distribución y etiología del cáncer en aguacate *Persea americana* Mill. En la región de Uruapan, Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" U.M.N.S.H. Uruapan, Michoacán, México.

Dann, E. K., Ploetz, R. C., Coates, L. M., Pegg, K. G. (2013). Foliar, fruit and soilborne disease. In: *The avocado. Botany, production and uses*. 2nd Edition. Schaffer B, Wolstenholme BN, Whiley AW (Eds.). CAB International. UK. pp: 380–422.

Elías-Román, R. D., Medel-Ortíz R., Alvarado-Rosales, D., Hanna, J. W., Ross-Davis, A. L., Kim, M. S., Klopfenstein, N. B. (2018). *Armillaria mexicana*, a newly described species from Mexico. *Mycologia*, 110, 347–360.

Fuentes-Aragón, D., Juárez-Vázquez, S. B., Vargas-Hernández, M., Silva-Rojas, H. V. (2018). *Colletotrichum fructicola*, a member of *Colletotrichum gloeosporioides* sensu lato, is the causal agent of anthracnose and soft rot in avocado fruits cv. 'Hass'. *Mycobiology*, 46, 92–100.

Bautista, N., Beltran, H., Castañeda, A., Chavez, M., Equihua, A., Durán, E., Fierro, D., González, H., González, G., Lomelí, R., Marroquín, F., Michúa, J., Nava, C., Nieto, D., Ochoa, S., Ochoa, D., Rodríguez, E., Santillán, M.T., Saucedo, R., Soria, J., Téliz, D., Valdovinos, G., Vallejo, M. (2013). El aguacate en Michoacán: plagas y enfermedades. APEAM AC-SENASICA. México

Hartill, W. F. T., Everett, K. R. (2002). Inoculum sources and infection pathways of pathogens causing stem-end rots of 'Hass' avocado (*Persea americana*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30, 249-260.

Hernández, M. L. B. (1999). Aislamientos de *Rhizoctonia* sp de aguacate (*Persea americana* Mill). Tesis de licenciatura. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" U.M.N.S.H. Uruapan, Michoacán, México.

Jiménez, B. R. (1987). Memoria del primer curso fitosanitario y de nutrición en aguacate. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" U.M.N.S.H. Uruapan, Michoacán, México. pp. 165-166.

Marais, L. J. (2004). Avocado diseases of major importance worldwide and their management. In: *Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II*. Naqvi SAMH (Ed.). Springer Science + Business Media Inc. USA. pp. 1–36.

Martínez, B. R. (1977). Relación de enfermedades del aguacatero en la región de Uruapan, Michoacán y áreas adyacentes. Pfizer de México. 37 p.

Martínez, B. R. (1987). Enfermedades radicales. Memoria del primer curso fitosanitario y de nutrición en aguacate. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" U.M.N.S.H. Uruapan, Michoacán, México. 182 p.

Morales, G. L. (1983). Estudio sobre las principales enfermedades radicales que atacan al aguacatero (*Persea americana* Mill.) en los municipios de San Juan Nuevo y Uruapan, Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" U.M.N.S.H. Uruapan, Michoacán, México.



Morales-García, J. L., Mendoza-López, M. R., Coria-Avalos, V. M., Aguirre-Montañez, J. L., Sánchez-Pérez, J. L., Vidales-Fernández, J. A., Tapia-Vargas, L. M., Hernández-Ruíz, G., Alcántar-Rocillo, J. J. (2013). Tecnología Produce Aguacate en Michoacán. COFUPRO. 1-32 p.

Nelson, P. E., Tammen, R. y Baker, R. (1981). Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. 51-80. In M. E. Mace. A: Bell and C. C. H. Beckman, (Eds.) Fungal wilt diseases of plants. Academic. New York.

Ochoa, A. S. (1997). Pudrición de raíz y tallo del aguacate causado por *Rhizoctonia*. Memorias XXIV Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología.

Olalde-Lira, G. G., Raya-Montaño, Y. A., Apérez-Barríos, P., Vargas-Sandoval, M., Pedraza-Santos, M. E., Raymundo, T., Valenzuela, R., Lara-Chávez, M. B. N. (2020). Characterization of *Fusarium spp.*, a Phytopathogen of avocado (*Persea americana* Miller var. *drymifolia* (Schltdl. and Cham.)) in Michoacán, México. REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, 52(2), 301-316.

Pérez, M. (2008). Significant Avocado Diseases Caused by Fungi and Oomycetes. Eur. J. Plant Sci. Biotechnol., 2(1), 1-24.

Ramírez-Gil, J. G., Castañeda-Sánchez, D. A., Morales-Osorio, J. G. (2016). Production of avocado trees infected with *Phytophthora cinnamomi* under different management regimes. Plant Pathology, 66(4), 623-632.

Ramírez, V. J., Estrada, R. F. J., Sáinz, R. R. A. (1996). Cultivo, enfermedades y plagas del aguacatero. Colección Aula Magna USA, Ciencias Agrícolas. Núm. 3. 105 p.

Ramírez-Gil, J. G., Morales-Osorio, J. G. (2021). Diseases and disorders associated with different stages of crop development and factors that determine the incidence in Hass avocado crops. Revista Ceres, 68, 71-82.

Siahaan, S. A. S., Hidayat, I., Kramadibrata, K., Meeboon, J., Takamtsu, S. (2016). *Podosphaera persea-americanae*, a new powdery mildew species on *Persea americana* (avocado) from Indonesia. Mycoscience, 57(6), 417-421.

Silva-Rojas, H. V., Ávila-Quezada, G. D. (2011). Phylogenetic and morphological identification of *Colletotrichum boninense*: a novel causal agent of anthracnose in avocado. Plant Pathology, 60(5), 899-908.

Téliz, D. (2000). El aguacate y su manejo integrado. Editorial Mundi-Prensa. 236 p.



Téliz, D., Mora, A. (2015). Enfermedades. En: El aguacate y su manejo integrado. Téliz, D., Mora, A. (Eds.), Biblioteca básica de agricultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 171-205.

Téliz D., Mora, A., Velazquez, C., García, R., Mora, G., Rodriguez, P., Etchevers, B. J., Salazar, S. (1992). Integrated management of *Phytophthora* root rot of avocado in Atlixco, Puebla, Mexico. II World Avocado Congress. Proceedings Vol. 1: 79-87.

Twizeyimana, M., Förster, H., McDonal, V., Wang, D. H., Adaskaveg, J. E., Eskalen, A. (2013). Identification and pathogenicity of fungal pathogens associated with stem-end rot of avocado in California. Plant Disease, 97(12), 1580-1584.

Valencia, A. L., Gil. P. M., Latorre, B. A., Rosales, I. M. (2019). Characterization and pathogenicity of Botryosphaeriaceae species obtained from avocado trees with branch canker and dieback and from avocado fruit with stem end rot in Chile. Plant disease, 103(5), 996-1005.

Vidhyasekaran, P. (2004). Concise encyclopedia of plant pathology. Food Products Press and The Haworth Reference Press. Binghamton, NY. 587 p.

12.

Control de malezas en el cultivo de aguacate

Juan Carlos Martínez Álvarez
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa.



Las malezas o malas hierbas son consideradas uno de los factores biológicos más importantes en los sistemas de producción agrícola ya que, debido a sus características de adaptación, agresividad, eficiencia reproductiva y supervivencia, invaden y afectan de forma negativa al crecimiento y rendimiento de los cultivos al competir con estos por nutrientes, luz, agua y espacio (Barman et al., 2014; Bernal Estrada et al., 2013; Chauhan & Mahajan, 2014). Además de competir por recursos, las malezas también pueden ser hospederas de insectos plaga, hongos y **nematodos** fitopatógenos, lo cual causa pérdidas económicas debido a una reducción en el rendimiento y la calidad de la cosecha (Bernal Estrada et al., 2013).

El control de malezas es una de las prácticas más costosas y delicadas dentro del manejo sanitario en los cultivos, y puede representar hasta un 30% de los costos en mano de obra (Bernal Estrada et al., 2013). Además, se estima que el 34% de las pérdidas potenciales de los cultivos se deben a las malezas, en comparación con el 16% de los patógenos y el 18% de las plagas (Chauhan & Mahajan, 2014).

En el cultivo del aguacate, los efectos nocivos de las malezas son de gran relevancia durante el ciclo vegetativo, principalmente en las etapas de vivero y de establecimiento, esto se debe a que el desarrollo inicial de la planta es lento y posee área foliar limitada, quedando en el terreno un área

significativa de exposición a las condiciones ambientales que favorecen la reproducción y diseminación de las malas hierbas, por otra parte, en plantaciones adultas, el propio sombreado de las hojas de los árboles hace que la presencia de malezas cerca del tronco deje de ser un problema significativo (Bernal Estrada et al., 2013).

Para el control de malezas en plantaciones de aguacate, han sido utilizados diversos métodos con diferente grado de efectividad, entre los que se puede hacer mención los siguientes:

Control preventivo

Este método consiste en evitar la introducción de semillas y propágulos, así como el establecimiento y diseminación de nuevas especies de malezas en los terrenos de cultivo. Esto requiere de capacidad para identificar semillas, plántulas y plantas maduras de las diferentes especies de malezas. Un medio muy común para la diseminación de las malas hierbas es el sustrato del material de siembra. Después de introducir una maleza en un terreno, su erradicación es casi imposible y es aquí donde comienza el proceso interminable de manejo de malezas (Gelmini, Trani, Sales, & Victoria Filho, 1994).

Control cultural

Las prácticas culturales son una herramienta de gran utilidad, con estas se busca propiciar las condiciones favorables para el establecimiento del cultivo, su desarrollo vigoroso y la competencia exitosa con las malezas presentes en el cultivo. Algunos ejemplos de las prácticas culturales que deben ser llevadas a cabo para un buen manejo cultural de malezas son una buena preparación del terreno, selección de plantas de buena calidad, densidad óptima de siembra, siembra oportuna, un buen control de plagas y enfermedades y niveles adecuados de fertilización (Cerna, 1994).

Control mecánico

El control mecánico consiste en cortar o arrancar las plantas ajenas al cultivo y son prácticas relacionadas principalmente a pequeñas infestaciones (Bussan, Dewey, Whitson, & Trainor, 2001). El control mecánico es un método práctico y eficaz; sin embargo, su éxito depende de lo oportuno de su realización y, principalmente, de la disponibilidad y costo de la mano de obra (Bernal Estrada et al., 2013). En el cultivo de aguacate se deben controlar las malezas que se encuentran alrededor del plato del árbol, esto se puede hacer utilizando herramientas como la chapeadora, guadaña o machete, logrando que se mantengan a nivel del piso sin que el suelo quede desprotegido por la cobertura vegetal y evitando de esta manera afectar las raíces del árbol ya que en el aguacate estas se encuentran muy superficiales y cualquier herida podría permitir la entrada de agentes patógenos y causar daños severos a la plantación (Figura 1A) (Lavaire & Morazán, 2013; Zapata Guzmán et al., 2018).

Control físico

Existen varias actividades relacionadas con el control físico de malezas en el cultivo de aguacate, entre las más utilizadas se encuentran la solarización, los cultivos de cobertura, el uso de plásticos y el uso de coberturas muertas o mantillo (mulch).

Solarización

La solarización es un proceso hidrotérmico que se produce al cubrir el suelo húmedo con plástico transparente y su exposición a la radiación solar en los meses más cálidos (Arbolea, 2018). Es una técnica muy eficiente que controla semillas y plantas de un amplio espectro de especies de malezas. La temperatura alcanzada por el suelo durante este proceso es suficiente para controlar plagas, enfermedades y nematodos que afectan a los cultivos (Figura 1B) (Horowitz, Regev, & Herzlinger, 1983).

Cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura son cubiertas de vegetales vivas (plantas de frijol, soya, trigo, etc.) que protegen el suelo y que pueden ser temporales o permanentes. Se siembran con el fin de maximizar el uso de la tierra y evitar el desarrollo de las malezas, principalmente, en huertos jóvenes, y como una medida de conservación durante las estaciones del año en las que no hay otros cultivos o como cubierta protectora bajo los árboles (Figura 1C) (Pound, 1999).

Plásticos

Al cubrir el suelo con plásticos negros se logra un efecto negativo sobre el desarrollo de las malezas debido a la ausencia de luz. Este método es relativamente costoso y laborioso. Los plásticos negros y otras coberturas sintéticas deben ser evaluados localmente para determinar su relación costo-beneficio (Figura 1D) (Bernal Estrada et al., 2013).

Coberturas muertas o mantillo (mulch)

El uso de restos de vegetación (mantillo o mulch) puede producir un efecto similar al del plástico negro; además, ofrecen la ventaja de mejorar la estructura del suelo y, en algunos casos, suprimir las malas hierbas mediante la liberación de compuestos alelopáticos (Reyes, Alarcón, & Ferrera-Cerrato, 1997). Dichos residuos vegetales pueden ser incorporados de forma manual, o pueden cortarse y dejar secar en el suelo antes de su uso. La aplicación de mantillo después del planteo o antes de la germinación de las malezas, trae muchos beneficios a los cultivos, se disminuye el uso de productos químicos y satisface, en parte, las demandas nutricionales de los árboles. Además, los mantillos tienen una influencia significativa en la humedad y temperatura del suelo (Figura 1E) (Matković et al., 2015).

Control químico

El control químico de malezas en el cultivo de aguacate no es aconsejable en los primeros años debido a que, en plantaciones jóvenes, la aplicación de herbicidas puede causar problemas de toxicidad a las plántulas. El control químico es una alternativa económica para el manejo de estas especies en áreas extensas, donde la disponibilidad y el costo de la mano de obra son factores limitantes para el control manual o mecánico (Lavaire & Morazán, 2013). Este método no es el más importante y más efectivo, pero puede emplearse como complemento de los métodos antes mencionados (preventivo, cultural, mecánico y físico). Los productos a utilizar pueden ser herbicidas de contacto o sistémicos, preemergentes o posembrantes. Se recomienda consultar a personal técnico con conocimiento en el tema, antes de realizar cualquier aplicación de un herbicida (Akobundu, 1987), esto debido a que, cuando estos no son utilizados de manera correcta, sus componentes pueden causar pérdidas económicas en el cultivo, así como daños a la salud y medioambiente (Cordoba & Casas, 2003) (Figura 1F).

Control biológico

El método de control biológico consiste en la utilización de insectos y/o patógenos para el control de malezas (Bernal - Estrada et al., 2013). Lamentablemente, en plantaciones de aguacate, no existe a la fecha la utilización de este tipo de productos en el nivel práctico o comercial, por lo cual, los esfuerzos deben dedicarse al manejo integrado de las malezas mediante la combinación de los métodos culturales, manuales, mecánicos y químicos en espera de alguna herramienta biológica de apoyo (Bernal- Estrada et al., 2013).

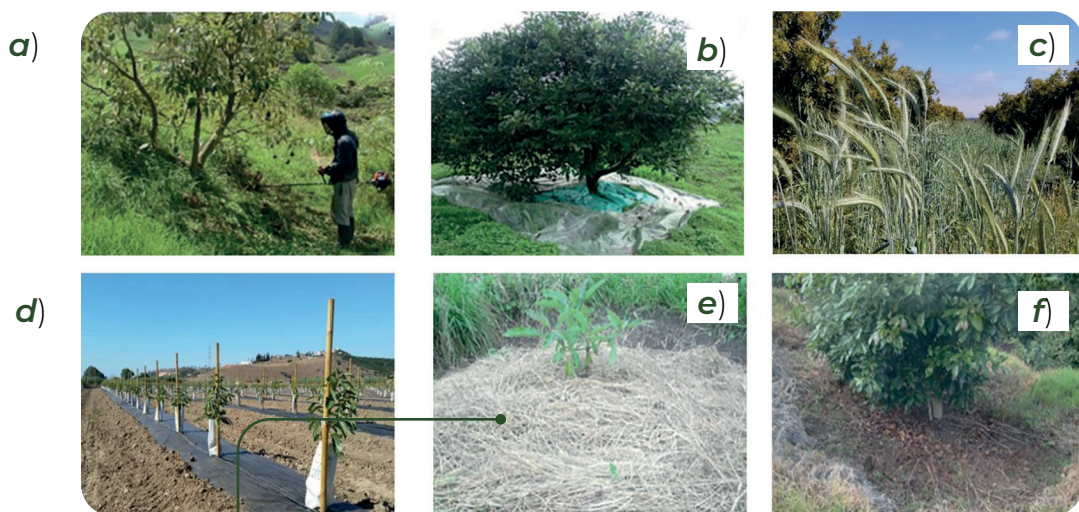


Figura 1. Métodos de control de malezas en cultivos de aguacate. A) Guadaña, B) solarización, C) cultivos de cobertura, D) plásticos, E) cobertura muerta, F) herbicidas. Imágenes: A, B, E y F (Ramírez-Gil, 2017); C (Rowe, 2019); D (Cultifort, 2021).



Referencias

Akobundu, I. O. (1987). *Weed science in the tropics. Principles and practices* (J. Wiley Ed.). Chichester, UK.

Arbolea, J. (2018). *Solarización una técnica de manejo integral de malezas y plagas*. Montevideo, Uruguay: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA.

Barman, K., Singh, V. P., Dubey, R., Singh, P. K., Dixit, A., Sharma, A. (2014). Challenges and opportunities in weed management under a changing agricultural scenario. In B. S. C. a. G. Mahajan (Ed.), *Recent advances in weed management* (pp. 365-390). New York: Springer.

Bernal Estrada, J., Díaz Díez, C., Osorio Toro, C., Tamayo Vélez, Á., Osorio Vega, W., Córdoba Gaona, O., Varón Devia, E. (2013). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. Medellín, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)

Bussan, A., Dewey, S., Whitson, T., Trainor, M. (2001). *2001–2002 Montana–Utah–Wyoming Weed Management Handbook*. Cerna, L. T. (1994). *Manejo mejorado de malezas* (E. Libertad Ed.). Perú: Concytec.



Chauhan, B. S., Mahajan, G. (2014). Recent advances in weed management. New York, USA: Springer.

Cordoba, O., Casas, H. (2003). Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina. Boletín técnico 20.

Cultifort. (2021). Cultivo del aguacate: consejos de un experto. Disponible en: <https://www.cultifort.com/cultivo-aguacate-consejos-experto/>

Gelmini, G., Trani, P., Sales, J., Victoria Filho, R. (1994). Manejo integrado de plantas daninhas. Instituto Agronomico Campinas, Sao Paulo, Documento IAC(37), 23.

Horowitz, M., Regev, Y., & Herzlinger, G. (1983). Solarization for weed control. Weed Science, 170-179.

Lavaire, E., Morazán, F. (2013). Manual Técnico del Cultivo de Aguacate en Honduras. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, 17-20.

Matkovic, A., Božic, D., Filipovic, V., Radanovic, D., Vrbnicanin, S., Markovic, T. (2015). Mulching as a physical weed control method applicable in medicinal plants cultivations. Lekovite sirovine, 35, 37-51.

Pound, B. (1999). Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América Latina. Animal production and health, 143-170.

Ramírez-Gil, J. (2017). Arvenses en cultivos de aguacate, tomate de árbol, pastos y forrajes y su relación con el rendimiento y costos de producción. Cultivos Tropicales, 38(3), 14-23.

Reyes, J. C., Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R. (1997). Uso de coberteras en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.): efectos en nutrición y fitosanidad. Disponible en: http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex_1997/ecol_1_97.pdf

Rowe, A. (2019). Avocado Growers Talk Cover Crops. Disponible en: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=30843>

Zapata-Guzmán, J. E., Tobón-Acevedo, J. D., Patiño-Tiria, H. I., Palacios, E. H., Mejía-Córdoba, C. A., Marín-Zapata, H. D., Alcaraz-Machado, C., Alcaraz Guzmán, E. (2018). El cultivo de aguacate *Persea americana* en el occidente de Antioquia (Primera Edición): Complejo tecnológico, turístico y agroindustrial del occidente antioqueño. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). 64 p.

13.

Plagas asociadas al cultivo de aguacate

Delfina Salinas Vargas¹ Carlos Ligne Calderón Vázquez
CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa
Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Tecnológico Nacional
de México. ²CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa



En el cultivo del aguacate en México se presentan diversas plagas de importancia económica, como los barrenadores de ramas y hueso, los thrips, ácaros, escamas armadas, además de insectos que se consideran como plagas ocasionales que incluyen a varias especies de lepidópteros defoliadores, algunas especies de mosca blanca, agalla y periquito del aguacate, chicharritas y otras especies de insectos escama de la familia Coccidae (Equihua-Martínez et al., 2007). Como mención especial, las hormigas arrieras, también conocidas como mochomos, han sido observadas en Sinaloa, causando problemas fuertes de defoliación o deshojar total o parcialmente las plantas jóvenes en pocas horas.

Por lo que, es importante señalar que pueden llegar a afectar la productividad, sanidad y la calidad del fruto. Aunque, la población de estos insectos varía según las condiciones ambientales de cada región. Es recomendable realizar monitoreos constantes en las huertas de aguacate para la detención de insectos llevando a cabo un manejo integrado de plagas (MIP) con el fin de garantizar la producción del cultivo.

A continuación, se presentan imágenes de los diferentes tipos de insectos asociados al cultivo de aguacate.

Barrenador de las ramas (Coleóptero: Curculionidae)



Figura 1. Adulto *Copturus aguacatae* y daños en ramas de la planta

Las hembras ovipositan principalmente en los brotes tiernos, en infestaciones severas Barrenan ramas gruesas de dos o más años y ocasionalmente troncos. Los insectos adultos son de cuerpo robusto, de coloración pardo rojiza, y miden de cuatro a cinco milímetros de longitud, el pico fuertemente inclinado hacia la región ventral (Figura 1). La larva de color blanco lechoso.

Barrenadores pequeños del hueso de aguacate

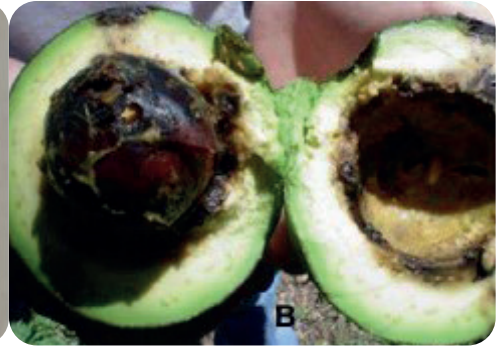


Figura 2. Adulto *Conotrachelus aguacatae* y daños en fruto e internos.

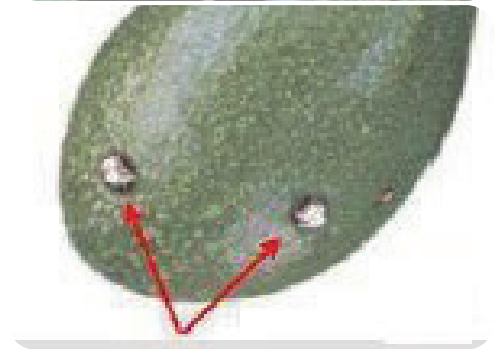


Figura 2. *Conotrachelus perseae*, daños en fruto y hueso o semilla.



Las hembras hacen daño al hacer perforaciones con el pico y oviposita en el mesocarpio y cuando emerge la larva se alimenta de la pulpa y hueso ocasionando caída y baja calidad del fruto. El adulto es de color café rojizo a oscuro, las larvas de color blanco (Fig. 2 y 3).

Barrenador grande del hueso de aguacate



Figura 4. Adulto *Heilipus lauri*, y daños en fruto.

Palomilla barrenadora del hueso de aguacate



Figura 5. Larva de *Stenoma catenifer*, adulto y daño en fruta

La larva provoca tres tipos de daño: 1) Perforación del brote terminal y los laterales del aguacate, formando túneles de hasta 25 cm, los brotes atacados se marchitan y mueren. 2) Corta los pedúnculos y la base de los frutos pequeños, como resultado los frutos verdes y pequeños caen. 3) Daño en frutos grandes y casi maduros en los cuales las larvas perforan la pulpa en numerosas galerías, produciendo caída prematura y pudrición. Al penetrar al fruto, los estadios más avanzados se alimentan de la semilla donde viven en galerías. En la cáscara del fruto se observan exudaciones y excremento de la larva (Fig. 5).

Agalla del aguacate (*Trioza anceps*)



Figura 6. Adulto, agallas en hojas y ninfa

El daño lo causan las ninfas al alimentarse de la savia de las hojas, además inyectan una toxina que provoca hiperplasia e hipertrofia (agallas) (Fig. 6).

Periquito del aguacatero (*Metcalfiella monograma*)



Figura 7. Adultos y ninfas de periquito

Las ninfas y los adultos se alimentan succionando la savia de las hojas y ramas, y su vez secretan azucares y en esta se forma el hongo llamado fumagina (Fig. 7)

Trips



Figura 8. Trips adulto y daño en frutos en estado de "cerillo" y "canica".

Existen varias especies de trips, sin embargo, para aguacate las principales son ***Frankliniella*** y ***Scirtothrips***. Causan daño en inflorecencias jóvenes, llegando a bloquear la fecundación

y por lo tanto disminuir el rendimiento de frutos y de la calidad del fruto, por la aparición de abultamientos en la parte superficial del fruto (Fig. 8).

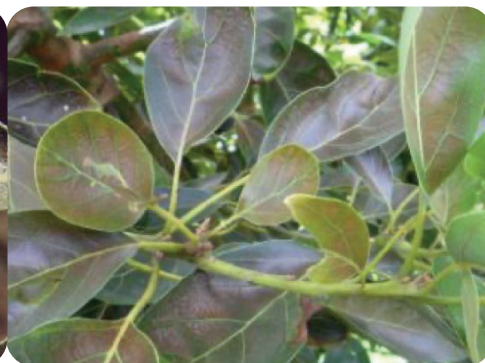
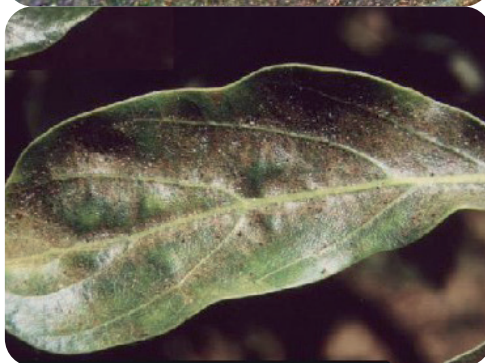
Ácaros o araña cristalina



Figura 9. *Oligonychus perseae* y síntomas de daños en hojas



Figura 10. *Oligonychus punicae* y síntomas de daños en hojas.



Los ácaros causan daño en las hojas al alimentarse en el haz (*Oligonychus punicae*) y en el envés de las hojas (*O. perseae*), lo cual disminuye la actividad del árbol al succionar la savia y nutrientes (Fig. 9 y 10), e infestaciones altas puede llegar a causar caída de hojas y hasta muerte del árbol.



Figura 11. Mosca blanca.



Figura 12. Escama armada en fruto y rama.

Las escamas se alimentan de hojas, tallos y frutos. En altas densidades pueden causar defoliación.

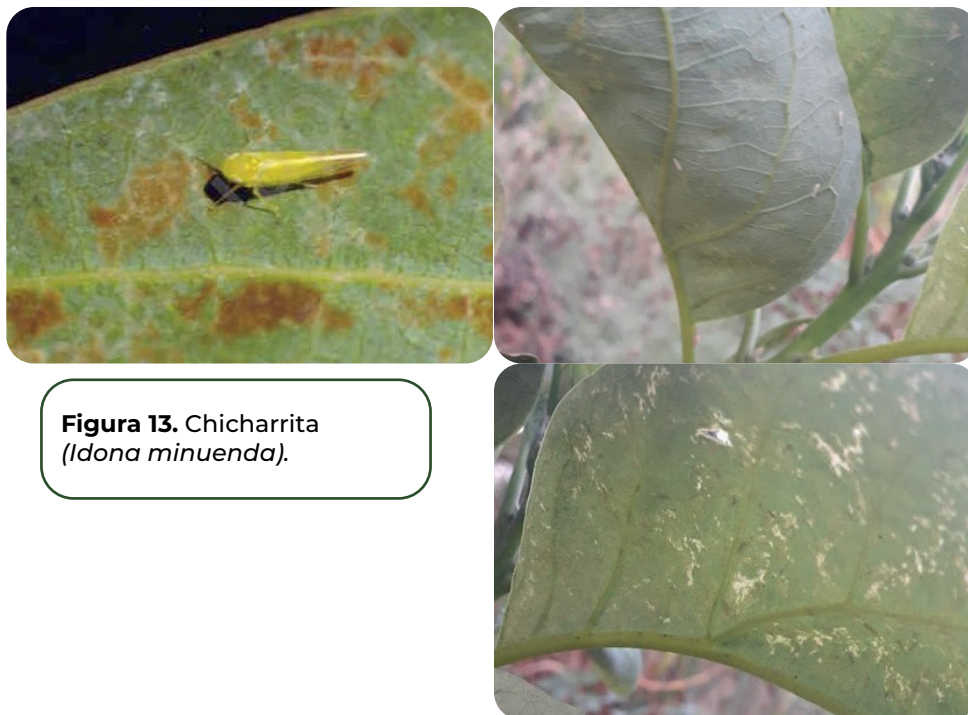


Figura 13. Chicharrita (*Idona minuenda*).

Escarabajo ambrosia del laurel rojo y el escarabajo barrenador polífago

Recientemente, sanidad vegetal ha reportado que estos insectos son plagas potenciales para la producción de aguacate y representan mayor riesgo para el cultivo comercial. Son provenientes de Asia y recientemente Estados Unidos de América. En México se detectó ya en 2015-2017 en los municipios de Tijuana, Playas de Rosarito, Ensenada y Tecate (SENASICA, 2020). La detección de estas plagas se hace mediante un sistema de monitoreo de la aparición del insecto adulto y síntomas en los troncos (Fig.14).



Figura 14. Fotografías barrenadores del complejo de escarabajos ambrosiales y síntomas en aguacate. Arriba, adultos de *Euwallacea* sp., hembra (1.9-2.5 mm) y macho (1.5-1.6 mm). Se pueden observar las perforaciones de 0.8 mm de diámetro en troncos y ramas y la formación de “volcanes de azúcar” típicos de la invasión. Abajo, especímenes adultos de *Xyleborus glabratus* hembra y macho. A la derecha, se observan agujeros redondos en el tallo, perforaciones y manchado de la madera.



Referencias



Bautista-Martínez, N. (2006). Insectos Plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de postgraduados. 1a. Edición. Texcoco, Edo. de México. 113 p.

Coria-Avalos, V. M., Ayala-Sánchez, A., (2010). Manejo de ácaros del aguacate en México. Folleto técnico 20. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC-CIRPAS. Campo Experimental Uruapan / Campo Experimental Zacatepec. Uruapan, Michoacán. 19 p.

Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E., González-Hernández, H. (2007). Capítulo 7. Plagas del Aguacate. pp. 133-169. En: Téliz, D. y A. Mora (eds.). El Aguacate y su Manejo Integrado. Ed. Mundi-Prensa. 2a. Edición. México, D.F.

Guía de síntomas y daños del complejo de insectos ambrosiales. SAGARPA- SENASICA. Disponible en: <http://sivicoff.cnf.gob.mx>.

González-Hernández, H., Ortega-Arenas, L. D., Santillán-Galicia, M. T., Johansen-Naime, R., Lomelí-Flores, J. R., Ochoa-Ascencio, S., Villegas-Jiménez, N., Vargas-Sandoval, M., Guzmán-Franco, A. W., Avendaño-Gutiérrez, F. J., Lázaro-Castellanos, C.,

Guzmán-Valencia, S., Bravo-Pérez, D. (2017). Plagas de importancia económica del aguacate en México. Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate. Ciudad Guzmán, Jalisco, México. pp. 36-44.

Manejo fitosanitario de los ambrosiales. 2020. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. SENASICA. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/>

SENASICA. (2018). Manual de identificación de las principales plagas del aguacate en México. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Disponible en: <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF>

SENASICA. (2016). Fichas Técnicas Plagas Reglamentadas del Aguacatero. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/fichas-tecnicas-plagas-reglamentadas-del-aguacatero>

14.

Costos de establecimiento y mantenimiento de huertos de aguacate para Sinaloa

*Ayesha Yolitzin Peraza Magallanes (Mill Avocado SRL de CV),
Carlos Ligne Calderón Vázquez (CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa)*



Una cadena productiva de aguacate está conformada por productores, comercializadores, industrias de procesamiento, productores de material vegetal, proveedores de insumos, exportadores, universidades, centros de investigación e instituciones adscritas al gobierno que acompañen e impulsen el desarrollo de cada etapa. Este apartado, se enfoca en lo relacionado al eslabón de los productores dentro de la cadena productiva y recoge los estimados de los costos de los insumos y servicios necesarios para establecer y mantener un huerto de aguacate en la región.

Para los costos que se presentan en la siguiente tabla, se toma como base una plantación en una hectárea con una densidad de 400 plantas / Ha., con los costos por año, desde el establecimiento hasta los siguientes años. Cabe mencionar que en los costos que se presentan, no se consideran los costos

de cosecha, transporte ni almacenamiento del fruto, los cuales, generalmente son considerados por los comercializadores, esto es, el siguiente eslabón de la cadena productiva del aguacate.

Cuadro 1. Costo de producción en pesos, por hectárea, para el establecimiento y manejo del primer año del cultivo semitecnificado de aguacate, para el estado de Sinaloa, con base en los costos de insumos y servicios ofertados en la región durante la temporada 2020-2021. Modalidad: Riego por goteo en suelos adecuadas para su establecimiento.

| Apartado | Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--|---|---------|----------|-----------------|--------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | | |
| 1. RENTA DE TIERRA | | Ha | 1 | | \$ 12,000.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | |
| PREPARACIÓN DEL TERRENO | | | | | |
| | BARBECHO | JORNAL | | | \$ 1,200.00 |
| | SUBSOLEO (ARADO) | JORNAL | | | \$ 1,200.00 |
| | RASTREO | JORNAL | | | \$ 1,200.00 |
| | NIVELACIÓN | JORNAL | | | \$ 1,000.00 |
| | EXCAVADO | JORNAL | | | \$ 400.00 |
| | TRAZADO DE LA PLANTACIÓN | JORNAL | | | \$ 600.00 |
| SIEMBRA | | | | | |
| | DESINFECCIÓN DEL SUELO | JORNAL | | | \$ 1,200.00 |
| | APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA | JORNAL | | | \$ 1,600.00 |
| | PLANTACIÓN Y FORMACIÓN DE TAZA | JORNAL | | | \$ 4,000.00 |
| | ESTAQUILLADO | JORNAL | | | \$ 1,600.00 |
| APLICACIÓN DE FERTILIZANTES E INSUMOS | | | | | |
| | APLICACIÓN DE FERTILIZANTE | JORNAL | | | \$ 1,200.00 |
| | APLICACIÓN DE INSECTICIDA, FUNGICIDA, HERBICIDAS | JORNAL | | | \$ 3,200.00 |
| MANTENIMIENTO DE PLANTACIÓN | | | | | |
| | PODAS | TÉCNICO | | | \$ 600.00 |
| | APLICACIÓN DE ACOLCHADO | JORNAL | | | \$ 600.00 |
| | APLICACIÓN DE PROTECTOR SOLAR | JORNAL | | | \$ 400.00 |
| | CONTROL DE RIEGO | JORNAL | | | \$ 1,000.00 |

| Apartado | Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 3. INSUMOS | | | | | |
| PARA SIEMBRA | | | | | |
| | COLOR PARA DESINFECCIÓN | | | | \$ 1,000.00 |
| | PLANTA DE AGUACATE (INCLUYE 10% REEMPLAZO) | UNIDAD | 440 | \$ 180.00 | \$ 79,200.00 |
| | ESTACAS | PIEZA | 800 | \$ 5.00 | \$ 4,000.00 |
| SISTEMA DE RIEGO | | | | | |
| | INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO GOTEO | LOTE | 1 | \$ 60,000.00 | \$ 60,000.00 |
| FERTILIZACIÓN Y MICROORGANISMOS BENÉFICOS | | | | | |
| | ABONO ORGÁNICO | UNIDAD | 40 | \$ 180.00 | \$ 7,200.00 |
| | TRICODERMA Y OTROS BENÉFICOS | | | | \$ 6,000.00 |
| | FERTILIZANTES | | | | \$ 12,000.00 |
| | ENRAIZADOR | | 4 | \$ 120.00 | \$ 480.00 |
| CONTROL DE MALEZAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES | | | | | |
| | INSECTICIDAS | | | | \$ 2,000.00 |
| | FUNGICIDAS | | | | \$ 2,000.00 |
| | HERBICIDA | | | | \$ 2,000.00 |
| MANTENIMIENTO DE PLANTACIÓN | | | | | |
| | RASTROJO PARA ACOLCHADO | PACA | 50 | \$ 120.00 | \$ 6,000.00 |
| | SELLADOR PARA CORTES/HERIDAS | | | | \$ 2,000.00 |
| | PROTECTOR CONTRA QUEMADURAS POR SOL (CAL Y OXICLORURO DE COBRE) | | | | \$ 2,000.00 |
| CERTIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD | | | | | |
| | SEÑALÉTICAS | | | | |
| | BITÁCORA DE HUERTO | | | | |
| | CERCO | | | | |

4. SERVICIOS**PREPARACIÓN DEL TERRENO**

| | | | | |
|--|----------|--|--|-------------|
| RENTA DE MAQUINARIA PARA BARBECHO | HORA/DIA | | | \$ 4,000.00 |
| RENTA DE MAQUINARIA PARA SUBSOLEO | HORA/DIA | | | \$ 1,000.00 |
| RENTA DE MAQUINARIA PARA RASTREO | HORA/DIA | | | \$ 700.00 |
| RENTA DE MAQUINARIA PARA NIVELACIÓN | HORA/DIA | | | \$ 400.00 |
| RENTA DE MAQUINARIA BARRENADOR | HORA/DIA | | | \$ 3,000.00 |

| Apartado | Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|---------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE SUELO Y AGUA | | | | | |
| | ANÁLISIS DE SUELO INICIAL | SERVICIO | 3 | \$ 640.00 | \$ 1,920.00 |
| | ANÁLISIS DE SUELO SEGUIMIENTOSERVICIO | | 3 | \$ 640.00 | \$ 1,920.00 |
| | ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA | SERVICIO | 1 | \$ 640.00 | \$ 640.00 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | | \$ 232,460.00 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | |
| RIEGO | | | | | |
| | CUOTA DE AGUA | CUOTA | | | \$ 2,000.00 |
| | ENERGÍA MOTORES DE RIEGO | | | | \$ 4,000.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | \$ 5,000.00 |
| | ASESORÍA TÉCNICA | | | | \$ 1,200.00 |
| | DIAGNÓSTICOS DE ENFERMEDADES | | | | \$ 1,400.00 |
| | ADMINISTRACIÓN (5% CD) | | | | \$ 11,623.00 |
| | IMPREVISTOS (2% CD) | | | | \$ 4,649.20 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | | \$ 29,872.20 |

Cuadro 2. Costo de mantenimiento en pesos, por hectárea, para el segundo año y posteriores, del cultivo semitecnificado de aguacate, para el estado de Sinaloa, con base en los costos de insumos y servicios ofertados en la región durante la temporada 2020-2021. Modalidad: Riego por goteo en suelos adecuados para su establecimiento.

| Apartado | Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|---------------------------|--------------------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | | |
| 1. RENTA DE TIERRA | | Ha | 1 | | \$ 12,000.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | |
| SIEMBRA | | | | | |
| | PLANTACIÓN Y FORMACIÓN DE TAZA | JORNAL | | | \$ 600.00 |
| | ESTAQUILLADO | JORNAL | | | \$ 600.00 |

| Apartado | Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--|--|---------|----------|-----------------|---------------------|
| APLICACIÓN DE FERTILIZANTES E INSUMOS | | | | | |
| | APLICACIÓN DE FERTILIZANTE | JORNAL | | | \$ 1,200.00 |
| | APLICACIÓN DE INSECTICIDA, FUNGICIDA, HERBICIDAS | JORNAL | | | \$ 3,200.00 |
| MANTENIMIENTO DE PLANTACIÓN | | | | | |
| | PODAS | TÉCNICO | | | \$ 600.00 |
| | APLICACIÓN DE ACOLCHADO | JORNAL | | | \$ 600.00 |
| | APLICACIÓN DE PROTECTOR SOLAR | JORNAL | | | \$ 400.00 |
| | CONTROL DE RIEGO | JORNAL | | | \$ 1,000.00 |
| 3. INSUMOS | | | | | |
| PARA SIEMBRA | | | | | |
| | COLOR PARA DESINFECCIÓN | | | | \$ 1,000.00 |
| | PLANTA DE AGUACATE (INCLUYE 10% REEMPLAZO) | UNIDAD | 40 | \$ 180.00 | \$ 7,200.00 |
| | ESTACAS | PIEZA | 400 | \$ 5.00 | \$ 2,000.00 |
| FERTILIZACIÓN Y MICROORGANISMOS BENÉFICOS | | | | | |
| | ABONO ORGÁNICO | UNIDAD | 10 | \$ 180.00 | \$ 1,800.00 |
| | TRICODERMA Y OTROS BENÉFICOS | | | | \$ 3,000.00 |
| | FERTILIZANTES | | | | \$ 10,000.00 |
| | ENRAIZADOR | | 4 | \$ 120.00 | \$ 480.00 |
| CONTROL DE MALEZAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES | | | | | |
| | INSECTICIDAS | | | | \$ 1,200.00 |
| | FUNGICIDAS | | | | \$ 2,000.00 |
| | HERBICIDA | | | | \$ 2,000.00 |
| MANTENIMIENTO DE PLANTACIÓN | | | | | |
| | RASTROJO PARA ACOLCHADO | PACA | 40 | \$ 120.00 | \$ 4,800.00 |
| | SELLADOR PARA CORTES/HERIDAS | | | | \$ 2,000.00 |
| | PROTECTOR CONTRA QUEMADURAS POR SOL (CAL Y OXICLORURO DE COBRE) | | | | \$ 2,000.00 |
| CERTIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD | | | | | |
| | SEÑALÉTICAS | | | | |
| | BITÁCORA DE HUERTO | | | | |
| | CERCO | | | | |
| 4. SERVICIOS | | | | | |
| ANÁLISIS DE SUELO Y AGUA | | | | | |
| | ANÁLISIS DE SUELO SEGUIMIENTOSERVICIO | | 3 | \$ 640.00 | \$ 1,920.00 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | | \$ 61,600.00 |

| Apartado | Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total |
|--------------------------------|------------------------------|--------|----------|-----------------|---------------------|
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | |
| RIEGO | | | | | |
| | CUOTA DE AGUA | CUOTA | | | \$ 2,000.00 |
| | ENERGÍA MOTORES DE RIEGO | | | | \$ 4,000.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | \$ 5,000.00 |
| | ASESORÍA TÉCNICA | | | | \$ 1,200.00 |
| | DIAGNÓSTICOS DE ENFERMEDADES | | | | \$ 1,400.00 |
| | ADMINISTRACIÓN (5% CD) | | | | \$ 3,370.00 |
| | IMPREVISTOS (2% CD) | | | | \$ 1,348.00 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | | \$ 17,912.00 |

Los costos en los cuadros 1 y 2 se muestran en pesos mexicanos, para establecimiento y mantenimiento en suelos adecuados para el cultivo en 1 hectárea. Se debe considerar que los costos no siempre son proporcionales, si se quisiera estimar el costo por 10 Ha. por ejemplo, el costo del sistema de riego no aumenta de manera proporcional, ni tampoco el costo de algunos insumos que pueden adquirirse por volumen.

Por otro lado, en el caso que algun productor quisiera usar un suelo con condiciones distintas a las recomendadas, tendría que considerar además, costos de maquinaria y mano de obra e insumos para levantar camas elevadas de al menos 1 metro de alto por un metro de ancho sobre las cuales sembrar. Además, dependiendo del tipo de suelo, podría requerirse de análisis de calidad de agua y suelo adicionales, de la aplicación de mejoradores de suelo y bioestimulantes para favorecer el crecimiento de los árboles.



El portal de internet de FIRA (Fondos Instituidos en Relación con la Agricultura) tiene una base de datos llamada Agrocostos, la cual contiene información de costos (de carácter informativo) para establecimiento y mantenimiento para el cultivo de aguacate, para Michoacán pero también para Sinaloa. Para esta entidad, se cuenta con costos de establecimiento 2019 así como para mantenimiento año 2 y año 3 de cultivo (2019) (www.fira.gob.mx). Se sugiere también revisar este portal frecuentemente para ver costos actualizados.

Referencias:

Sistema de costos agrícolas. Resumen de costos. Establecimiento de aguacate. Consultado en <https://www.fira.gob.mx/Nd/Agrocostos.jsp>

15.

Rentabilidad proyectada para el cultivo de aguacate en Sinaloa

Ayesha Yolitzin Peraza Magallanes (Mill Avocado SRL de CV),
Carlos Ligne Calderón Vázquez (CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa)



Para hablar de rentabilidad, se requiere por una parte los costos de inversión y manejo del huerto así como del rendimiento por hectárea y costos de venta en los mercados nacional e internacional. Entre otros factores, la calidad y el calibre del fruto determinan en gran medida el costo de venta. De acuerdo con la Norma Mexicana NMX-FF-016-SCFI-2016, el aguacate se clasifica en las siguientes categorías de calidad:

| CALIDAD | DESCRIPCIÓN |
|------------------------------|--|
| Clase extra (suprema) | Aguacate de calidad superior; uniformes en cuanto al grado de madurez, coloración y tamaño. Con un máximo de defectos superficiales muy leves en no más de 2 cm ² del total de la superficie. |
| Clase I | Aguacates de buena calidad, uniformes en cuanto a su grado de madurez, coloración y tamaño. Con leves defectos tales como raspaduras, rozaduras, Pueden presentar defectos ligeros en no más de 6 cm ² de su superficie causados por roña, trips, varicela seca, granizo y rozaduras. cuando no afecten el aspecto general del fruto. No se permiten defectos como "clavo", quemaduras solares ni heladas. Libres de daños mecánicos ni larvas. No deben afectar la pulpa en ningún caso. |

| CALIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------|--|
| Clase II | <p>Fruto uniforme como el de calidad I. Se permiten daños superficiales que afecten un máximo del 50 % de la superficie del fruto causados por roña, trips, varicela seca, granizo y rozaduras, siempre y cuando los aguacates conserven sus características esenciales de calidad, estado de conservación y su presentación. Deben estar libres de daños mecánicos que afecten severamente la pulpa del fruto. Pueden permitirse los siguientes defectos:</p> <p>a) Hasta 3 pústulas de “clavo” de un tamaño máximo de 1,0 cm de diámetro cada una;</p> <p>b) Un máximo de 10 pústulas de viruela seca;</p> <p>c) Quemaduras de sol en no más de 30 % de la superficie del fruto, siempre y cuando sea solo de color amarillo.</p> |
| No clasificado | Todo fruto que no clasifique como clase II, no se considera apto para el consumo fresco. |

De acuerdo con la misma norma así como con lo establecido en la norma NMX-FF-008 (ver 2.3), el fruto se clasifica según el calibre que alcancen de la siguiente forma:

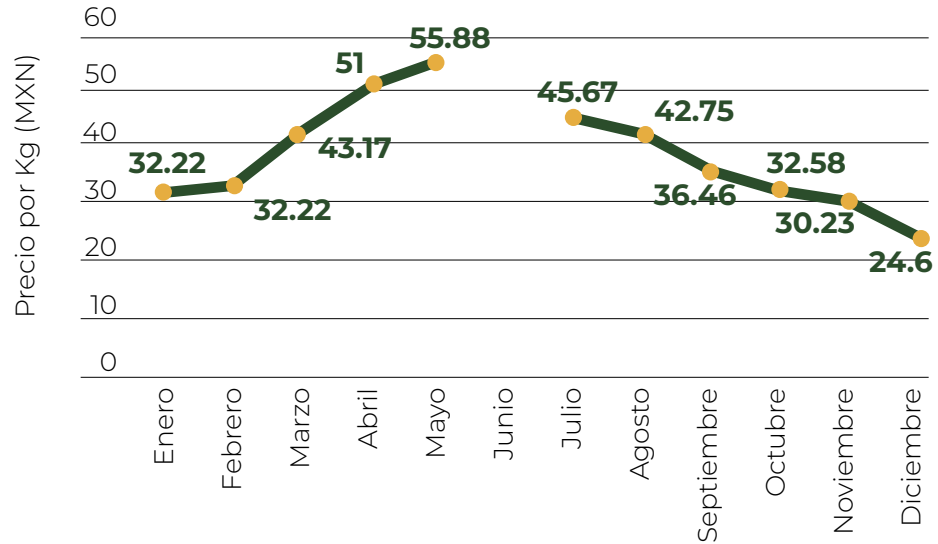
| Calibre | Nombre coloquial | Peso unitario del fruto (gramos) |
|---------|------------------|----------------------------------|
| A | Super Extra | Mayor a 265 |
| B | Extra | 211-265 |
| C | Primera | 171-210 |
| D | Mediano | 136-170 |
| E | Comercial | 85-135 |
| F | Canica | Menos de 85 |

Según la Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate en Uruapan Michoacán México (APROAM), los precios en huerta de Uruapan, Michoacán, por Kg de fruta, para la semana 1 del mes de diciembre del 2020 y la semana 1 de abril, son los siguientes:

| Para mercado de EUA | Precio por Kg diciembre 2020 | Precio por Kg abril 2021 | Para mercado nacional | Precio por Kg diciembre 2020 | Precio por Kg abril 2021 |
|---------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| CALIBRE 32 | \$24.00 | \$38 | SUPER EXTRA | \$10.00 | \$32 |
| CALIBRE 36 | \$24.00 | \$38 | EXTRA | \$8.00 | \$32 |
| CALIBRE 40 | \$22.00 | \$38 | PRIMERA | \$6.00 | \$30 |
| CALIBRE 48 | \$20.00 | \$38 | PRIMERA B | \$4.00 | \$22 |
| CALIBRE 60 | \$13.00 | \$45 | MEDIANO | \$6.00 | \$28 |
| CALIBRE 70 | \$12.00 | \$30 | COMERCIAL | \$4.00 | \$16 |
| CALIBRE 84 | \$10.00 | \$20 | | | |

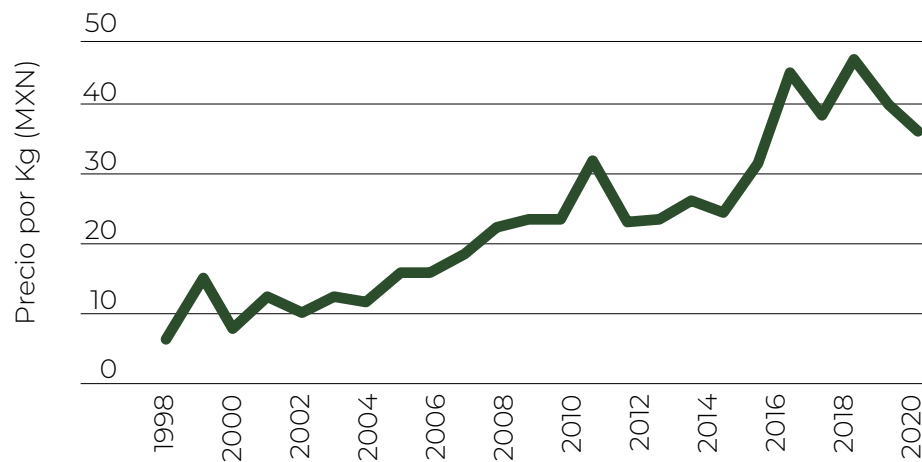
Una variable adicional a tomar en cuenta es la oferta de fruto. Aunque en varios estados, se cosecha aguacate en todos los meses del año, la temporada de invierno es la que tiene más oferta, lo que genera una baja en los precios. Como se puede observar en la gráfica siguiente y en la tabla anterior, sobre la variación de precios al consumidor en mercado de abastos, de aguacate Hass en el mercado nacional (Con información del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, SNIIM). Este comportamiento en los precios se ha venido observando en los últimos años y en distintas entidades del país. En Sinaloa, algunos huertos se comienza a cosechar aguacate San Miguel desde el mes de noviembre hasta enero. Mientras que para Hass, se cosecha a partir de diciembre y principios de febrero. Según entrevistas a productores en Angostura Sinaloa, se tienen registrados precios, en huerto de Hass de \$16 por Kg y calibres principalmente de primera (171-210 g por fruto) en diciembre del 2020. Para la variedad San Miguel, que no tiene mucha demanda por su coloración verde, los precios oscilan, en huerta entre 8 a 10 pesos por Kg.

Precio mensual promedio mercado nacional aguacate Hass 2020 (CDMX)



Finalmente, la tendencia a lo largo de los años en cuanto al precio del aguacate es a la alza. El gráfico representa los precios promedio de venta en mercado nacional, de aguacate Hass de primera. El precio del año 2021 se observa bajo aún porque el valor representa el promedio de enero a abril.

Evolución de precios de aguacate Hass de primera en mercado nacional



Rentabilidad proyectada.

Según los datos del SIAP (2020), los rendimientos promedio del cultivo de aguacate en México se encuentran en alrededor de 10.5 toneladas / Ha. Aún no se tienen datos robustos para el rendimiento en Sinaloa. Según esta misma plataforma se tienen registradas 148.5 Ha sembradas, de las cuales, 122.5 Ha fueron cosechadas en diciembre, con una producción de 2,038.45 Ton., lo que representa un rendimiento de 16.64 Ton / Ha (SIAP, 2020). Aunque no se especifica que variedades son cosechadas, en diciembre se cosecha tanto la variedad Hass como la variedad San Miguel.

Con base en los datos registrados y utilizando la media nacional, para Sinaloa, se estiman los siguientes indicadores de productividad para aguacate Hass, para 1 Ha de superficie sembrada y un rendimiento medio de 10.5 Ton:

| | | Valor total (1 Ha) |
|----------------------------|-------------|-----------------------|
| Rendimiento (Ton/Ha) | 10.5 | |
| Precio por Ton nacional | \$16,000.00 | \$168,000.00 |
| Precio por Ton exportación | No aplica | No aplica |

El cuadro siguiente muestra los egresos acumulados para un ejemplo de 1 Ha a 10 años:

| AÑO DE CULTIVO | Inversión por Ha (Mxn) | Inversión acumulada (Mxn) |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| ESTABLECIMIENTO | \$ 263,000.00 | \$ 263,000.00 |
| AÑO 2 | \$ 79,512.00 | \$ 342,512.00 |
| AÑO 3 | \$ 79,512.00 | \$ 422,024.00 |
| AÑO 4 | \$ 79,512.00 | \$ 501,536.00 |
| AÑO 5 | \$ 79,512.00 | \$ 581,048.00 |

| AÑO DE CULTIVO | Inversión por Ha (Mxn) | Inversión acumulada (Mxn) |
|----------------|------------------------|---------------------------|
| AÑO 6 | \$ 79,512.00 | \$ 660,560.00 |
| AÑO 7 | \$ 79,512.00 | \$ 740,072.00 |
| AÑO 8 | \$ 79,512.00 | \$ 819,584.00 |
| AÑO 9 | \$ 79,512.00 | \$ 899,096.00 |
| AÑO 10 | \$ 79,512.00 | \$ 978,608.00 |

Por otro lado, estos son los ingresos brutos:

| AÑO | RENDIMIENTO POR HECTAREA (TON) | PRECIO ESTIMADO / TON | INGRESOS BRUTOS ANUALES | INGRESOS BRUTOS ACUMULADOS |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| ESTABLECIMIENTO | 0 | \$ 16,000.00 | \$ - | \$ - |
| AÑO 2 | 0 | \$ 16,000.00 | \$ - | \$ - |
| AÑO 3 | 6 | \$ 16,000.00 | \$ 96,000.00 | \$ 96,000.00 |
| AÑO 4 | 10 | \$ 16,000.00 | \$ 160,000.00 | \$ 256,000.00 |
| AÑO 5 | 12 | \$ 16,000.00 | \$ 192,000.00 | \$ 448,000.00 |
| AÑO 6 | 15 | \$ 16,000.00 | \$ 240,000.00 | \$ 688,000.00 |
| AÑO 7 | 15 | \$ 16,000.00 | \$ 240,000.00 | \$ 928,000.00 |
| AÑO 8 | 17 | \$ 16,000.00 | \$ 272,000.00 | \$ 1,200,000.00 |
| AÑO 9 | 17 | \$ 16,000.00 | \$ 272,000.00 | \$ 1,472,000.00 |
| AÑO 10 | 17 | \$ 16,000.00 | \$ 272,000.00 | \$ 1,744,000.00 |

En la siguiente tabla, se observa la utilidad por año sin considerar la inversión inicial:

| AÑO DE CULTIVO | COSTO DE PRODUCCIÓN / Ha | INGRESOS BRUTOS ANUALES | UTILIDAD (SIN CONSIDERAR INVERSIÓN) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| ESTABLECIMIENTO | \$ 263,000.00 | \$ - | \$ - |
| AÑO 2 | \$ 79,512.00 | \$ - | \$ - |
| AÑO 3 | \$ 79,512.00 | \$ 96,000.00 | \$ 16,488.00 |
| AÑO 4 | \$ 79,512.00 | \$ 160,000.00 | \$ 80,488.00 |
| AÑO 5 | \$ 79,512.00 | \$ 192,000.00 | \$ 112,488.00 |
| AÑO 6 | \$ 86,700.00 | \$ 240,000.00 | \$ 153,300.00 |
| AÑO 7 | \$ 86,700.00 | \$ 240,000.00 | \$ 153,300.00 |
| AÑO 8 | \$ 86,700.00 | \$ 272,000.00 | \$ 185,300.00 |
| AÑO 9 | \$ 86,700.00 | \$ 272,000.00 | \$ 185,300.00 |
| AÑO 10 | \$ 86,700.00 | \$ 272,000.00 | \$ 185,300.00 |

Finalmente, considerando la inversión inicial y se que se quisiera recuperar de manera inicial (cabe mencionar que la vida útil de un huerto es de hasta 35 años :

| AÑO DE CULTIVO | COSTO DE PRODUCCIÓN / Ha | INGRESOS BRUTOS ANUALES | UTILIDAD (SIN CONSIDERAR INVERSIÓN) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| ESTABLECIMIENTO | \$ 263,000.00 | \$ - | |
| AÑO 2 | \$ 342,512.00 | \$ - | -\$ 342,512.00 |
| AÑO 3 | \$ 422,024.00 | \$ 96,000.00 | -\$ 326,024.00 |
| AÑO 4 | \$ 501,536.00 | \$ 256,000.00 | -\$ 245,536.00 |
| AÑO 5 | \$ 581,048.00 | \$ 448,000.00 | -\$ 133,048.00 |
| AÑO 6 | \$ 660,560.00 | \$ 688,000.00 | \$ 27,440.00 |

| AÑO DE CULTIVO | COSTO DE PRODUCCIÓN / Ha | INGRESOS BRUTOS ANUALES | UTILIDAD (SIN CONSIDERAR INVERSIÓN) |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| AÑO 7 | \$ 740,072.00 | \$ 928,000.00 | \$ 187,928.00 |
| AÑO 8 | \$ 819,584.00 | \$ 1,200,000.00 | \$ 380,416.00 |
| AÑO 9 | \$ 899,096.00 | \$ 1,472,000.00 | \$ 572,904.00 |
| AÑO 10 | \$ 978,608.00 | \$ 1,744,000.00 | \$ 765,392.00 |

Sin duda, la alternativa de exportación siempre genera más expectativas, por lo que la estandarización de prácticas de cultivo representa una oportunidad para la producción de fruto de aguacate. De acuerdo con el documento de planeación agrícola nacional 2017-2030 (Sagarpa), ubica al norte de Sinaloa y Sur de Sonora como una de las regiones potenciales, históricamente productoras (2011-2016) con potencial productivo y rendimientos de 13.01 Ton / Ha y valor de \$14,653 por Ton. Finalmente el documento emite las siguientes recomendaciones para esta región específica: 1. Crear e implementar un centro de innovación en manejo integral de agua en actividades agroindustriales. 2. Consolidar un cluster estratégico de aguacate en Sinaloa.



Referencias

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, SNIIM, 2020. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/>

Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate en Uruapan Michoacán México (APROAM). Disponible en: <https://aproam.com/precios/>

NMX-FF-016-SCFI-2016. Secretaría de economía. Norma Mexicana: Productos alimenticios no industrializados para uso humano – fruta fresca – aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) – Especificaciones (cancela a la NMX-FF-016-SCFI-2006).



ANEXOS

Proveedores relacionados con el cultivo de aguacate en Sinaloa

| Tipo de servicio o producto | Descripción | Contacto |
|---|---------------------------------------|--|
| Sistemas de riego | Grupo Rex | Ing. Luis Antonio Guevara Estrada. Blvd. Adolfo López Mateos 2305 Nte. Las Fuentes. CP 81223. Los Mochis Sinaloa Tel: 668 817 2178 Correo: contacto@gruporex.mx Web: www.gruporex.mx/ |
| | ABH Riegos SA de CV | Ing. Abenamar Hernández Alfaro. Blvd. Central 289-316 Col. Ejidal Guasave Sinaloa. Tel. 687 999 2156 Correo: abh.riegos@gmail.com |
| Insumos en general (nutrición y control de plagas y enfermedades) | Nutrición Bioracional S.A. de C.V. | Ing. Rolando Cañedo. Francisco Madero 1780 Frac. Cuauhtémoc. Los Mochis, Sin. Tel. 668 169 9017 |
| | Vida Verde –Fertilizantes COMPO | Carr. Internacional México-Nowales. Las Malvinas. CP 81216. Los Mochis, Sin. Ampliación 20 de Noviembre Zona Industrial, 81101 Guasave, Sin. Tel. 668 811 5353, 687 145 4148, 668 163 0525, 687 881 3034 Correo: cosmevidaverde@hotmail.com |
| | Lof Guasave | Blvd. Juan S. Millán 664. Col. Electricistas CP 81043, Guasave Sinaloa. Tel. 687 872 1130 |
| | Proagro del Noroeste Sucursal Guasave | Nuevo León S/N, Col. Eduardo Labastida CP 81029. Tel. 687 721 1150 Correo: servicio@soyproagro.mx |
| | Fertilizantes Tepeyac | Josefa Ortiz de Domínguez, Once Ríos, 81101, Guasave, Sin. Tel. 687 879 3180 Gabriel Medina Martínez. 250. Col. Centro, CP 81000. Centro, Guasave, Sin. |

| Tipo de servicio o producto | Descripción | Contacto |
|--|--|--|
| | Innovación Agrícola | Blvd. Central 1134 Col. Ejidal, CP 81020. Guasave, Sin. Tel. 687 872 2795 |
| Laboratorios de análisis | Agrotec Laboratorio | Ing. Marian José Carrillo. Río Fuerte (calle 0) frente al IMSS. Juan José Ríos Guasave, Sinaloa. Tel. 668 172 9199 Correo. agroteclab@hotmail.com |
| | Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de la JLSVVF UTEFI | Carr. Mochis-Ahome Km. 9.5 CP 81200. Los Mochis Sinaloa. Tel. 668 812 0787 y 668 812 2186 Correo: repcion.utefi@gmail.com www.sanidaddelvalledelfuerte.org.mx |
| | Laboratorio de nutrición vegetal (CIIDIR Unidad Sinaloa) | Dr. Adolfo Dagoberto Armenta. CIIDIR Unidad Sinaloa. Juan de Dios Bátiz 250 Col. San Joaquín Guasave, Sinaloa. Tel. 687 872 9626 Correo: aarmenta@ipn.mx |
| | Fito-Labor. Diagnóstico y asesoría en manejo de enfermedades de plantas, evaluación de plaguicidas | Dr. Miguel Ángel Apodaca Sánchez. Av. Sinaloita No. 751 E/Calles 1 y 2, CP 81110. Juan José Ríos Guasave Sinaloa México. Tel. 687 878 1088. Correo apodacasma@yahoo.com.mx |
| Viveros (producción de planta de aguacate) | All-Avocado SRL de CV | MC. Ayesha Y. Peraza Magallanes. Carr. México-Nogalges 1616. Zona Industrial, Los Mochis, Sinaloa. Tel. 687 153 6406 Correo: aye.peraza@gmail.com |
| | Agrícola y Vivero Rancho Alegre | Amado Villalobos Véjar. Carr. Tepic-Mazatlán Km. 236.5 El Rosario, Sinaloa. Tel. 694 956 9364, 694 116 7137 |

Cronograma de actividades a realizar y actividades a considerar para el manejo de huertos de aguacate

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | FECHAS RECOMENDADAS |
|--------------------------------|--|---|
| PLANEACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del tipo de suelo y disponibilidad y calidad de agua. • Tomar en cuenta que la búsqueda y disponibilidad de planta puede tomar meses, se recomienda iniciar el contacto con el vivero proveedor de planta a la par o incluso antes de la evaluación edáfica. • Selección de variedades de aguacate que se deseen plantar. • Adquisición de plantas aptas para la región. • Determinar densidad de siembra y tipo de riego | Noviembre-Febrero (óptimo). Se ha sembrado en la región durante el mes de mayo. |
| TRAZO Y PREPARACIÓN DE TERRENO | Elaboración de croquis del terreno incluyendo topografía, ubicación de la toma de agua y de las plantas de acuerdo a las variedades seleccionadas y en función del sistema de riego que será empleado. Nivelación, rastreo, levante de camas, trazo en campo y perforaciones. Establecimiento del sistema de riego. | Septiembre-October |
| PLANTACIÓN | Desinfección y aplicación de enraizador y fertilizante inicial (Recomendable usar composta para incrementar el contenido de materia orgánica en suelo). Plantación | October-Noviembre |
| MANEJO INICIAL | Manejo de nutrientes, agua y prevención de plagas y enfermedades | Después de sembrar |
| PODA DE FORMACIÓN | Se realiza para darle una estructura al árbol para favorecer crecimiento lateral y la entrada de luz y aire al interior de la copa para fomentar el desarrollo de ramas de producción y disminuir la incidencia de hongos en el interior de la copa en el futuro pueda cargar la producción de fruto | Al término del invierno |

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | FECHAS RECOMENDADAS |
|---|--|--------------------------|
| MANEJO DE ALTAS TEMPERATURAS Y DAÑO POR SOL | Ante las condiciones climáticas de la región, se requiere prevenir la caída de hojas y disminuir las heridas causadas por sol. Es recomendable dar riegos de auxilio previo a la presencia de altas temperaturas en el sitio para sopesar el estrés que pueda ocasionar a la planta. Aplicar bloqueador solar a tallos jóvenes expuestos, al follaje y a la fruta. | Abril-Octubre |
| MONITOREO DE NUTRICIÓN | Realizar un análisis de nutrición en suelos y foliar al menos una vez al año para prevenir/corregir carencias y necesidades de nutrientes | Antes de primavera |
| PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES | Manejo de enfermedades causadas por alta humedad (hongos principalmente). Aplicación preventiva de fungicidas en hojas y raíz si es necesario y compatible con el manejo. Monitoreos periódicos del huerto para detectar posibles infecciones. | Julio-Octubre |
| PODAS | Al concluir la cosecha se requiere de rejuvenecer árbol mediante una poda, lo cual, mejora la aereación, elimina ramas dañadas, bajas y deformes | Al término de la cosecha |
| INDUCCIÓN FLORAL | Tratamiento hormonal para aumentar la floración, que eventualmente podría aumentar el número frutos. | Enero-Febrero |
| NUTRICIÓN PARA EL DESARROLLO DEL FRUTO | Fortalecer la nutrición (frecuentemente Calcio, Magnesio y Boro) para asegurar crecimiento del fruto | Febrero-Diciembre |
| MONITOREO DEL DESARROLLO DEL FRUTO | Evaluación de crecimiento e incidencias a partir de la polinización hasta la cosecha | Febrero-Diciembre |
| COSECHA | Las fechas dependen de la variedad comercial sembrada. Se debe determinar la fecha óptima de corte según el contenido de materia seca | Noviembre a Febrero |



CODESIN