

Alternativas biotecnológicas para una producción sostenible del aguacate desde el vivero

Mayra Elena Gavito



Directorio Gobierno del Estado

Lic. Fausto Vallejo Figueroa Gobernador Constitucional del Estado de Michoacán	Dr. Rafael Díaz Rodríguez Secretario de Salud
Lic. José Jesús Reyna García Secretario de Gobierno	Ing. Rodrigo Maldonado López Secretario de Política Social
M.C. Luis Miranda Contreras Secretaría de Finanzas y Administración	Profr. Alejandro Aviles Reyes Secretario de los Pueblos Indígenas
Lic. Elías Álvarez Hernández Secretario de Seguridad Pública	M.C. Consuelo Muro Urista Secretaría de la Mujer
M.C. Ricardo Martínez Suárez Secretario de Desarrollo Económico	M.C. Luis Carlos Chávez Santacruz Secretario del Migrante
Lic. Roberto Monroy García Secretario de Turismo	Mtro. José de Jesús Vázquez Estupiñan Secretario de los Jóvenes
Ing. Ramón Cano Vega Secretario de Desarrollo Rural	Lic. Plácido Torres Pineda Procurador General de Justicia
Ing. Luis Manuel Navarro Sánchez Secretario de Comunicaciones y Obras públicas	Ing. Francisco Octavio Aparicio Mendoza Coordinador de Planeación para el Desarrollo
M. en Ing. Mauro Ramón Ballesteros Figueroa Secretario de Urbanismo y Medio Ambiente	C.P. Carlos Ochoa León Coordinador de Contraloría
M.C. María Teresa Herrera Guido Secretaría de Educación	Lic. Julio Hernández Granados Coordinador General de Comunicación Social
M.C. Marco Antonio Aguilar Cortés Secretario de Cultura	



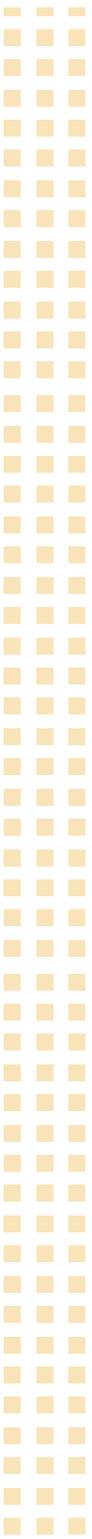
Directorio CECTI

Esther García Garibay
Directora General

Alejandro Martínez Fuentes
Subdirector de Fomento y Planeación

Rubén Salazar Jasso
Subdirector de Vinculación y Desarrollo Tecnológico

Lita Vázquez Diego
Subdirectora de Difusión



Alternativas biotecnológicas para una producción sostenible del aguacate desde el vivero
Cuadernos de Divulgación Científica y Tecnológica del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán.
C+Tec. Innovación es solución a mi alcance
Serie 5, año 2012, cuaderno número 43

Mayra Elena Gavito

Centro de Investigaciones en Ecosistemas.
Universidad Nacional Autónoma de México - Campus Morelia.

Primera edición, agosto 2012

D. R. Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán
Batalla de Casa Mata No.66, Col. Chapultepec Sur
C.P. 58260, Morelia, Michoacán, México.
cecti.michoacan.gob.mx

ISBN de la serie: 978-607-424-055-9

ISBN del cuaderno:

Coordinación General:

Esther García Garbay

Directora General del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoacán.

Mayra Elena Gavito

Centro de Investigaciones en Ecosistemas.
Universidad Nacional Autónoma de México - Campus Morelia.

Edición:

Lilija Vázquez Diego

Francisco Valenzuela Martínez

Diseño editorial, diseño gráfico y formación:

María Bernardette Arroyo Gaona

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente la opinión del COECYT. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando se cite la fuente de referencia.





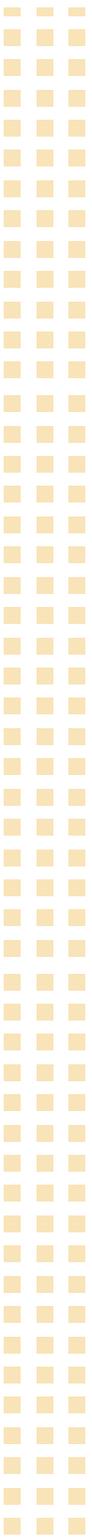
¿Por qué es necesario buscar alternativas para la producción?

El modelo de producción agrícola convencional, que busca hacer muy eficiente la producción basándose en 1) una gran movilización de agua de riego, fertilizantes, semillas, herbicidas y pesticidas que se producen y transportan con alto gasto de combustibles fósiles e introducen compuestos químicos que contaminan el ambiente, 2) la producción de un solo cultivo a la vez bajo fuerte control químico, 3) la mayor mecanización posible para reducir la mano de obra (considerada costosa, muy variable y poco efectiva), ha generado un enorme deterioro ambiental y social, además de un desequilibrio económico que nunca se consideró en los costos de adopción de este tipo de producción desde la década de los 50 del siglo pasado.

Actualmente en nuestro país se están buscando alternativas para cambiar la producción agrícola disminuyendo el uso de agroquímicos como los fertilizantes, herbicidas y pesticidas que se fabrican en lugares lejanos o en el extranjero y promoviendo el uso de productos locales y el reciclamiento de materiales de desecho que se generan en la misma región para aprovechar lo que se tiene cerca sin acumular basura. Tenemos la oportunidad de cambiar el rumbo para que la producción agrícola no deteriore nuestros ecosistemas y conserve los recursos naturales en beneficio de muchas generaciones.



Figura 1. Producción de planta de aguacate en vivero.
Fuente: Archivo de autor.



La fertilidad

Se ha tenido éxito sobre todo en la utilización de fertilizantes hechos con materiales orgánicos, como los caldos y compostas que se preparan con desechos vegetales y animales. De esta manera se aprovecha lo que se tiene disponible y se prepara para regresarlo de nuevo al ambiente en el que se produjo, poniéndolo a circular inmediatamente, con lo que se evita que se convierta en basura. Cuando todos estos materiales se usan para caldos y compostas, los microorganismos, los escarabajos, las lombrices de tierra y muchos otros animalitos de la tierra se los comen y los convierten en material orgánico que ya no se descompone ni huele mal y es muy buena comida para las plantas.

A diferencia de los químicos, los fertilizantes orgánicos composteados tienen la ventaja de que no solo son comida para las plantas, sino que también mejoran la calidad de la tierra haciéndola granulosa a fin de que penetre bien el agua y el aire. Así, el agua entra rápido, drena el exceso y queda con buen aire para que no se pudran las raíces o se enfermen con patógenos de los que crecen en agua estancada. Un beneficio adicional es que la materia orgánica que se coloca contiene comida que se libera rápido y otra que lo hace poco a poco. Entonces la fertilización dura más tiempo y el material orgánico que lleva funciona como una esponja a la que se le pega toda la comida que no alcanzan a comer las plantas. Como una esponja que se

seca y se vuelve a llenar de agua, la materia orgánica está soltando todo el tiempo comida y volviendo a agarrar más, por eso no deja que se escurra tanto fertilizante y se aprovecha mejor. Además, si el fertilizante no se escurre, no va a contaminar los pozos y los mantos de agua.

Por eso decimos que el fertilizante químico es un cuento de nunca acabar, pues hay que colocarlo constantemente sin que se quede casi nada de una siembra a la siguiente, por lo que la tierra se va haciendo mala y cada vez requiere más químicos. En cambio, si se trata de una composta hecha de varios materiales, el fertilizante orgánico se tiene que aplicar cada vez menos porque siempre se va quedando algo y se va mejorando la tierra debido a que este tipo de fertilización es más parecida a la natural.

Cuando una parcela se utiliza para producir algún cultivo, tenemos que cuidar que la materia orgánica que cosechamos y que se va del lugar, se reponga para que la tierra no se empobrezca y así establecer un equilibrio entre lo que se saca de la parcela y lo que se le regresa, para que ésta se mantenga productiva por muchos años.

Aparte de las compostas y los fertilizantes orgánicos, una opción para disminuir el uso de insumos externos contaminantes son las

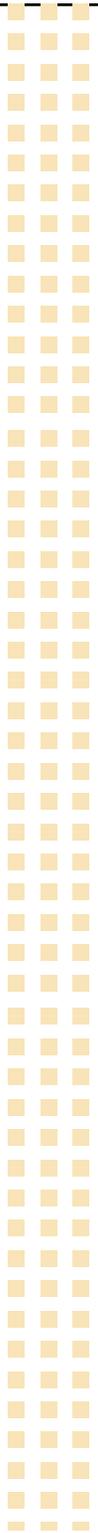
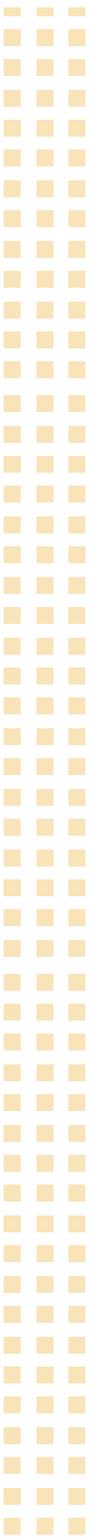


Figura 2. Cama de producción de composta con tierra, estiércoles, rastrojo de maíz y desperdicios orgánicos caseros.
Fuente: Archivo de autor.



Figura 3. La composta es mejor y se produce más rápido cuando la trabajan las lombrices de tierra.
Fuente: Archivo de autor.



asociaciones biológicas entre las plantas y los microorganismos del suelo, las cuales se presentan de manera natural y permiten que los ecosistemas sean más productivos y resistentes a las invasiones de malezas y plagas, sin ningún control químico ni fertilizantes. Casi todas

las plantas forman una asociación llamada micorriza con algunos grupos de hongos que viven dentro de sus raíces. Los hongos reciben parte de su alimento de la planta pero no solamente viven dentro de las raíces, sino que también salen de ellas y forman un tejido muy fino y abundante que se introduce a todos los rincones y partículas de la tierra extrayendo agua y nutrientes que luego le comparten a las raíces de las plantas en las que viven. Así le reponen a las plantas el alimento que les dan y es como si las raíces se multiplicaran cien y

hasta mil veces, de manera que pueden obtener más agua y más comida. Esto es muy diferente de cuando les llega a las plantas un hongo, que es un patógeno y que solo se alimenta de ellas hasta enfermarlas o matarlas sin darles nada.

Otra asociación de las plantas con microbios que les ayuda a crecer es la captación de nitrógeno del aire por medio de la fijación biológica de nitrógeno que realizan algunos grupos de bacterias, ya sea en simbiosis con plantas de la familia de las leguminosas como lo son el frijol, alfalfa, trébol, chícharo, o bien, viviendo libremente pero cerca de otras plantas como el maíz, trigo, sorgo y muchas otras. Cuando en las raíces y en la tierra se establecen estos hongos y bacterias que traen beneficios, las plantas están fuertes y resisten mejor tanto las enfermedades



Figura 4. Esporas de hongos micorrizicos que se usan para desarrollar los inoculantes.

Fuente: Archivo de autor.



como las plagas. Sin embargo, con el manejo agrícola convencional estas asociaciones benéficas se pierden por la aplicación excesiva de fertilizantes, ya que se vuelven superfluas. Para permitir que las asociaciones benéficas naturales se desarrollen, es necesario disminuir la fertilización y de preferencia sustituirla con abonos que liberen lentamente los nutrimentos.

Actualmente ya se comercializan varios productos que contienen tanto hongos que forman micorriza como bacterias que fijan nitrógeno, sin embargo, es importante saber que estos productos no son compatibles con fertilizantes químicos o con aplicaciones muy altas de fertilizantes orgánicos. De hecho,

en estas condiciones no funcionan y son un gasto innecesario. El mayor potencial de estas asociaciones se tiene con fertilizaciones bajas tanto orgánicas como químicas y cuando no se fertiliza. Lo que hay que tomar siempre en cuenta es el equilibrio del que ya hablamos y del cual dependerá cuánto podemos hacer que produzca una parcela y por cuánto tiempo se mantendrá fértil.

Ahora estamos desarrollando inoculantes de hongos micorrizicos de origen local y probando algunos inoculantes que no son de la región, tanto comerciales como no comerciales, en busca de los mejores promotores del desarrollo y la resistencia a las enfermedades.

La salud de las plantas

Para cambiar la producción, lo más difícil es disminuir la dependencia de los herbicidas y pesticidas químicos porque las alternativas para el control de malezas y plagas generalmente requieren un amplio conocimiento y un manejo completamente diferente del cultivo. Así como ya vimos que para mantener la fertilidad hay que balancear las entradas y las salidas, para mantener saludable la producción los mecanismos naturales se basan en el equilibrio natural entre las poblaciones de organismos. En la naturaleza, los organismos dañinos son controlados por otros, ya que todo organismo

tiene depredadores y competidores que impiden que sus poblaciones crezcan sin control. Para que este mecanismo funcione tiene que haber muchos organismos que permitan a su vez la existencia de otros.

Ese es el problema de querer mantener un solo cultivo: se pierde la diversidad que asegura la existencia de organismos que controlen las plagas y cuando éstas llegan, caen como lumbré y se extienden sin que nada las detenga. La diversidad es el único mecanismo que controla las plagas a largo plazo, ya que los productos



que se aplican, sean químicos o sean orgánicos, solamente las detienen temporalmente, pues la causa del desequilibrio de las poblaciones que favoreció el desarrollo desmedido de los organismos dañinos sigue allí y el problema va a regresar.

Sabemos que no podemos cambiar radicalmente el modelo de producción, pero tenemos que generar opciones para promover un nuevo estilo productivo que permita soluciones más duraderas. En ese sentido y mientras las cosas cambian, el uso de fertilizantes que han pasado por un proceso de composteo tiene la ventaja adicional de que llevan consigo una gran actividad biológica y muchos microorganismos, entre los cuales puede haber algunos enemigos naturales de las plagas. Por eso, actualmente las compostas se usan mucho para prevenir y controlar plagas y se buscan combinaciones de materiales que hacen al mismo tiempo una

composta muy nutritiva y efectiva para reducir enfermedades.

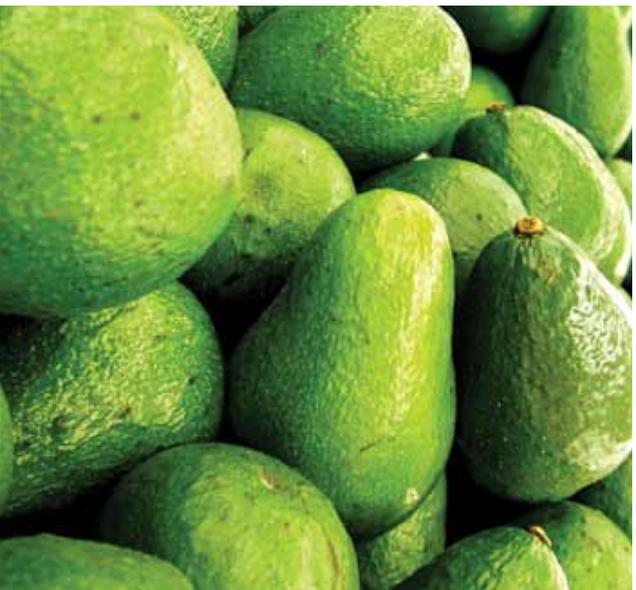
Otra opción para controlar plagas sin uso de pesticidas químicos son los llamados agentes de control biológico. Ya se sabe que estos organismos reducen o detienen el desarrollo de algunos patógenos conocidos, por lo que se separan y se hacen crecer en grandes cantidades para después introducirlos masivamente en sitios donde ha caído un patógeno. A veces son organismos que incluso son comunes y se encuentran naturalmente en ese lugar, pero al meterse en grandes cantidades superan y reducen el crecimiento del patógeno. Varios productos comerciales de organismos que actúan en contra de enfermedades de las plantas están disponibles en el mercado incluyendo hongos (ej. *Trichoderma*, *Beauveria*) y bacterias (ej. *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*).

El cultivo del aguacate

México es el mayor productor de aguacate a nivel mundial; por su parte, Michoacán es el líder nacional en la producción de este fruto, cuyos métodos de cultivo son principalmente convencionales. Sin embargo, en algunas regiones se trabaja bajo esquemas orgánicos, que cada vez cobran más fuerza en nuestro estado. Este método debería, no obstante, empezar desde que se pone a germinar la semilla

de aguacate en la cama del vivero, donde se le agregan normalmente varios productos para fertilizar y prevenir enfermedades, mismas aplicaciones que se repiten cuando se trasplanta a bolsa y se mantiene uno y hasta dos años en el vivero.

Un grupo de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad



Fuente: Stock.xchng

La semilla del aguacate

Aunque en casi todo el mundo se comercializan actualmente diferentes variedades derivadas del aguacate Hass, México es uno de los países productores donde esta fruta es una especie nativa y existen además muchos parientes cercanos al aguacate que se desarrollan de manera silvestre o en huertos caseros en varias zonas del país. En Michoacán se usa afortunadamente una muy buena práctica que no es común en otras partes del mundo: la de

Michoacana de San Nicolás Hidalgo y el Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en Uruapan, estamos conjuntando esfuerzos para avanzar más rápidamente creando formas de producción de planta en vivero que sean menos dañinas para nuestro ambiente y que inicien el proceso de producción del aguacate, como se dice, “con el pie derecho”.

Por ello estamos investigando todos los aspectos de nutrición y salud que se presentan en esta etapa y buscando los mejores insumos locales de origen biológico que se puedan usar para producir plantas fuertes, bien nutridas y sanas. A continuación, revisaremos algunos detalles de la producción de planta de aguacate en vivero y algunos resultados que hemos obtenido durante la primera etapa de nuestra investigación.

iniciar las plantas de vivero con semillas de varios tipos de aguacates criollos. Esta práctica le da mucha fortaleza al cultivo porque aumenta la variabilidad genética, ya que esas semillas vienen de árboles diferentes que se polinizaron con árboles también distintos. Pasa igual que con las personas cuando unos contraen una enfermedad pero otros no, unos son alérgicos a algo y otros no. Entonces los arbolitos obtenidos ya llevan mucha variabilidad que hace que no



todos se enfermen cuando cae una plaga o que unos se enfermen menos que otros.

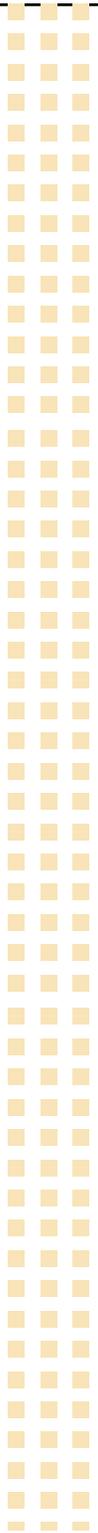
En otros países ni siquiera se usan semillas que vienen de un proceso de polinización donde se ha cruzado la información de una planta con otra, sino que se usan varetas cortadas directamente de los árboles para enraizarse como esquejes, de modo que las plantas producidas son exactamente iguales a sus progenitoras y se puede generar una plantación completa de plantas que son iguales genéticamente. Esto las hace muy susceptibles a la llegada de plagas.

El hecho de que en México se usen las semillas de aguacate criollo es un excelente principio que sienta las primeras bases para plantaciones fuertes y sanas. Sin embargo, algunos viveristas han comentado que recientemente es tal la demanda de plantas para iniciar huertas en todo el país que no alcanza la semilla criolla y se ha empezado a sembrar semilla de aguacate Hass. Ojalá que esta práctica no se extienda y se sigan utilizando a las semillas criollas que mantienen el acervo genético del país para investigar y desarrollar variedades nuevas, al mismo tiempo que sirven como escudo de protección contra plagas y enfermedades.



Figura 5. Semillas de aguacate criollo para las camas de siembra.

Fuente: Archivo de autor.



El sustrato de propagación

La gran mayoría de los viveros utiliza tierra de buena calidad obtenida de las zonas aledañas para hacer las llamadas camas y trasplantar las plantas a bolsas. Es deseable que el material para las camas no contenga ya patógenos

que infecten a las semillas desde que van germinando, por eso se recomienda que no sean suelos de huertas de aguacate o de otros tipos de cultivos donde se puedan desarrollar dichos patógenos.



Figura 6. Cama de siembra con tierra que ha sido previamente solarizada durante 45 días para reducir los propágulos de los patógenos.
Fuente: Archivo de autor.

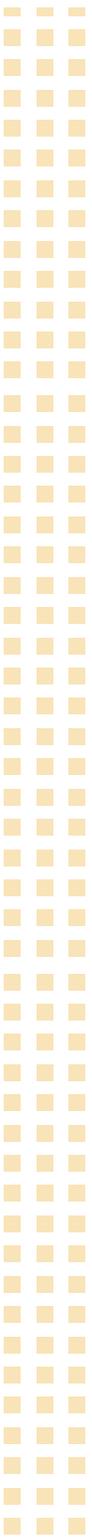


Figura 7. Cama de siembra un mes y medio después con las plantas que ya emergieron de las semillas.
Fuente: Archivo de autor.

Si no hay otro sustrato disponible o para cualquier sustrato en el que se sospecha que pueden venir los patógenos, se sugiere que pasen por un periodo de solarización para desinfectarlos con calor.

En este método se extiende el suelo/sustrato en una capa delgada de unos 5 cm y se cubre con plástico transparente durante varias semanas para crear un efecto invernadero y calentarlo diariamente con la luz del sol hasta eliminar los propágulos de los patógenos.

La semilla de aguacate, por otro lado, es muy grande y puede pesar desde cinco hasta 50 gramos, lo que hace que contenga muchas reservas con nutrientes que aseguran el crecimiento de las plantas por varias semanas, incluso varios meses, dependiendo del tamaño. Dado que las semillas que se ponen en las camas tardan aproximadamente un mes en germinar y hasta dos meses para ser trasplantadas a bolsas, no es necesario gastar en fertilizantes, pues la planta no los ocupa sino hasta más adelante cuando se haya comido todo lo que lleva en



esas semillas tan grandes. Por ello se recomienda que el fertilizante se adicione hasta después del trasplante a la bolsa donde la planta pasará varios meses y es probable que llegue a agotar las reservas de la semilla en algún momento.



Figura 8. Planta de aguacate criollo de 4 meses de edad que creció en pura grava blanca desde que germinó y se regó con agua corriente. Nótese el color amarillento de las hojas, que ya agotaron las reservas de nitrógeno de la semilla.

Fuente: Archivo de autor.



Figura 9. . . Planta de aguacate criollo de 4 meses de edad que creció en pura grava blanca desde que germinó y se regó con agua corriente 2 meses y medio y después con una solución con nutrientes. Las hojas se han puesto verdes por la entrada del fertilizante pero el tamaño de las plantas es igual.

Fuente: Archivo de autor.

Los inoculantes con micorriza, los fertilizantes orgánicos y las compostas que hemos aplicado en esta etapa no han tenido ningún efecto positivo en las plantas de aguacate y esto tiene sentido si se considera el punto anterior de que las reservas de la semilla duran mucho tiempo. De hecho, las plantas de aguacate no formaron

micorriza ni con los hongos micorrizicos nativos del suelo ni con los introducidos en inoculantes durante toda esta etapa. Por esta razón, ahora se está determinando cuánto tiempo pueden crecer sin limitación las plantas de aguacate con las puras reservas de su semilla, para ubicar el momento en que son más receptivas a los

inoculantes y comienzan a tomar nutrientes del exterior, ya que mientras la planta esté bien nutrida no dará entrada a los hongos micorrízicos y no tomará los nutrientes de los fertilizantes o compostas.

El trasplante a la primera bolsa

El proceso de trasplante tendrá éxito en la medida que sea rápido y cuidadoso, evitando que las plantas se sequen y se maltraten. Es el momento ideal para introducir los inoculantes que contengan microorganismos benéficos porque así se pueden aplicar bien a la raíz y mezclar con la tierra, además de ayudar a las plantas a pasar el primer cambio fuerte desde que germinaron y que las hace susceptibles de debilitarse y enfermarse. Cuando la planta pueda aceptar a los hongos micorrízicos, estos estarán cerca y sus propágulos estarán activos porque se añadieron recientemente.

Como las plantas van a pasar varios meses en esta bolsa y en este momento aún no necesitan alimento extra, se puede dejar un buen espacio en la bolsa para añadir posteriormente los fertilizantes o compostas alrededor del tallo. Así se puede poner el alimento uno o dos meses después del trasplante cuando ya va a empezar a ser utilizado por la mayoría de las plantas y se evita que el nitrógeno que contiene se vaya lavando con el riego y se pierda antes de que la planta lo llegue a usar. Esto tiene que ver



Figura 10. Al trasplante de la cama de vivero a la primera bolsa se lava la raíz para quitarle la tierra.
Fuente: Archivo de autor.



Figura 11. Las raíces ya lavadas se sumergen en un adherente natural como el licuado de nopal cocido que es viscoso para que se adhiera bien el inoculante.
Fuente: Archivo de autor.



Figura 12. Las raíces con licuado de nopal se espolvorean con el inoculante e inmediatamente se pasan a las bolsas con tierra.
Fuente: Archivo de autor.

con lo que ya se comentó de las reservas de la semilla, que permiten que la planta pueda desarrollarse perfectamente sin necesidad de alimento extra por varias semanas. De esta manera, el fertilizante se coloca cuando ya se puede aprovechar y se evita que las plantas se quemen con el fertilizante o lo tomen en exceso y se las coman más los animalitos.

En un estudio vimos que las plantas que recibieron más fertilizante desde pequeñas fueron las que crecieron menos y las que fueron más atacadas en sus hojas. Aunque pareciera difícil de creer, el fertilizante en exceso o aplicado en un momento inadecuado puede traer más problemas que beneficios, además de ser un gasto inútil; por eso es importante determinar cuándo y cuánto se necesita y no aplicarlo en caso contrario.

Normalmente el injerto con la vareta de alguna variedad de aguacate Hass se realiza algunos meses después del trasplante a la primera bolsa y

si las plantas han estado sanas y fuertes resisten el proceso sin ningún problema. Cuidando que las varetas utilizadas provengan de árboles sanos, la posibilidad de que se enfermen es baja.

El trasplante a la segunda bolsa

Las plantas que se quedan más de un año en el vivero se trasplantan a una segunda bolsa de mayor capacidad. En este trasplante se pueden introducir fertilizantes y compostas nuevamente que ahora sí pueden ser aprovechadas de inmediato por las plantas y que las fortalecerán para esta etapa y para cuando se trasplanten a las huertas.

El patógeno Phytophthora y la tristeza del aguacatero

La pudrición de la raíz que provoca la enfermedad conocida como tristeza del aguacatero es causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi* y es una de las enfermedades que ocasiona más daños en este fruto a nivel mundial. También representa el factor limitante más importante en la producción de trasplantes sanos de aguacate en viveros y puede reducir severamente el rendimiento en las huertas.



Figura 13. Planta de aguacate criollo que ha sido injertada exitosamente con vareta de la Variedad Hass.

Fuente: Archivo de autor.



Figura 14. Árbol de aguacate enfermo de la llamada tristeza del aguacatero causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*. Las hojas se vuelven amarillentas y algunas se tornan café y se secan. Las ramas más altas se quedan sin hojas y se vuelven negras y secas.
Fuente: Archivo de autor.

Phytophthora fue señalado por la mayoría de los viveristas contactados en Michoacán como el mayor problema para la producción de plántula. En etapas posteriores aumenta el problema del gusano barrenador y es importante que la planta vaya sana y fuerte cuando sale del vivero para reducir el riesgo de que se enferme posteriormente.

También estamos evaluando la susceptibilidad de las plantas de aguacate a la enfermedad llamada tristeza del aguacatero, desarrollando un método de detección molecular con el que se puede diagnosticar la presencia del patógeno mediante un análisis del material genético extraído del tejido vegetal incluso cuando aún no son evidentes las lesiones. Asimismo, buscamos agentes de control biológico contra esta enfermedad en microorganismos aislados de huertas.



Figura 15. Ejemplo de un hongo aislado de raíces sanas de aguacate que mostró capacidad de inhibición de *Phytophthora* en condiciones de laboratorio. El grupo de cajas muestra el hongo aislado (lado izquierdo de las cajas) que disminuyeron el crecimiento de *Phytophthora* (lado derecho) hasta en un 90% cuando se pusieron a crecer juntos.

Fuente: Archivo de autor.

La planta de aguacate es tan fuerte y resistente que en varios estudios hechos desde recién germinada hasta los 15 meses ha resistido la inoculación directa con el hongo patógeno *Phytophthora* sin haber recibido ningún tratamiento químico u orgánico. De hecho, en un pequeño estudio observamos que plantas con dosis bajas de fungicidas a base de cobre, que son permitidos tanto en producción convencional como orgánica, y plantas sin fungicida, resistieron casi completamente la inoculación con *Phytophthora* mientras que las plantas que recibieron dosis alta de fungicida con cobre fueron las que más se enfermaron. Esto demuestra nuevamente que el principio de

añadir los productos “por si acaso” y en cantidad “más vale que sobre” cuando en realidad no se necesitan, no solo genera gastos innecesarios, sino que resulta contraproducente. En este momento seguimos investigando el uso de los fungicidas a base de cobre en el vivero para conocer bien sus efectos, pero los resultados que tenemos hasta ahora sugieren que estos productos no se necesitan en esta etapa. También estamos investigando cómo el cobre, que es muy tóxico para todos los hongos, puede afectar a los hongos que sí son benéficos como los micorrízicos, descomponedores y agentes de biocontrol.



Consideraciones finales

En varios estudios que se han realizado en viveros de Michoacán hemos constatado que la mayoría de las plantas crece fuerte y saludable bajo cualquier tipo de manejo, y que aquellas que no recibieron ningún tratamiento químico se mantuvieron libres de patógenos y enfermedades en toda esta etapa. A reserva de verificarlo con más estudios, tenemos evidencia de que no se requiere aplicar ningún tratamiento para mantener las plantas saludables en esta etapa.

Una de las grandes sorpresas de este proyecto de investigación ha sido la gran fortaleza de las plantas de aguacate, un cultivo que ha mostrado ser muy tolerante y resistente en sus primeras etapas de crecimiento. Sin embargo, sabemos que la prueba de fuego llega con el trasplante a las huertas y allí sí la mortalidad de las plantas trasplantadas es alta. Estamos evaluando si los tratamientos del suelo, los inoculantes, las compostas, las ayudan a establecerse exitosamente en campo.



Figura 16. Plantas de aguacate trasplantadas a campo.

Fuente: Archivo de autor.



Agradecimientos

A todos los participantes en el proyecto. Investigadores: Sylvia Fernández Pavía, John Larsen, Yazmin Carreón Abud, Miguel Martínez Trujillo, Miguel Najera Rincón y Ana María Noguez Gálvez. Técnicos: María de los Ángeles Beltrán Nambo, Marlene Díaz Celaya, Ana Lidia Sandoval Pérez, Maribel Nava Mendoza. Estudiantes: Alfredo Garciarreal Sánchez, Manuel Vega Fraga, Francisco Ramírez Pantoja, Eduardo Jerónimo Treviño, Maribel Farfán

Moreno, Patricia Rodríguez Gómez, Alina Naranjo Bravo, Carlos Ruiz González, Brenda Villegas Carrillo, Rosa Jannette Flores Piña y Susana Herrejón Escutia. A la Dra. Dora Trejo Aguilar. A los Sres. Alfredo Ramos y José Carlos Bautista por permitimos visitar y trabajar en sus viveros. Al financiamiento otorgado por el proyecto Fondo Mixto CONACYT - Gobierno del Estado de Michoacán, 2009-115994 y por la red PROMEP-SEP de Inoculantes micorrízicos.

Editado por el Consejo Estatal de Ciencia,
Tecnología e Innovación de Michoacán.

Se terminó de imprimir en el mes de agosto de
2012, en los Talleres Gráficos de Fondo Editorial
Morevallado, S.R.L. de C.V., ubicados en la calle
de Talpujahua No. 445, Col. Felicitas del Río, Tel.
327-68-81, Morelia, Michoacán.

La edición estuvo al cuidado de la Subdirección de
Difusión del CECTI, en su composición se utilizó
tipografía Trebuchet MS y se imprimió en papel
bond de 90 grs.

El tiraje constó de 500 ejemplares.