

RECUPERACION DEL MERCADO DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill) EN COSTA RICA: UN RETO PARA EL FUTURO

*Salo Ponchner*¹

El fruto del aguacate tiene gran aceptación en el mercado nacional. Un dicho popular afirma que “cuando hay aguacates, baja el consumo de pescado, huevos y otros productos, en el mercado costarricense”. Se considera que existen cerca de 400 hectáreas sembradas de este cultivo en el país, aunque en su mayoría son árboles aislados, asociados con otros cultivos y no plantaciones. Es tan alto el consumo de los costarricenses, que existen plantaciones en Panamá y Guatemala con el fin exclusivo de suplir sus necesidades. En 1992 Costa Rica importó cerca de 240 toneladas de aguacate de esos dos países [según datos del Programa Integral de Mercadeo Agrícola (PIMA)], aunque algunos consideran que la importación ha sido mucho mayor. Se calcula que la producción nacional no supe ni un 40% del consumo nacional que es cercano a 700 toneladas, lo que podría ser una de las causas de la fluctuación de los precios que varían entre ¢900.00 y ¢1500.00 por kilogramo durante algunas época del año en San José. El aguacate, tiene un contenido nutricional alto, en el que se destacan proteínas y vitaminas, con ácidos grasos de buena calidad y saludables para el ser humano (Bergh 1992).

Zonas bajas como Orotina y Esparza han sido las tradicionales regiones productoras de esta fruta, pero han perdido miles de árboles por causas atribuidas principalmente al ataque de *Phytophthora* spp. Esta situación, derivó en recomendaciones de cambiar la localización de las explotaciones a zonas más altas, las cuáles, teóricamente, no serían las más propicias para la infección y desarrollo del hongo. Sin embargo, en los últimos años, se han encontrado síntomas y se ha podido aislar el hongo de las raíces de árboles cultivados en zonas altas, como la Subestación de Fraijanes de la Estación Experimental Fabio Baudrit, aún en árboles bastante jóvenes (de 5-8 años) (Hord, M. Comunicación personal), por lo que es urgente implementar un plan de acción para solucionar el problema.

El aguacate es un cultivo bastante cotizado en los mercados internacionales y Costa Rica tiene potencial para competir sobre todo en el mercado europeo. Los principales productores son Israel, Sur Africa, Estados Unidos (California y Florida) y Australia. Es posible industrializar el aguacate en formas menos perecederas que el fruto fresco, como el “guacamole”, lo que facilitaría su exportación. Una estrate-

¹ Mag. Sc., Programa de Investigación en Frutales, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica.

gia de desarrollo del cultivo que contemple por lo menos tres sectores principales: el mercado nacional, el mercado internacional y la industrialización, pareciera la más indicada para proyectar el crecimiento de la actividad de producción de aguacate en Costa Rica.

Reproducción, etapa de vivero y cambio de copa

Si bien en la producción de cualquier cultivo esta etapa es muy importante, en el caso del aguacate es crucial en vista del gran problema que representa la pudrición radical causada por *Phytophthora* spp., como lo indican Solís *et al.* (1991). Por ser este un hongo que tiene capacidad para permanecer en el suelo en forma saprófita y en estructuras de reproducción resistentes, las prácticas de sanidad en el vivero son de gran importancia para evitar su diseminación. Es posible que la gran distribución del hongo a escala nacional se deba, justamente, a malas prácticas preventivas en el vivero. Este hongo fue introducido a América (Zentmyer 1983), por lo que es posible que este haya sido uno de los principales sistemas de multiplicación en todo el continente. El hongo se podría estar diseminando por medio de semillas de frutos que fueron recogidos en el suelo, de las herramientas de trabajo en el vivero y del suelo infestado usado para llenar las bolsas.

Otro gran problema que se presenta en el vivero es la escogencia de las semillas para producir patrones. Al no existir en Costa Rica patrones con tolerancia o resistencia al hongo, ni selección por carac-

terísticas hortícolas deseables (tamaño del árbol injertado, productividad, calidad de los frutos en el injerto y otras), además de tratarse de semilla muy cara al existir sólo una por fruto, el viverista toma las semillas de los árboles que le queden más a la mano, o compra semilla de fruta de rechazo de diferentes tipos de aguacate mezclados y muy maltratada. Esta situación se complica con el hecho de que el aguacate es un cultivo de polinización cruzada o abierta en alto porcentaje, por lo que no se sabe de qué otro árbol llegó el polen. En este sentido, es de vital importancia la investigación para la selección de patrones resistentes a *Phytophthora* spp. en condiciones locales; también hay que mejorar las prácticas del viverista y del agricultor para cosechar los frutos directamente del árbol y no del suelo, efectuar una pasteurización externa de las semillas que va a sembrar y del suelo (o del medio) en que se va a sembrar, desinfección de las herramientas, etc. La Universidad de Costa Rica (UCR) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ya han comenzado a dar pasos en la búsqueda de resistencia al hongo, sobre lo cual ya hay algunos proyectos en marcha y otros por comenzar en un futuro cercano.

Para poder propagar y mantener las características deseables de los patrones seleccionados, es necesario desarrollar técnicas de propagación clonal, lo cual es complicado por la baja producción de raíces que presentan sus estacas, en especial cuando se trata de árboles del grupo antillano. Una técnica utilizada en los principales países productores consiste en sembrar una semilla grande, generalmente con "sangre" del grupo antillano, denominada

“nodriza” la cual es injertada con el “patrón de interés”. Cuando éste último empieza a crecer se pone en condiciones de oscuridad (etiología) para que crezca rápido y con poca clorofila, lo que puede hacerse en una caja. Cuando el patrón ha llegado a 15 cm de altura, se saca de la cámara oscura y se le aplican reguladores del crecimiento con una brocha, en el tejido etiolado, como a 20 cm del suelo. Para este fin se utiliza una solución de 2000 ppm de Acido Indol Butírico solo o en combinación con Acido Indol Acético a 1000 ppm, para promover el enraizamiento del “patrón de interés” y se anilla la semilla “nodriza”, justo encima del injerto con el fin de que el patrón de la “semilla nodriza” llegue a debilitarse y morir. El anillo de metal se pone flojo y el patrón se muere como en un año. Luego se extiende la bolsa y se cubre totalmente con suelo o el medio que se utilice en las bolsas. Finalmente, se injerta la variedad que va a formar la parte aérea del árbol, lo que se puede hacer inmediatamente o después de un tiempo para que se desarrolen las raíces (Brokaw 1988). Se ha encontrado que las condiciones de etiología son de suma importancia para inducir la producción de raíces (Mohammed y Sorhaindo 1984). Otra posibilidad de propagación para el patrón podría ser el cultivo *in vitro*.

Otros aspectos de interés además de los ya mencionados, son los relacionados con los sustratos o medios en que se propagan los patrones y el método de injertación. Es común encontrar árboles de vivero de hasta un año de sembrados, prácticamente sin raíces laterales, aunque ya la raíz principal ha sobrepasado el largo de la bolsa utilizada. Esto podría deberse a varias razones, ninguna de las cuales ha

sido corroborada. Algunos lo atribuyen a la temperatura dentro de la bolsa y otros a la falta o exceso de riego, a la falta de sustratos con mejor aireación, retención de humedad y contenidos nutricionales, lo cual debe ser investigado. Es posible que a estos árboles les tome mucho más tiempo su establecimiento en el campo. En lo que concierne a injertación, si se realizara en plántulas pequeñas, se podría ahorrar gran cantidad de tiempo del árbol en el vivero. Actualmente, los árboles en muchos viveros necesitan hasta dos años para poder salir al campo.

Para que el país cuente con una industria del aguacate exitosa, uno de los primeros pasos que deben tomarse es legislar sobre el control de calidad de las plantas que producen los viveros, de manera que se garantice, por medio de autoridades de Sanidad Vegetal, aspectos como el estado sanitario del patrón e injerto, su procedencia, la certeza de la variedad y otros aspectos relacionados con la calidad de árboles que se producen en el vivero. Esto se debe complementar con la educación del consumidor para que entienda las ventajas de la calidad óptima, sobre todo, por tratarse de plantas perennes que van a producir por largo tiempo. Es común encontrar árboles en el campo que no son de la variedad por la cual se compraron, de mala calidad, con injertos de muy poco crecimiento, que se quiebran o se desecan con el viento, que se desarrollaron muy juntos en el vivero y por lo tanto de crecimiento totalmente ortotrópico (vertical), enfermos, con poco desarrollo vegetal y otros.

Es importante que los viveristas puedan efectuar la operación de “cambio de copa” en árboles que se desea cambiar la variedad. Se han observado gran cantidad de injertos mal hechos en los que en vez de tratar de colocar la púa de forma que llegue a “montarse” sobre el patrón, ésta se coloca al revés y termina por secarse con el viento o por rajarse.

Otro aspecto importante que debe resaltarse, es que en el vivero, aunque se deben mantener todas las medidas de sanidad posibles, no se deben utilizar fungicidas como Metalaxyl y Fosetyl-Al que son muy efectivos para suprimir *Phytophthora* pero que no la erradican, lo que complica la detección de problemas del hongo en el vivero para evitar llevarlo al campo (Coffey, 1987).

Establecimiento de los árboles en el campo

Por tratarse de plantas perennes el cultivo de aguacate debe ser planificado para la producción por un período de años largo, con gran previsión de aspectos como la dirección de la siembra, trazo de curvas de contorno cuando hay laderas, distancias de siembra, riego, manejo de las malezas, patrones y variedades problemas de cosecha y transporte, y posibles compradores en el mercado, que a su vez definirán las variedades y calidades que se deben obtener.

El árbol de aguacate tiene un sistema radical superficial, poco desarrollado y no producen pelos radicales que aumentan su superficie de absorción de nutrimentos,

por lo que depende de sus raíces blancas (Waisel *et al.*, 1990). Todas las labores culturales que se puedan efectuar para ayudar a formar un mejor sistema radical, serán de gran utilidad en el futuro de la plantación. Lo más importante es tomar en cuenta que el suelo debe tener un drenaje excelente para evitar problemas con ataques de *Phytophthora*. Se debe hacer el hueco lo más grande posible. Algunos autores recomiendan hacerlos de 60 X 60 X 60 cm de fondo, pero si es posible, es mejor hacerlos más grandes, ya que así es posible incorporar materia orgánica algún tipo de compost en la siembra. En México se informa la incorporación de hasta 50 t/ha de estiércol descompuesto 2-3 meses antes de la siembra (Rodríguez 1982). Esa cantidad de materia orgánica se puede incorporar por medio del arado o en cada hueco individual y combinar con otras enmiendas como lo son el encalado, la utilización de insecticidas/nematicidas para evitar problemas iniciales de insectos cortadores y nemátodos en el suelo, la incorporación de metalaxyl (Ridomil) al suelo para proteger contra *Phytophthora* y otras. Además de la incorporación de materia orgánica y fungicidas, se recomienda la siembra del árbol en un lomillo levantado del suelo, para mejorar el drenaje al evitar el empozamiento de agua siempre que sea compatible con el tipo de riego utilizado.

El Metalaxyl en California, es aplicado a razón de 7,5 g i.a./m², dividido en 3 aplicaciones anuales a intervalos de 8 a 12 semanas. Es muy eficaz y cuenta con mucha movilidad en el suelo; sin embargo, luego de 2 años se ha encontrado que los microorganismos del suelo pueden

degradarlo y por lo tanto, pierde su efectividad biológica (Coffey 1987).

Otras medidas para evitar problemas con *Phytophthora*

El hongo *Phytophthora cinnamomi* es originario de algunas regiones del Sudeste Asiático, de donde se ha distribuido a todo el mundo (Zentmyer y Schieber 1992). Las zoósporas del hongo son atraídas por las raíces absorbentes de diámetro pequeño, las cuales penetran produciendo una infección. La raíz se vuelve café y fisiológicamente inactiva hasta que termina por morir. Esto interfiere con la absorción, el transporte y la utilización de elementos nutritivos (Waisel *et al.* 1990).

Una medida importante muy utilizada en otros países para disminuir los problemas causados por *P. cinnamomi*, es la aplicación de fosetyl-Al (Aliette) al follaje a intervalos de 60 días (3-5 aplicaciones al año) y una concentración de 0,3% de i.a. Este producto por su movilidad dentro del árbol, tanto por xilema como por floema, puede llegar a las raíces y evitar la infección y desarrollo del hongo; es equivalente a aplicar ácido fosforoso, producto final al que llega el fosetyl-Al luego de unos pocos días en el suelo o luego de 24 horas en el árbol (Coffey 1987). El Aliette puede aplicarse a la hora de la siembra a razón de 3 g de i.a./litro de agua. También se ha intentado la inyección del mismo producto al tronco; sin embargo, los resultados obtenidos no son muy reproducibles (Whiley *et al.* 1992a), sobre todo en el trópico donde la invasión por patógenos secundarios puede ser muy severa. En este

caso, se hace una solución concentrada de fosetyl-Al al 7-10% y se inyectan 20 ml al tronco con jeringas de 60 ml con aguja cilíndrica y mocha en la punta, con lo que se requieren sólo dos aplicaciones al año y se ahorra mucho producto (Coffey, 1987). La dosis recomendada por los que desarrollaron este sistema, en Sudáfrica, es de 0,4 g i.a./m² de área foliar (Darvas *et al.* 1984).

Otra práctica recomendada, sobre todo en Australia, es la incorporación de materia verde (por ejemplo, leguminosas) en las entrecalles para lograr una mayor diversidad de microorganismos en el suelo que puedan competir con *Phytophthora*, en lo que se llama "sustratos complejos" o "sustratos supresivos". Es muy importante restringir la utilización de herramientas y maquinaria de otras fincas que puedan diseminar el hongo al traer suelo adherido. La desinfección de herramientas puede hacerse con productos como cloro, sulfato de cobre o formalina. Para desinfectar la maquinaria, ésta debería hacerse pasar por algún tipo de canal de cemento en que haya una solución desinfectante, como se usa en muchos otros países en forma rutinaria. Finalmente, se debería restringir el paso de personas por la finca y obligarlas a desinfectar sus zapatos con una solución como las descritas anteriormente.

Aunque es imposible evitar por completo los ataques de *Phytophthora*, se deben tomar todas las medidas de precaución posibles, ya que existen experiencias en el país de que una plantación puede desaparecer totalmente si no se toman estas medidas.

Es claro que la mejor alternativa para el control de esta enfermedad es la combinación de las prácticas anteriores con el uso de patrones resistentes, pero a pesar de investigaciones como las realizadas por el Dr. Zentmyer, de la Universidad de California, existen pocos patrones viables para los agricultores. Muchos de los que presentan resistencia son incompatibles con *P. americana* o presentan cualidades hortícolas muy pobres, cuando son injertados con variedades comerciales (Peri, E., Comunicación personal). Este resultado se ha basado en árboles del grupo mexicano, que es el preferido en California y que deben probarse cuidadosamente en el trópico; sin embargo, encontraron árboles del grupo antillano que presentan mucho mejores cualidades de resistencia genética (Gallo-Llovet 1992). También en Israel existe un programa de mejoramiento genético del cual se pueden citar selecciones como la variedad "Day" de Florida, "Antigua" y "Galvan" de México y la "256" del Volcani Center (Ben Ya"acov *et al.* 1992). La Universidad de Costa Rica se encuentra en las etapas iniciales de un proyecto de investigación, cuyos propósitos incluyen la búsqueda de germoplasma con resistencia y la evaluación local de materiales seleccionados en otros países.

Variedades de altura

Es importante aclarar que México y América Central son considerados los centros de origen del aguacate. En esta área hay cerca de 80 especies pertenecientes al mismo género que el aguacate, de donde se ha tomado la gran cantidad del material genético que dio origen a las varie-

dades comerciales de todo el mundo (Zentmyer y Schieber 1992). Lo anterior indica que debe ser el área con mayor diversidad genética de la especie.

No se pretende ahondar en las características de cada una de las variedades de altura que existen. Una buena descripción de éstas se puede encontrar en los libros de Rodríguez (1982) y de Baraona y Sancho (1991). Vale la pena indicar que la mayoría de variedades de este grupo han sido mejoradas en lugares como California (E.E.U.U.) e Israel y contienen "sangre" de la raza mexicana, por lo que necesitan de ciertas condiciones de frío durante el día, razón por la cual se consideran variedades de altura. Una de las variedades más importantes en el mundo, y posiblemente con mayores perspectivas para Costa Rica, es la variedad "Hass", que produce frutillos muy pequeños en altitudes de 1300 m o inferiores. Las principales zonas de producción de aguacate de altura en Costa Rica son la región de Los Santos y Grecia. La gran ventaja de estas variedades es que son de reconocida calidad en los mercados internacionales, por lo que es de esperar, mayor factibilidad para su exportación que variedades de bajura. La variedad "Hass"; que pertenece al denominado grupo guatemalteco, en zonas altas de Costa Rica entre los 1400 y los 2000 msnm, es precoz (empieza a producir desde los 2,5 años) y tiene alta producción de muy buena calidad.

Hay variedades en el mercado mundial que no se encuentran en Costa Rica o que son de muy reciente introducción, como son "Gwen", "Pinkerton", "Reed", "Sharwil", etc., las cuales producen frutos de excelente calidad (Peri, E. Comunica-

ción personal). La variedad "Pinkerton", un descendiente de la var. "Hass", de altísima productividad, tamaño de árbol pequeño y de semilla pequeña, con características de cáscara parecidas a "Hass", es producida en zonas intermedias de países tropicales y es relativamente de bajos requerimientos de frío, por lo que debería ser probada en el país. La variedad "Gwen" que es un descendiente de la "Hass", es de excelente calidad y de frutos más grandes que esta última. La variedad "Reed" es muy buena productora en cantidad y calidad, y muy regular en su producción; su fruto es muy parecido al de la variedad "Nava" en cuanto a peso (400 g) y forma esférica. Otras selecciones avanzadas del Programa de Mejoramiento de la Estación Experimental del Sur de California, de frutos más grandes y que no maduran de color morado como las variedades "Hass" y "Gwen", podrían adaptarse bien a Costa Rica, en cuyo mercado se prefiere aguacate grande y verde. Estas variedades, junto a otras que ya se tienen en el país, como lo son "Nabal", "Ettinger", "Fujikawa" y otras, deberían ser probadas de forma sistemática en las diferentes zonas de producción, para evaluarlas y seleccionar los mejores árboles que sean los que después se propaguen. La combinación de las variedades "Ettinger" y "Hass" ha sido utilizada con mucho beneficio en Israel, al servir la primera como tapavientos por ser un árbol mucho más alto y también por servir la variedad "Ettinger" como plinizadores para los árboles de la variedad "Hass". La observación de campo en Costa Rica podría permitir, eventualmente, considerar combinaciones de variedades que generaran mayores productividades.

Hay observaciones locales que señalan problemas de productividad y alternancia en la producción de la variedad "Fuerte" (híbrido entre los grupos mexicanos y guatemaltecos), en Costa Rica y en muchos otros lugares del mundo!, lo que resta valor a esta variedad a pesar de su excelente calidad. El árbol se llena completamente de flores pero cuajan muy pocos frutos. El problema de productividad de esta variedad ha sido atribuido a bajas temperaturas que afectan la calidad del polen (que no pareciera ser la causa principal de la baja productividad en Costa Rica) y a la desorganización de sacos embrionales, lo que afecta la fertilización de éstos (Sedgley 1986). Una de las posibles maneras de lograr un mayor cuaje del fruto podría ser el uso de anillamientos al tronco durante la floración, para evitar la rediferenciación prematura del meristemo terminal hacia crecimiento vegetativo. En Israel fue seleccionado un tipo de "Fuerte" por su mejor producción el que ha sido denominado "Horshim" y fue recientemente introducido al país para ser evaluado en nuestras condiciones.

Para altitudes intermedias (600-1200 m) se deben probar variedades del grupo guatemalteco o híbridos de este grupo con los otros dos. Algunos ejemplos de variedades para estas condiciones son: Booth 7, Booth 8, Choquette, Simmonds, Reed, Pinkerton, Catalina, Kahalu y Simpson.

Actualmente la U.C.R. en cooperación con el M.A.G, están dando inicio a una colección de todos estos materiales en la Subestación de Fraijanes para reproducirlos y evaluarlos en diferentes zonas de producción.

Variedades de bajura

A pesar de que las variedades de altura tienen mayor potencial de exportación (o por lo menos a más corto plazo) que las variedades de bajura de raza antillana, los cuales tienden a ser de contenidos bajos de aceite, contenidos altos de agua, semilla grandes, fibrosos, algunas con sabores dulces, etc. lo que las define como de mala calidad en los mercados internacionales. Sin embargo, el mercado costarricense tiene una demanda que podría ser satisfecha en parte, por las variedades de bajura, con la ventaja de que éstas suplen el mercado en épocas diferentes que las de altura. En general, las variedades de bajura salen al mercado entre Febrero y Julio y las de altura, entre Julio y Febrero, lo que permitiría producir aguacate prácticamente durante todo el año en el país.

Para lograr el fomento de la producción de aguacate de bajura, según el Ing. Emanuel Peri, se deben buscar árboles con frutos que cumplan con las siguientes características: forma aplanada, semilla pequeña, que sólo ocupe un 20-25% del volumen de la fruta, peso intermedio (300-500 g por fruta), cáscara dura, pulpa sin fibra con alto contenido de aceite (10-15%) y que se puedan almacenar en frío (4°C) al menos por 2-3 semanas. El M.A.G. ha comenzado la propagación de algunos materiales seleccionados en estas condiciones, para su evaluación en zonas como Orotina, Esparza, Guanacaste y Paquera. Esas variedades debería ser evaluadas también, en zonas más húmedas como lo son las Zonas Sur y Norte del país, para evaluar su comportamiento en esas condiciones.

Es interesante la existencia de tipos de aguacate de bajura con frutos partenocárpicos y por tanto sin semilla, que podrían interesar en mercados externos, sobre todo por no presentar problemas del barrenador de la semilla que es una de las barreras fitosanitarias que más restringen la exportación de aguacates del país. Es de vital importancia probar si estos materiales mantienen la característica partenogenética al variar las condiciones agroclimáticas.

También en el caso de las variedades de bajura se pretende hacer una colección y reproducción de materiales genéticos en la finca de la U.C.R. en Santa Cruz, Guanacaste. Existen gran cantidad de variedades antillanas seleccionadas y/o mejoradas en Florida y México, las cuáles podrían ser introducidas en Costa Rica para ser evaluadas.

Estudios fenológicos y de productividad

Con la visión señalada en lo referente a variedades, hay otros aspectos que deben ser evaluados, tanto en fincas comerciales como en huertos experimentales y se refieren a la fenología y productividad de las variedades en cada zona donde se quiera desarrollar la actividad.

Se incluye como anexo de este trabajo, una hoja para la toma de datos en fincas de agricultores con ayuda de extensionistas. Si se continúa con esta labor por un número de años suficiente, se contará con gran cantidad de información sobre la potencialidad de cada cultivar y zona lo que permitirá una planificación sectorial con

elementos de juicio más sólidos. Los datos de producción se estiman contando el número de frutos y pesando algunos, si es que éstos son de un tamaño homogéneo o tratando de clasificarlos por tamaño. Lo importante es obtener un estimado que se repita en cada árbol evaluado. Lo ideal sería cuantificarlo cada año en todos los árboles de la plantación, pero si eso no fuera posible, se podrían definir algunos árboles representativos, que se muestreen de año a año. Para fines de investigación, las producciones se deberían evaluar para cada árbol y por varios años.

En lo referente a fenología, ésta es información básica para futura investigación en campos tan variados como la modificación de las épocas de producción, fisiología del árbol, plagas y enfermedades, la relación genotipo-ambiente, etc. En Costa Rica se ha notado una gran caída de frutillos pequeños lo que se explica, como mala polinización o como competencia con otros frutos o con el crecimiento vegetativo (Sedgley 1986).

En otros países (E.E.U.U. e Israel) se realizan prácticas de aclareo de flores y frutos por medios químicos y físicos, con el fin de dar ventaja a los frutos bien polinizados y de crecimiento más rápido. De esta manera se obtienen frutos más grandes y pesados y se elimina la alternancia en la producción, al no permitir el desarrollo de pepinillos (frutos sin semilla que luego son abortados); sin embargo, en Costa Rica no se ha observado este problema. Se ha visto en variedades como "Hass", que producen gran cantidad de frutos de año a año sin problemas de aborto. En esta variedad, el problema

estriba en su poco desarrollo vegetativo después de una alta producción, lo que incide en menores puntos de desarrollo de flores para el año siguiente. Es muy importante tener la información de campo organizada, que permita hacer los ajustes adecuados en los paquetes tecnológicos.

Se sabe que el árbol de aguacate, igual que muchos otros árboles perennes tropicales y subtropicales, crece en "olas de crecimiento", alternando el crecimiento de la raíz con el de la parte aérea. Si se sabe cuándo crece el sistema radical, también se sabrá cuándo es el mejor momento para fertilizar, para protegerlo de infecciones de *Phytophthora*, etc. En condiciones de Florida, el crecimiento de raíces se da 45-60 días luego del crecimiento de la parte aérea (Ploetz *et al.* 1992).

Prácticas para el control del tamaño del árbol y densidades de siembra

Todas las prácticas que se describirán a continuación, llevan el fin de mantener un tamaño adecuado del árbol con los siguientes objetivos: darle al árbol una forma y distribución de ramas óptimas para el aprovechamiento de la luz y la mayor productividad posibles; obtener un tamaño de árbol que sea manejable desde el punto de vista de atomizaciones, cosecha, etc.; conseguir la máxima productividad por hectárea sin que importe tanto la productividad individual de cada árbol; sostener la producción comercial de los árboles por un mayor número de años y otros. El árbol de aguacate, al igual que muchos otros árboles tropicales y subtropicales, presenta

alternancia en la producción, lo que significa que existen años de producción muy alta, seguidos por 1 o varios de baja producción. Variedades típicas de gran alternancia en su producción en Costa Rica son la "Fuerte" y la "Booth 7". Prácticas como la poda, el anillado, raleo químico o físico de la floración o de frutos pequeños, inducción de la floración, etc. han sido utilizadas para contrarrestar este fenómeno de la alternancia en la producción.

Una de las prácticas más importantes para controlar el tamaño de cualquier árbol es la poda. En aguacate existen variedades, como la "Hass" y la "Kahalu", que gozan de un porte natural pequeño y poca dominancia apical, lo que combinado con altas productividades de año a año, conllevan poco desarrollo vegetativo. En este tipo de variedades, basta con mantener la práctica de despunte en el tejido joven, la cuál es muy fácil y rápida de hacer, eliminando la dominancia apical y promoviendo la distribución de ramas en la copa. Si no se efectúa este tipo de despunte, se tendrán que hacer cortes más severos en ramas vigorosas, que resultan en un sobrecrecimiento vegetativo y en pérdida de tiempo para llevar al árbol a producción. Hay que recordar que en aguacate las inflorescencias se desarrollan en la parte apical de las ramas de 1 o 2 años, por lo que tener mayor número de terminales jóvenes, bien distribuidas alrededor de la periferia, será uno de los objetivos más importantes en la poda de fructificación. En este tipo de variedades las distancias de siembra pueden ser bastante pequeñas (por ejemplo, 5 X 3 m, 6 X 4 m, 6 X 6 m, 6 en triángulo, etc.).

Otras variedades como la "Simpson", la "Booth 7", la "Booth 8", "Bacon", "Zutano", "Anaheim", gran cantidad de árboles de bajura, etc. son muy vigorosas en su crecimiento, lo que se debe considerar tanto para efectuar las podas como a la hora de definir las distancias de siembra. En este tipo de variedades la poda debe ser más agresiva, con el fin de mantener el tamaño del árbol manejable. Se usan cortes al ápice y a las ramas principales para inducir el crecimiento de ramas secundarias. Otra posibilidad es la de hacer agobios o doblado de las ramas hacia abajo con la consecuente pérdida de la dominancia apical. Las distancias de siembra en este tipo de variedades deberá ser mayor que en las citadas anteriormente (por ejemplo 10 X 10 m, 11 X 11 m, 12 X 12 m).

En otros países como México, se usan espalderas para aumentar el número de plantas por unidad de superficie y controlar la forma, el tamaño, la distribución de las ramas y la producción individual y general de la plantación (Rodríguez 1982). Esta práctica mejora la penetración de la luz a la superficie fotosintéticamente activa en las hojas y facilita otras labores como atomizaciones, cosecha, etc. Esta práctica aumenta el número de plantas por hectárea y aún cuando la producción de cada árbol sea menor, la productividad por unidad de área se aumenta, en comparación con los sistemas tradicionales. Generalmente, se usan variedades de portes pequeños o medianos, para poder manejarlos en el campo. En este sistema los árboles se siembran a 6 m en la fila y a 4-5 m entre hileras; se entierran postes cada 6 m y se ponen 3-5 alambres galvanizados con 0,60 m de separación entre sí. Los árboles se

siembran entre los postes y se empiezan a formar a los 60 cm de altura. De los brotes que salgan se utilizan 3-4 para formar el primer piso de la planta en el primer eje de alambre y así se mantiene la formación hasta llenar los 3-5 pisos. Existe gran cantidad de opciones en cuanto a la forma, número de ramas a dejar, etc. que deberán ser corroborados en condiciones de la zona antes de recomendar este sistema, que además requiere mucha mano de obra.

Otra práctica utilizada para el manejo del tamaño del árbol es el anillado. El anillo que se hace es una incisión en la parte exterior de la rama y alrededor de la misma, con un ancho de 5-25 mm (Rodríguez 1982), según el objetivo del anillado y el grosor de la rama. El anillado interrumpe la circulación de la savia en el floema con lo cual se evita la competencia y transporte de carbohidratos y algunos reguladores de crecimiento hacia otras partes del árbol (otras ramas, el tronco principal, las raíces, etc.). Al existir una determinada superficie fotosintética y un menor número de sumideros (órganos hacia los cuales se dirigen los fotoasimilados o carbohidratos producidos en las hojas), aumenta la cantidad de carbohidratos disponibles y se altera el balance de reguladores de crecimiento de la planta, lo que induce la floración. Esta práctica se utiliza para aumentar la floración y por lo tanto, la producción en árboles en que se espera que sea baja. Para adelantar la floración se ha efectuado un anillo de 5-6 mm durante el proceso de floración para evitar el posterior desarrollo vegetativo que se produce al diferenciarse la yema terminal de la flor en yema vegetativa (Rodríguez 1982), lo que coincide con el crecimiento de los frutos y evita la

competencia entre sumideros. Esto incide en un mayor número de frutos con mayor peso al disminuir su abscisión. Cuando se trata de adelantar la floración o inducirla, la práctica se efectúa 2-3 meses antes de la floración. Algunos aspectos muy importantes a tomar en cuenta con el anillado son: se debe efectuar sólo en ramas vigorosas, en árboles sin problemas fitopatológicos o entomológicos; si se hace un anillo excesivamente grande, la rama puede morir, lo que podría aprovecharse en combinación con el régimen de podas; si el anillo se efectúa muy cercano a la floración o el anillo se hace más grueso de lo necesario, no habrá tiempo para que éste se cierre cerca del momento de la floración lo que podría ser negativo a la hora de la fructificación. En general, la práctica del anillado ha sido muy poco utilizada en Costa Rica por lo que se necesita de mayor investigación antes de ser recomendada comercialmente, pero los resultados preliminares son prometedores.

Aunque para el cultivo del aguacate no existen en condiciones tropicales, verdaderos patrones enanizantes, se podría perfeccionar el sistema del doble injerto, ya que la inducción de enraice en el patrón intermedio llevará a la producción de sistemas radicales débiles que influirán en el desarrollo de la copa más pequeña. En un futuro tal vez se desarrollen patrones enanizantes o semi-enanizantes, los cuales desde luego, deberán ser probados para evitar problemas de *Phytophthora*.

Una alternativa más de manejo del tamaño del árbol es el de utilizar productos químicos como el paclobutrazol. Whiley *et al.* (1992c), encontraron que aplicaciones

del producto a 0,62 y 1,25 g i.a./l aumentó en más de 60% la productividad total luego de 2 años; también se aumentó la concentración de calcio en los frutos. En este caso, al igual que con las demás prácticas de control del tamaño, se podría duplicar el número de árboles por hectárea y por lo tanto la productividad de los primeros años de la plantación, como lo informan Köhne y Cremer-Köhne (1992), que obtuvieron una producción 100% mayor en plantaciones de alta densidad durante los primeros 3 años, en comparación a la plantación estándar que produjo solamente 17,6 t/ha en ese periodo. En ese estudio la aplicación se hizo al suelo a razón de 0,4 g i.a./m², dos veces al año, coincidiendo con las épocas de crecimiento vegetativo activo.

Se le ha dado gran importancia a esta sección dada la necesidad del establecimiento de plantaciones comerciales con altas productividades y de fácil manejo, que permitan desarrollar la actividad aguacatera tanto para mercado nacional, como para su exportación.

Fertilización y riego

Poco conocemos de las necesidades de fertilización y riego del aguacate en Costa Rica. Ambos aspectos deberán ser estudiados a fondo con el fin de optimizar la productividad y la calidad, reducir la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, evitar el fenómeno de alternancia en la producción, etc. En Costa Rica, existen muchísimos casos de árboles aislados, árboles de jardín y otros, donde

no se utiliza ningún régimen de fertilización y/o riego. En casos en que el aguacate está intercalado con el café, podría no ser necesaria la fertilización extra, como se ha encontrado en la zona de Atenas, Alajuela, dado el régimen de fertilización tan intensivo utilizado (Ureña, A.L., comunicación personal).

En fincas en que se encuentran muchas variedades intercaladas y en que se usa poca tecnología, se hacen 2-3 aplicaciones al año de fórmulas cafetaleras a razón de 1-4 Kg por árbol en cada aplicación. En un curso reciente a los extensionistas de la Zona Sur, con los cuales se hicieron los cálculos para buscar una recomendación que coincidiera con los requerimientos del cultivo informados en zonas con condiciones de suelos y clima parecidas a las de Costa Rica, se llegó a la siguiente recomendación: 300-500 g de 10-30-10 a la siembra, 700 g de 15-15-15 y 200 g de KMg ó 300 g de 18-5-15-6-2 para árboles de 2 años, 2 Kg de 18-5-15-6-2 para árboles de 5 años, 4 Kg para árboles de 8 años, los cuales aportarían los requerimientos del cultivo según lo expresado por diferentes investigadores [Baraona y Sancho (1991); Rodríguez (1982), etc.]. Esto se debe completar con encalado, fertilización foliar de boro, zinc, etc. Existe, entonces, la necesidad de corroborar estas recomendaciones para las diferentes zonas y variedades en que se siembra aguacate en el país. También se debe hacer un gran esfuerzo por definir las normas de suficiencia foliar para el aguacate en Costa Rica. Lo anterior se podría hacer utilizando análisis foliares de árboles que han mantenido una alta productividad sostenida por un buen número de árboles.

En el caso del riego la experiencia nacional es mucho más restringida, por lo que urge trabajar en sistemas que combinen los regímenes de fertilización con el riego, para mostrar las bondades que esto conllevaría como lo son las posibilidades de fertilizar más veces al año y más cerca de la floración que en algunos casos coincide con la época seca y la posibilidad de manejar las épocas de cosecha.

En lo que se refiere a normas de suficiencia para los análisis foliares, se recomienda que el Nitrógeno (N) se encuentre entre 1,6-2% en árboles que produzcan más de 80 Kg; sin embargo, se sugieren niveles mínimos entre 1,75 y 1,85% para la variedad "Hass", que tiene altos requerimientos de este elemento, en comparación de variedades como la "Fuerte" en que 1,6% de N es suficiente; (Koen y du Plessis 1992). El contenido de nitrógeno foliar ha dado altas correlaciones con al producción del mismo y del próximo ciclo (Koen y du Plessis 1992). El Fósforo no debe ser menor a 0,05% y el óptimo es entre 0,08-0,25%. El Potasio (K) debe estar entre 0,75 y 2%, el Calcio (Ca) entre 1-3%, el Magnesio (Mg) entre 0,25-0,80%, el Azufre (S) entre 0,2-0,6%, el Hierro (Fe) entre 50-200 ppm, el Zinc (Zn) entre 30-150 ppm, el Boro (B) entre 15-100 ppm, aunque varios investigadores piensan que 50 mg/kg debe ser la concentración mínima a nivel foliar; p.ej. Miyasaka *et al.* 1992), el Manganeso (Mn) entre 30-500 ppm, el Cobre (Cu) entre 5-15 ppm, el Molibdeno (Mo) entre 0,05-1 ppm. Para una muestra foliar se deben tomar, por lo menos, 10 hojas sanas y bien desarrolladas, de 6 meses de edad, sin frutos, a una altura determinada (1,5-2 m de altura) de 5 árboles de la misma edad y de la misma

variedad. Este tipo de hoja coincide con la quinta o sexta a partir de la primer hoja bien desarrollada (Rodríguez 1982).

Una cosecha de 15 t/ha de aguacate extrae cerca de 40 Kg de N, 25 Kg de P_2O_5 , 60 Kg de K_2O , 11,2 Kg de CaO y 9,2 Kg de MgO (Avilán *et al.* 1986).

Uno de los puntos en que diversos autores coinciden, es la alta necesidad y respuesta al N que tiene el árbol de aguacate. En los principales países productores, se ha demostrado gran beneficio de aplicaciones foliares de urea. Esas necesidades son todavía mayores en variedades altamente productivas como lo es "Hass", en comparación de variedades menos productivas como "Fuerte" (Koen y du Plessis 1992). En Costa Rica se ha discutido la posibilidad de que no se esté aportando suficiente N a esta variedad, de forma que, después de un año de alta producción, no se logre suficiente desarrollo vegetativo lo que implica problemas hacia el futuro. En el caso del B, le han sido relacionadas bastantes cualidades de la floración y productividad; se ha encontrado una baja absorción por vía foliar en hojas maduras (Robbertse *et al.* 1992; Miyasaka *et al.* 1992); esto implica la necesidad de investigar con profundidad la fertilización al suelo con materiales como la Razorita y aplicaciones foliares a los brotes jóvenes y a la floración. También se ha puesto mucho énfasis en las necesidades de Ca el cual interviene en varios procesos de calidad y manejo poscosecha de la fruta. Los frutos compiten por Ca en los crecimientos vegetativos vigorosos lo que se cree que está mediado por la producción de auxinas (Cutting y Bower 1990). Deficiencias de Zn

han sido relacionadas con entrenudos cortos, arrosetado de los brotes nuevos, hojas terminales pequeñas y reducidas, con clorosis y luego, necrosis; yemas con poco vigor; frutos pequeños. En diversos análisis foliares, en Costa Rica, se ha encontrado deficiencia de Mg. En cuanto a la época de aplicación, se considera que el nitrógeno, fósforo y potasio se deben aplicar antes del comienzo de la floración; el N se debe repartir en 2-3 aplicaciones, aunque algunas investigaciones indican que debe dividirse en un mayor número de aplicaciones, incluyendo un tercio en la etapa de brotación vegetativa luego de la cosecha, otro tercio durante la época de máximo crecimiento vegetativo y un tercio luego del cuajado de las frutas (Rodríguez 1982).

Otro aspecto que se nombró en la discusión sobre *Phytophthora* spp. es la incorporación de materia orgánica previo a la siembra para mejorar las condiciones físicas del suelo, aumentar la biodiversidad del suelo, etc., porque como se ha repetido, el sistema radical del árbol de aguacate no podrá tolerar la incorporación posterior. También se podría sembrar algún tipo de abono verde e incorporarlo algunos meses antes de la siembra.

La práctica de riego ha sido muy utilizada en países como Israel, México y E.E.U.U. (California), donde el agua es definitivamente limitante. Se han utilizado tanto sistemas de aspersores, como los de microaspersores y riego por goteo. En el trópico las condiciones no son tan limitantes durante todo el año, pero sí en épocas secas. Debe recordarse que el sistema radical del árbol de aguacate es muy superficial y poco extendido, por lo

que debe asegurarse el mejor desarrollo posible, lo cual se puede lograr si se riega y fertiliza durante la época seca. La investigación en sistemas de riego se debe comenzar por hacer un programa, según los índices de evapotranspiración semanal o mensual, con ayuda de por lo menos dos tensiómetros colocados a profundidades de 30 y 60 cm; generalmente se considera el momento de regar al llegar a lecturas de 20 y 5 centibares, respectivamente (Rodríguez 1982). En California, se usan aspersores de 3 l/min, para aplicar 90 l/semana/planta o hasta 140-170 l/semana/planta en condiciones muy calurosas, que se aplican en 45-60 minutos con presiones de 1-3 Kg/cm² (Rodríguez 1982). Sistemas de riego por goteo brindan la posibilidad de aportar el fertilizante junto con el riego, disminuyendo las pérdidas por lavado; sin embargo, para condiciones tropicales pareciera más lógico la utilización de sistemas móviles que se puedan pasar de un lugar al otro dentro de la finca. Por otro lado, debe evitarse las condiciones de inundación para evitar pudriciones fisiológicas y patológicas de las raíces, como se explicó en el caso de *Phytophthora* spp., por lo que se recomienda utilizar suelos bien drenados para la siembra de este frutal.

Polinización y sistemas de polinizadores en aguacate

Se considera que las flores de aguacate son dicogámicas, dado que las aperturas del androceo y gineceo no se dan simultáneamente y por lo tanto requieren polinización cruzada. Igualmente, se generalizan dos tipos de flores: A, que se abre el primer día en la mañana como femenina,

que se cierra durante la tarde y que se vuelven a abrir al día siguiente en la tarde como masculina; y el tipo B, que se abre el primer día por la tarde como femenina y el segundo día por la mañana como masculina. Esto ha llevado a la recomendación de intercalar variedades que tengan los dos tipos florales; sin embargo, en la naturaleza existen gran cantidad de factores que influyen, por ejemplo la nubosidad, los cambios de temperatura, la luminosidad y otros, por lo que muchas variedades sembradas sin plantas polinizadoras producen excelentes cosechas. La variedad "Hass" muchas veces se siembra sola y sin embargo se obtienen excelentes producciones. La combinación de variedades podría mejorar la productividad y combinar las distintas época de cosecha, para aumentar la disponibilidad de frutas para el productor; sin embargo, esa práctica podría complicar el manejo de algunas plagas y enfermedades. La factibilidad de todo lo anterior debe ser estudiada antes de dar recomendaciones a los agricultores. Algunas de las variedades que tienen flor tipo A son: Anaheim, Choquette, Duke, Hass, Reed y Simmonds; algunas de tipo B son: Booth 7, Booth 8, Fuerte, Hall y Nabal.

Se considera que la polinización del aguacate es entomófila, al ser el polen pegajoso. Las abejas son usadas en el campo para mejorar la polinización del aguacate. La determinación de los insectos polinizadores y el uso de polinizadores, deben ser estudiados y cuantificados en el campo tanto desde el punto de vista técnico como del económico. Hay, sin embargo, opiniones que se oponen a ese razona-

miento como los estudios de Davenport (1992) en Florida, que encontraron altas productividades en seis cultivares cuando eliminaron química o físicamente las posibilidades de los insectos de polinizar. El concluyó que debe ser el viento el que lleve a cabo la mayoría de la transferencia del polen.

Sistemas de cultivo

Aunque el aguacate se puede desarrollar como un monocultivo combinando variedades de diferentes tipos florales, de diferente porte, etc. también es un cultivo que se ha usado mucho para ser intercalado con otros cultivos como lo es el café. Algunas ventajas de estos sistemas intercalados es que permiten diversificar las fuentes económicas al productor, permiten aprovechar algunas prácticas como la poda y la fertilización, que se combinan con los cultivos asociados y otras; sin embargo, se debe tener cuidado de no combinar cultivos que tengan plagas y/o enfermedades comunes y que no requieran de prácticas de cultivo que resulten antagónicas. En el caso del asocio aguacate-café, los árboles de aguacate deben ser formados a bastante altura para evitar problemas con el café, lo que lleva a la formación de árboles demasiado grandes. Otros agricultores van sembrando árboles de aguacate entre el café con el fin de ir eliminando el café y dejar los árboles de aguacate; en este caso es más posible que se formen bien los árboles de aguacate.

Cosecha y manejo poscosecha

Aunque no se pretende hacer aquí un análisis exhaustivo de los cuidados de cosecha y poscosecha, se procederá a dar lineamientos generales. La determinación del punto de madurez hortícola de cosecha en algunas variedades de aguacate es muy difícil por no existir cambios externos que se puedan utilizar como indicadores. En algunas variedades se pueden determinar cambios de color de la cáscara y del pedúnculo, contenido de aceite, cambios en la densidad del fruto, cambios de color en la envoltura de la semilla y a veces, el tiempo desde la floración, es un buen indicador. Variedades de "sangre" guatemalteca pueden permanecer "almacenadas" en el árbol por largos períodos de tiempo de hasta 5 meses, lo que permite mercadearlas en el momento más oportuno; sin embargo, esto puede ser detrimental desde el punto de vista de floración y alternancia en la producción. En Australia, donde se usa la materia seca de la pulpa como índice de cosecha, encontraron que la cosecha al 30% en comparación a 21%, aumentó muchísimo el índice de alternancia en la producción y la producción promedio durante 3 años en que se mantuvieron los tratamientos (Whiley *et al.* 1992b).

La cosecha debe efectuarse con mucho cuidado para no golpear la fruta, utilizando varillas con bolsas recolectoras a las cuales se les incorpora un tipo de cuchilla o tijera que se acciona desde el suelo. Se debe dejar una porción del pedúnculo adherida al fruto.

El aguacate es bastante susceptible a daños por frío en el almacenamiento, especialmente cuando se trata de variedades del grupo antillano, los cuales deben almacenarse a 10-13°C. Variedades de los otros dos grupos han sido almacenadas a temperaturas tan bajas como 5-7°C. El aguacate responde a maduración con etileno. Altos niveles de calcio en la fruta retrasan la maduración y aumentan el período de almacenamiento de ésta (Muthukrishnan y Abdul-Khader 1990).

Plagas, malezas, enfermedades y otros problemas fisiológicos limitantes en la producción de aguacate

Aunque las malezas puedan representar una fuente de competencia para los árboles de aguacate, sobre todo en la etapa de establecimiento y en los primeros años, resulta impráctico tratar de eliminar todas las malezas que se dan en las entrecalles. En general, se busca el mantener una rodaja suficientemente grande alrededor del árbol para efectuar las labores de fertilización, riego y otras. En las entrecalles se puede manejar la población de malezas mediante el uso de plantas de cobertura, tipos de pasto, etc. los cuales se pueden podar (chapear) durante el transcurso del año, evitando así la invasión de malezas agresivas y de difícil manejo y que mantienen una cobertura sobre el suelo que evita la erosión. Con frecuencia se usan productos de contacto como Paraquat para el control de crecimiento vigoroso de las malezas. También se utilizan productos preemergentes como Simazina, Diurón y Trifuralina como

preemergentes residuales, que se deben aplicar antes de las épocas de crecimiento vigoroso de las raíces de los árboles y de las malezas. Para malezas perennes se usa mucho el Glifosato por ser sistémico. Si hay problemas con gramíneas, se utilizan productos como el Fusilade. Se necesita más investigación en lo relacionado a coberturas vegetales y a la utilización de herbicidas y sus dosis, para lograr una flora de malezas más manejable, según la zona.

Las plagas que son problema en el aguacate en Costa Rica son de muy variada naturaleza e incluyen trips, ácaros, cochinitas, taladradores de las ramas, barrenadores de la semilla, chinches, etc. No es mi propósito el de describir cada una de las plagas, sino el de llamar la atención sobre las necesidades de investigación en este aspecto. El MAG está investigando los problemas de ácaros en la zona de Tarrazú; sin embargo, es muy poco lo que se ha estudiado los demás problemas. Los barrenadores de la semilla que han sido clasificados en su mayoría como *Conatrocbeilus* spp. (Corrales, G. Comunicación personal) que se presentan en grupos de 4-5 por cada semilla y con menor frecuencia como *Heilipus lauri* (que se encuentra sólo 1 larva por semilla) pueden llevar al traste con 100% de la producción de una finca. Por muchos años las restricciones cuarentenarias para la entrada de aguacates a Estados Unidos ha estado basada en la previsión de la entrada de insectos perforadores de la semilla. De igual forma, ataques severos de los taladradores de las ramas (*Copturus* spp. según Salazar-García y Bolio-García, 1992) pueden ocasionar muchísimo daño. Los trips y los ácaros por

separado o en conjunto pueden hacer muchísimo daño en las hojas, en las flores y en los frutos. Es urgente iniciar investigaciones para determinar los ciclos de vida, momentos o condiciones en que cada insecto se convierte en plaga, hospederos secundarios, formas de manejo en el campo, etc.

En lo que se refiere a enfermedades, además de la ya citada podredumbre radical ocasionada por *Phytophthora* spp., la sarna o roña provocada por *Sphaceloma persea*, que es de muy serias consecuencias sobre los frutos en Costa Rica la antracnosis por *Colletotrichum* spp. y otras, pueden llegar a ser problemas muy serios. Es muy importante resaltar la posibilidad de que en Costa Rica se tenga el viroide conocido internacionalmente como sun-blotch, que podría haber sido introducido con yemas o semillas traídas de California; éste, debilita progresivamente al árbol, disminuye su producción, y produce en frutos y ramas manchas con hendiduras amarillas o rojizas. El campo de la patología es importante y hay que comenzar a trabajar con miras de una eventual ex-portación de aguacate.

Cuando se efectúan podas de regeneración y otras prácticas, o cuando existe mucho viento, es importante tener en cuenta la susceptibilidad de los árboles de aguacate a los "golpes de sol", especialmente en las variedades de "sangre" guatemalteca. Es muy importante el cubrir áreas en las ramas y del tronco que queden de pronto expuestas a la luz con una suspensión de cal en agua.

La organización de la actividad

Uno de los aspectos más importantes para desarrollar el cultivo de aguacate en Costa Rica, es la organización de la actividad como tal. No puede existir un plan de investigación serio y ordenado, ni puede crecer la actividad, si los agricultores, investigadores, técnicos, comercializadores, transportistas y exportadores no están organizados, bajo un sólo cuerpo que tenga como objetivo organizar las diferentes etapas de la producción y la comercialización. Existen ya en el país algunos ejemplos claros y con buenos resultados en este sentido para cultivos como el melón, el mango y otros. Una cámara de productores de aguacate funcionaría como el órgano rector de la actividad, para los propósitos antes expuestos y con el fin de organizar la información. Existe la necesidad de proyectar cuántas hectáreas y de qué variedades de aguacate debería tener Costa Rica para abastecer el mercado interno y un posible mercado de exportación. También, se deben priorizar las necesidades de investigación de forma que los recursos, que son escasos, se aprovechen de la mejor manera. La asistencia técnica, la organización de cursos y seminarios y otras actividades informativas, deben organizarse con suma urgencia para poder orientar la actividad aguacatera en el país. Sería muy desilusionante que los intereses comerciales de algunos grupos involucrados en la producción de aguacate, que parecieran privar sobre los del país, lograsen su objetivo. El desarrollo de tecnología pertinente, por medio de la investigación para el cultivo de aguacate es respon-

sabilidad de todos. Cada día que se pierde resultará, a la postre, muy caro.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la revisión crítica de Mag.Sc. José Eladio Monge y de Mag.Sc. Guillermo Sancho profesores investigadores en la Estación Experimental Fabio Baudrit. También se agradece al Ing. Emanuel Peri y a Mag.Sc. Zvi Herzog especialistas israelíes en árboles frutales por sus giras de campo y su aporte en comentarios, así como también al Ing. Abraham Solís, director del Programa Nacional de Aguacate, por sus comentarios.

LITERATURA CITADA

- AVILÁN, R.L.; CHIRINOS, A.V.; FIGUEROA M. 1986. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 23:108-113.
- BARAONA, M.; SANCHO, E. 1991. Aguacate y Mango. Serie Fruticultura general. UNED, San José.
- BEN-YA'ACOV, A.; ZILBERSTAIN, M.; SELA, I. 1992. A study of avocado germplasm resources, 1988-1990. V. The evaluation of the collected avocado germplasm material for horticultural purposes. *In*: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress. p.559-562.
- BERG, B. O. 1992. The avocado in human nutrition. I. Some human health aspects of the avocado. *In*: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress. p.25-36.
- BROKAW, W.H. 1988. Avocado clonal rootstock propagation. The international plant propagators' society. 37:97-103.

- CUTTING, J. G. M.; BOWER, J. P. 1990. Relationship between auxin transport and calcium allocation in vegetative and reproductive flushes in avocado. *Acta Hort.* 275:469-476.
- COFFEY, M. D. 1987. *Phytophthora* root rot of avocado: an integrated approach to control in California. *Plant Disease* 71(11):1046-1052.
- DARVAS, J. M.; TOERIEN, J. C.; MILNE, D. L. 1984. Control of avocado root rot by trunk injection with Phosethyl-Al. *Plant Disease* 68:691-693.
- DAVENPORT, T. L. 1992. Pollination habit of avocado cultivars in South Florida. En: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress. p. 169-172.
- GALLO-LLOVET, L. 1992. Update of Canary Islands research on West Indian avocado rootstocks tolerance/resistance to *Phytophthora* root rot. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.105-110.
- KOEN, T. J.; DU PLESSIS, S. F. 1992. Optimal leaf analysis for avocado (cv. Fuerte). *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.289-299.
- KÖHNE, J. S.; KREMER-KÖHNE, J. S. 1992. Yield advantages and control of vegetative growth in a high-density avocado orchard treated with paclobutrazol. En: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress. p.233-235.
- MOHAMMED, S.; SORHAINDO, C. A. 1984. Production and rooting of etiolated cuttings of west indian and hybrid avocado. *Trop. Agric. (Trinidad)* 61(3):200-204.
- MUTHUKRISHNAN, C. R.; ABDUL-KHADER, J. B. M. MD. 1990. Avocado. *In: Bose, T.K. (ed.). Fruits: tropical and subtropical.* Naya Prokash, India. p.547-564.
- MIYASAKA, S. C.; MCDONALD, T. G.; MATSUYAMA, D. T.; GRASER, E. A.; CAMPBELL, I. S. 1992. Boron fertilization of "Sharwil" avocados in Kona, Hawaii. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.343-348.
- PLOETZ, R. C.; RAMOS, J. L.; PARRADO, J. L. 1992. Shoot and root growth phenology of grafted avocado. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.215-220.
- ROBBERTSE, P. J.; COETZER, L. A.; BESSINGER, F. 1992. Boron: uptake by avocado leaves and influence on fruit production. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.173-178.
- RODRÍGUEZ, F. 1982. El aguacate. México. AGT editor. 167 p.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; BOLIO-GARCÍA, J. M. 1992. Damage caused by avocado branch weevil (*Copturus aguacate* Kiss.) in "Fuerte" avocado trees in Atlixco, Puebla, Mexico. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.269.
- SEDGLEY, M. 1986. Reproductive physiology. *Acta Hort.* 175:71-77.
- SOLÍS, A.; AGUILAR, M. A.; PERI, E. 1991. Guía para viveros de aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Boletín No. 103. 31 p.
- WASEL, Y.; ZILBERSTAIN, M.; ESHEL, A. 1990. Differences in ion uptake among avocado roots. *Physiol. Plant.* 79:517.
- WHILEY, A. W.; SARANAH, J. B.; LANGDON, P. A.; HARGREAVES, P. A.; PEG, K. G.; RUDDLE, L. J. 1992a. Timing of phosphonate trunk injections for *Phytophthora* root rot control in avocado trees. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p. 75-78.
- WHILEY, A. W.; SARANAH, J. B.; RASMUSSEN, R. S. 1992b. Effect of time of harvest on fruit size, yield and trunk starch concentrations of "Fuerte" avocados. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.155-159.
- WHILEY, A.W.; SARANAH, J.B.; WOLSTENHOLME, B.N. 1992c. Effect of paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass avocado growing in subtropical climates. *In: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress.* p.227-232.

ZENTMYER, G. A. 1983. *Phytophthora*: its biology, taxonomy, ecology, and pathology. The American Phytopathological Soc. APS Press.

ZENTMYER, G. A.; SCHIEBER, E. 1992. Persea and Phytophthora in Latin America. *In*: (Lovat, C.J. ed.). Proc. Second World Avocado Congress. p. 61-66.

ANEXO**HOJA PARA TOMA DE DATOS****CULTIVO DEL AGUACATE**

Nombre de la finca: _____

Nombre del dueño: _____

Ubicación: _____

Condiciones ecológicas: _____

Fecha de siembra o edad de los árboles: _____

Año en que comenzaron a producir los árboles: _____

Distancias de siembra por variedad: _____

DATOS FENOLOGICOS

CRECIMIENTO VEGETATIVO - Variedad A:

	Fecha inicio brote	Pico brote	Finalización brote
1 Brote	_____	_____	_____
2 Brote	_____	_____	_____
3 Brote	_____	_____	_____
4 Brote	_____	_____	_____

CRECIMIENTO VEGETATIVO - Variedad B:

	Fecha inicio brote	Pico brote	Finalización brote
1 Brote	_____	_____	_____
2 Brote	_____	_____	_____
3 Brote	_____	_____	_____
4 Brote	_____	_____	_____

CRECIMIENTO VEGETATIVO - Variedad C:

	Fecha inicio brote	Pico brote	Finalización brote
1 Brote	_____	_____	_____
2 Brote	_____	_____	_____
3 Brote	_____	_____	_____
4 Brote	_____	_____	_____

CRECIMIENTO REPRODUCTIVO - Variedad A:

Floración	Fecha inicio floración	Pico floración	
	_____	_____	
Fructificación	Fecha inicio cuaje	Pico cuaje	
	_____	_____	
	Fecha inicio cosecha	Pico cosecha	
	_____	_____	
	Finalización cosecha	_____	
Producción	kg/árbol	frutas/kg	% exportable
	_____	_____	_____
	kg/hectárea	_____	

CRECIMIENTO REPRODUCTIVO - Variedad B:

Floración	Fecha inicio floración	Pico floración	
	_____	_____	
Fructificación	Fecha inicio cuaje	Pico cuaje	
	_____	_____	
	Fecha inicio cosecha	Pico cosecha	
	_____	_____	
	Finalización cosecha	_____	
Producción	kg/árbol	frutas/kg	% exportable
	_____	_____	_____
	kg/hectárea	_____	

CRECIMIENTO REPRODUCTIVO - Variedad C:

Floración	Fecha inicio floración		Pico floración
	_____		_____
Fructificación	Fecha inicio cuaje		Pico cuaje
	_____		_____
	Fecha inicio cosecha		Pico cosecha
	_____		_____
	Finalización cosecha		

Producción	kg/árbol	frutas/kg	% exportable
	_____	_____	_____
	kg/hectárea		
