



EL PALTO

Botánica, Producción y Usos

Editado por

A.W. Whiley
Maroochy Research Station
Queensland Horticulture Institute
Queensland, Australia

B. Schaffer
Tropical Research and Education Center
University of Florida
Florida, EE.UU.

y

B.N. Wolstenholme
Horticultural Science
University of Natal,
Sudáfrica



CABI
Publishing



Ediciones Universitarias de Valparaíso
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

Titulo original: The Avocado. Botany, production and uses.
Edited by A.W. Whiley, B. Schaffer and B.N. Wolstenholme
© CABI Publishing

Versión en español: El Palto. Botánica, producción y usos.
© Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2007

Inscripción N° 166.640
ISBN 978-956-17-0415-2
Tirada: 1.000 ejemplares

Traducción: Paola Puelma Goya
Revisión de la Traducción: Tatiana Cantuarias Aviles

Diseño Gráfico: Guido Olivares S.
Asistente de Diseño: Mauricio Guerra P.
Asistente de Diagramación: Alejandra Larraín R.
Corrección de Pruebas: Osvaldo Oliva P.

Ediciones Universitarias de Valparaíso
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Teléfono (56-32) 227 3087 - Fax (56-32) 227 3429
Correo electrónico: euvsa@ucv.cl
www.euv.cl

Impresión: Litogarín, Valparaíso

HECHO EN CHILE

Índice

Capítulo 1. Historia, Distribución y Usos	
R.J. Knight, Jr.	Pág. 13
Capítulo 2. Taxonomía y Botánica	
R.W. Scora, B.N. Wolstenholme y U. Lavi	25
Capítulo 3. Genética y Mejoramiento Clásico	
E. Lahav y U. Lavi	47
Capítulo 4. Ecología: El Clima y el Ambiente Edáfico	
B.N. Wolstenholme	75
Capítulo 5. Biología reproductiva	
S. Gazit y C. Degani.	103
Capítulo 6. Fisiología ambiental	
B. Schaffer y A.W. Whiley	133
Capítulo 7. Cultivares y Portainjertos	
S.D.E. Newett, J.H. Crane y C.F. Balardi	155
Capítulo 8. Propagación	
G.S. Bender y A.W. Whiley	177
Capítulo 9. Biotecnología	
F. Pliego-Alfaro; Witjaksono; A. Barceló-Muñoz; R.E. Litz y U. Lavi.	199
Capítulo 10. Manejo del cultivo	
A.W. Whiley.	215
Capítulo 11. Riego y Nutrición Mineral	
E. Lahav y A.W. Whiley	241
Capítulo 12. Enfermedades foliares, del fruto y el suelo	
K.G. Pegg, L.M. Coates, L. Korsten y R.M. Harding	275
Capítulo 13. Plagas de Insectos y Ácaros	
G.K. Waite y R. Martínez Barrera.	311
Capítulo 14. Cosecha, Embalaje, Tecnología de Postcosecha, Transporte y Procesamiento	
P.J. Hofman, Y. Fuchs y D.L. Milne	331

Autores

- C.F. Balerdi**, Miami-Dade County Cooperative Extension Service, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 18710 SW 288 Street, Homestead, FL 33030, USA
- A. Barceló-Muñoz**, Centro de Investigación y Formación Agraria, Cortijo de la Cruz, s/n, 29140 Churriana, Málaga, Spain
- G.S. Bender**, University of California Cooperative Extension, 5555 Overland Avenue, Building 4, San Diego, CA 92123-1219, USA
- L.M. Coates**, Queensland Horticulture Institute, Indooroopilly Research Centre, Department of Primary Industries, 80 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia
- J.H. Crane**, Tropical Research and Education Center, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031, USA
- C. Degani**, Institute of Horticulture, ARO, The Volcani Center, PO Box 6, Bet Dagan 50250, Israel
- Y. Fuchs**, Institute for Technology and Storage of Agricultural Products, ARO, Department of Postharvest Science of Fresh Produce, The Volcani Center, PO Box 6, Bet Dagan, 50250 Israel
- S. Gazit**, The Kennedy-Leigh Centre for Horticultural Research, The Hebrew University of Jerusalem, PO Box 12, Rehovot 76100, Israel
- R.M. Harding**, School of Life Sciences, Gardens Point Campus, Queensland University of Technology, 2 George Street, Brisbane, Queensland 4001, Australia
- P.J. Hofman**, Maroochy Research Station, Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, PO Box 5083 SCMC, Nambour, Queensland 4560, Australia
- R.J. Knight, Jr**, Tropical Research and Education Center, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031, USA
- L. Korsten**, Department of Microbiology and Plant Pathology, University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa
- E. Lahav**, Institute of Horticulture, ARO, The Volcani Center, PO Box 6, Bet Dagan 50250, Israel
- U. Lavi**, Institute of Horticulture, ARO, The Volcani Center, PO Box 6, Bet Dagan 50250, Israel
- R.E. Litz**, Tropical Research and Education Center, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031, USA
- R. Martínez Barrera***, Facultad de Agrobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Paseo Lázaro Cárdenas Esquina Berlin, Uruapan, Michoacán, México
- D.L. Milne***, Merensky Technological Services, PO Box 14, Duiwelskloof 0835, South Africa

* Fallecidos.

S.D.E. Newett, Maroochy Research Station, Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, PO Box 5083 SCMC, Nambour, Queensland 4560, Australia

K.G. Pegg, Queensland Horticulture Institute, Indooroopilly Research Centre, Department of Primary Industries, 80 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia

F. Pliego-Alfaro, Departamento Biología Vegetal, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos, s/n, 29071 Málaga, Spain

B. Schaffer, Tropical Research and Education Center, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031, USA

R.W. Scora, Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, CA 92521, USA

G.K. Waite, Maroochy Research Station, Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, PO Box 5083 SCMC, Nambour, Queensland 4560, Australia

A.W. Whiley, Maroochy Research Station, Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, PO Box 5083 SCMC, Nambour, Queensland 4560, Australia

Witjaksono, Tropical Research and Education Center, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031 USA

B.N. Wolstenholme, Horticultural Science, School of Agricultural Sciences and Agribusiness, University of Natal, Pietermaritzburg 3209, South Africa

Prefacio

La Palta (*Persea americana* Mill.), la cual ha sido descrita como la fruta más nutritiva de todas (Purseglove, 1968), ha ganado el reconocimiento mundial y un lugar importante en el mercado internacional. A pesar de ser relativamente nueva en el mercado internacional, esta fruta única ha sido valorizada y utilizada durante, al menos, 9 mil años dentro y fuera de su lugar de origen en Meso América y sus alrededores (Smith, 1966). La semi-domesticación de la palta data de la época Precolombina, cuando era muy apreciada por las civilizaciones Maya y Azteca como lo evidencia su presencia en la iconografía de dichos pueblos (Storey *et al.*, 1986; Gama-Campillo y Gómez-Pompa, 1991). Se cree que estas culturas seleccionaron activamente los frutos según su tamaño y palatabilidad (Smith, 1966).

La información acerca de la biología, producción y utilización de la palta ha estado disponible en la literatura por muchos años, tanto en forma de artículos en revistas científicas y económicas, como en folletos de divulgación, boletines e informes. Dichas publicaciones se centran, generalmente, en determinados aspectos de la biología del cultivo, producción o manipulación y, normalmente son específicas para cada región. Desde hace mucho ha sido necesario un texto científico detallado, con una visión internacional, que resumiera el conocimiento actual sobre este cultivo.

El intercambio global de información sobre la biología, producción y uso de este fruto ha progresado mucho desde el Primer Congreso Mundial de la Palta, realizado en Sudáfrica en 1987 y los tres Congresos posteriores que tuvieron lugar en California, Israel y México. Estos encuentros han dado la oportunidad a los productores, científicos de la horticultura, extensionistas y otros profesionales relacionados con la in-

dustria de la palta, de discutir los problemas centrales que limitan el desarrollo del cultivo y los posibles métodos para superar dichos obstáculos. Estos intercambios internacionales de ideas han proporcionado un marco para un tratamiento completo y global de la botánica, producción y utilización de la palta, que es presentado en este libro.

El origen Mesoamericano de este fruto abarca hábitats que van desde el nivel del mar hasta altitudes que sobrepasan los 3.000 metros, comprendiendo una amplia gama de climas y tipos de suelo, que originaron la gran diversidad genética y amplia adaptabilidad observada en esta especie. Pese a que el palto evolucionó en latitudes tropicales, el efecto moderador de la altitud ha tenido un fuerte impacto sobre el acervo genético. El germoplasma de los ecotipos guatemaltecos y, en menor medida, de los ecotipos mexicanos originarios de las zonas tropicales altas o de climas subtropicales costeros, está adaptado de igual forma a las áreas subtropicales cálidas, dominando la producción en estas regiones.

Los primeros huertos comerciales de paltos fueron plantados en California a comienzos del siglo XX, cuando se dio inicio a la mayor parte de los trabajos pioneros de investigación y de tecnología del manejo de los huertos. Los cultivares más ampliamente plantados, el cv. "Fuerte" y luego el cv. "Hass", se hicieron populares en California y fueron también adoptados después por las industrias más nuevas en Israel, España, Sudáfrica, Chile y Australia.

El rico y nogado sabor de estos cultivares, que poseen un alto contenido de aceite, ha sido descrito como un "gusto adquirido", debido a la lenta aceptación inicial por parte de los consumidores de las áreas subtropicales donde se produce.

En contraste con lo anterior, el germoplasma antillano, en algunos casos hibridado con ecotipos guatemaltecos, está adaptado a los climas tropicales húmedos de las tierras bajas. La pulpa del fruto, que es más pobre en aceite pero con mayor nivel de azúcar que la mexicana y la guatemalteca, tiene un sabor claramente diferente y su cultivo es el dominante en las zonas tropicales y subtropicales de poca altitud. Este cultivo es mayoritariamente producido a partir de árboles provenientes de semillas, los que, generalmente son manejados con tecnologías menos avanzadas que los cultivares subtropicales. Sin embargo, la industria del palto en Florida ha seleccionado muchos cultivares superiores, producidos en árboles injertados y esta región continúa generando tecnología para la producción de cultivares antillanos e híbridos.

Este libro resume la ciencia y tecnología del cultivo de la palta a principios del siglo XXI. Los autores fueron seleccionados basándose en su experiencia técnica, disponibilidad y familiaridad con los temas tratados en cada capítulo. Inevitablemente, la elección de los autores y tratamiento de los temas enfatiza el segmento subtropical de la industria mundial, más que el tropical. Los autores intentaron describir la situación a nivel mundial, sin embargo solo unos pocos países con industrias tecnológicamente avanzadas han dominado la literatura de referencia sobre el cultivo.

La riqueza de la información contenida en los capítulos de este libro indica que la palta es uno de los más comprendidos entre los "nuevos" cultivos subtropicales/tropicales. Desde el punto de vista de científicos y productores, el nuevo milenio presenta muchos desafíos para la producción de este fruto. Algunas industrias han hecho progresos considerables para superar la mayor amenaza a su viabilidad, que es la pudrición de la raíz causada por *Phytophthora*, utilizando para ello una novedosa técnica de inyección de fungicida fosfonado. Sin embargo, la resistencia natural de los portainjertos, junto con la mejora del desempeño hortícola, parecen todavía lejanas. Existe aún la necesidad de una mayor cantidad de cultivares realmente de elite, especialmente de palto tropicales. La barrera de rendimiento promedio de 20 toneladas por hectárea durante, al menos, los 4 primeros años de los cultivares más utilizados en huertos a gran escala, desafía inflexiblemente a los avances tecnológicos.

Los programas de mejoramiento aún no han tenido un éxito significativo. Los crecientes volúmenes de exportación requieren mejoras en las tecnologías de post-cosecha que permitan jornadas de transporte más largas. La protección de los cultivos es cada vez más complicada, debido a las restricciones en el

uso de pesticidas, mientras que el mercado de producción orgánica de fruta crece rápidamente. Tal vez la más importante de las futuras restricciones es el desafío del cambio climático y especialmente el calentamiento global, que harán necesaria la expansión hacia nuevas áreas de producción para escapar al creciente estrés ambiental.

Con respecto al marketing, la agricultura en general afronta una disminución en los precios de los productos básicos. Muchos países en vías de desarrollo intentarán solucionar este problema generando un intercambio internacional a través de las exportaciones de cultivos de alto valor. Los productores de estos países enfrentan la reducción de sus márgenes de ganancia como resultado del aumento de los costos y de las menores ganancias reales, debido a la creciente competencia. La supervivencia económica demanda una mayor eficiencia productiva y, considerando que el 90% del crecimiento de la población se produce en países en vías de desarrollo, las oportunidades dependen de las innovaciones en el área de marketing y de la lenta mejora en los estándares de vida. Un desafío vital es el aumentar el consumo de paltas en los países del Asia altamente poblados, donde su consumo no es tradicional, tales como China e India.

La tecnología aplicada a la producción de la palta continúa avanzando rápidamente, lo que implica un aumento significativo del volumen de publicaciones sobre este cultivo. La industria actualmente está lidiando con las consecuencias de la intensificación de los cultivos dictada por la realidad económica, pero la tecnología requerida para vencer este desafío está aún en fase de transición. El futuro demanda una disminución de la polémica dependencia de los agroquímicos además de la acomodación del creciente segmento de cultivo orgánico y la obtención de mayores producciones de fruta de alta calidad, manteniendo el tamaño del árbol y los costos controlados. Sin embargo, la participación de la palta en el mercado frutícola mundial deberá continuar creciendo, ya que los atributos de esta fruta altamente nutritiva parecen estar hechos a la medida de las dietas más saludables.

Este libro está principalmente dirigido a investigadores dedicados a este cultivo, académicos, estudiantes, asesores, productores que aplican tecnología de punta y a los trabajadores de esta industria. El texto destaca tanto el estado actual del cultivo como las áreas en las cuales nuestro conocimiento es limitado, y es por eso que en él se hace hincapié a los desafíos que se le presentan a la nueva generación de investigadores. Para superar estos desafíos será necesario incorporar soluciones que permitan la producción sustentable a largo plazo y la preocupa-

ción por los posibles efectos dañinos de las prácticas modernas usadas en los huertos sobre la integridad medioambiental.

Agradecimientos

Los editores agradecemos a todos los autores que aportaron su tiempo para contribuir con este libro. Además damos las gracias por la ayuda prestada a los científicos que revisaron los distintos capítulos y que realizaron valiosas contribuciones al material aquí presentado. Los editores y publicadores desean también agradecer el apoyo financiero recibido por parte de la Federación Australiana de Productores de Palta, la Comisión de la Palta de California y la Asociación de Productores de Palta de Australia Occidental, que permitió financiar las imágenes a color incluidas en el libro. Quisiéramos también agradecer a Adrianno Lambe por el diseño de la portada.

**Anthony W. Whiley, Bruce Schaffer,
B. Nigel Wolstenholme**

Referencias

- Gama-Campillo, L. and Gomez-Pompa, A. (1991) An ethnoecological approach for the study of *Persea*: a case study in the Maya area. In: Lovatt, C., Holthe, P.A. and Arpaia, M.L. (eds) *Proceedings of the Second World Avocado Congress*, Vol. 1. University of California, Riverside, California, pp. 11-15.
- Purseglove, J.W. (1968) *Persea americana* Mill. In: *Tropical Crops: Dicotyledons*. 1. Longmans, London, pp. 192-198.
- Smith, C.E., Jr (1966) Archaeological evidence for selection in avocado. *Economic Botany* 20, 169-175.
- Storey, W.B., Bergh, B. and Zentmyer, G.A. (1986) The origin, indigenous range and dissemination of the avocado. *California Avocado Society Yearbook* 70, 127-133.

Historia, Distribución y Usos

R.J. Knight, Jr.

Tropical Research and Education Center, University of Florida,
18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031, EE.UU.

Origen

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie arbórea polifórmica, que sería originaria de una amplia zona geográfica, que se extiende desde las sierras centrales y orientales de México y Guatemala, hasta la costa Pacífico de Centro América (Popenoe, 1920; Smith, 1966, 1969; Storey *et al.*, 1986).

Las evidencias arqueológicas indican que el uso y la selección de este frutal en México comenzó hace unos 10.000 años. El hallazgo de semillas de palto en cavernas del valle de Tehuacán, en el estado de Puebla, de un tamaño mayor a las encontradas en excavaciones anteriores, demuestra que, durante ese tiempo se produjo una selección progresiva en busca de un mayor crecimiento del fruto, entre otras cualidades (Smith, 1966, 1969).

El nombre más común de este fruto en español es *aguacate* o *ahuacate*, que proviene de la palabra de origen náhuatl, *ahuacatl*. De ella también deriva su nombre en inglés, "*avocado*"; en holandés, "*advocaat*" o "*avocat*"; en alemán, "*Abakate*" y "*abacat*" en portugués. Otro nombre utilizado en algunos países de Sudamérica, como en Chile, es *palta*. Ocasionalmente, en inglés también se le llama "*aligator pear*" y "*midshipman's butter*" (Anónimo, 1961; Ochse *et al.*, 1961; Morton, 1987).

Razas Ecológicas

Antes de que los europeos conocieran los paltos, ya habían sido seleccionados algunos tipos hortícolas, que fueron considerablemente mejorados durante milenios a partir de los tipos silvestres. Estos tipos mejorados pertenecían a tres taxones o subespecies distintas, que son las actualmente denominadas razas mexicana, guatemalteca y antillana (o "de las tierras bajas") según la clasificación de Wilson Popenoe (1920). El término

"antillano" es inexacto pues, como se pudo demostrar a comienzos del siglo pasado, los paltos eran desconocidos en las Antillas antes del arribo de los conquistadores españoles (Popenoe, 1935). La subespecie antillana fue rebautizada como "taxón de las tierras bajas" por Scora y Bergh (1992), un término que describe en forma más precisa su adaptación, sin referirse a su origen geográfico. Sin embargo, el primer término está fuertemente arraigado y es el más usado en este libro.

Popenoe (1934) determinó que las tres razas que él había descrito anteriormente ya habían sido esencialmente reconocidas y diferenciadas en 1653 por Fray Bernabé Cobo, en su "Historia del Nuevo Mundo". Para mayor información acerca de las características de las distintas razas, vea Scora *et al.* (Capítulo 2) y Lahav y Lavi (Capítulo 3) en este libro.

En la actualidad, se ha llegado a un consenso en cuanto que la raza de "las tierras bajas" se originó probablemente en la costa Pacífico de América Central, en la región comprendida desde el sur de Guatemala, hasta Panamá. (Fig.1.1) (Storey *et al.* 1986; A. Ben-Ya'acov, Bet Dagan, 1998 comunicación personal). Como resultado de la extensa distribución del germoplasma del palto hacia zonas bastante alejadas de su sitio de origen, se ha producido un considerable cruzamiento interracial, al tal grado que los actuales cultivares de mayor importancia económica, tanto en áreas subtropicales como tropicales, son resultado de la hibridación entre las distintas razas.

Adaptaciones Ecológicas

Persea americana es una especie variable formada por distintos taxones, variedades botánicas y subespecies



Figura 1.1. Supuestos centros de origen de las razas ecológicas mexicana, guatemalteca y antillana del palto (Storey y otros (1986), con autorización).

que incluyen las tres razas ya nombradas (respectivamente: variedad *drymifolia* (mexicana), variedad *guatemalensis* (guatemalteca) y variedad *americana* (antillana)), además de otros parientes cercanos, entre los cuales se destacan las variedades *nubigena*, *steyermarkii*, *tolimanensis*, *zentmyerii*, *floccosa* y probablemente también la *costarricensis* y la *tilaranensis* (véase Scora *et al.*, Capítulo 2 de este libro).

El llamado palto antillano es un árbol originario de las selvas de las tierras bajas, cálidas y húmedas de América Central, donde existe una estación lluviosa corta. Por otro lado, el supuesto hábitat nativo de los paltos mexicanos se ubica en regiones más elevadas (1.400-2.500 m.) y más frescas, con temperaturas medias anuales entre 14,2 y 19,8°C, precipitación de 665 a 1562 mm. y una estación seca de 6 a 8 meses durante el invierno y la primavera (Wolstenholme y Whiley, 1999). El hábitat del que serían originarios los paltos guatemaltecos presenta condiciones menos extremas, comunes a las sierras tropicales, con clima fresco durante todo el año y que fueron descritas como "tierras templadas húmedas" por Papadakis (1966).

Antes de 1492, los paltos fueron trasladados de los lugares donde originalmente crecían para ser introducidos en el norte de Sudamérica y Centroamérica, en algunas zonas de México y también en el Perú. Existen 8 referencias sobre restos de paltos encontrados en sitios arqueológicos precolombinos del Perú (Towle, 1961). Además hay evidencias de que los Incas habrían traído frutos desde la provincia de Palta hacia el Valle de Cuzco, donde se localizaba su capital. Restos de frutos

descubiertos en dos excavaciones en el valle Moche, datan del 4000 al 3500 AC y del 3500-1400 AC, respectivamente (Pozorski, 1976). Algunos ecotipos, adaptados al clima de las tierras tropicales bajas, fueron llevados a las Antillas poco después de la conquista española (Popenoe, 1920).

Primeras Distribuciones

El reconocimiento del valor nutricional de la palta impulsó a los colonizadores de las Américas a diseminar dicho cultivo hacia territorios del hemisferio oriental, donde el clima permitía su cultivo. No obstante, la aceptación del fruto por los habitantes de esas zonas y el éxito de dichas introducciones fueron variables. El palto fue introducido en Indonesia alrededor de 1750 (Morton 1987). Existen algunas dudas acerca de cuándo fue introducido en Filipinas, pese a que Merrill (1923) plantea que esto ocurrió a fines del siglo XVI. Si así fuera, el palto no tuvo allí un buen establecimiento, pues sólo un árbol sobrevivió luego de la ocupación española, el cual finalmente fue destruido por un tifón en 1905. P.J. Wester, un horticultor norteamericano que estuvo involucrado en el desarrollo agrícola de Filipinas durante las primeras décadas del siglo XX, afirma que la introducción del palto en este país ocurrió al menos 25 años antes de la ocupación norteamericana. Sin embargo, G.E. Nesom, uno de los primeros directores de la Oficina Filipina de Agricultura, atribuyó la introducción del palto a un sacerdote español que trajo frutos consigo desde Acapulco, México, en 1890. La existencia de un único espécimen conocido, destruido en 1905, coincidi-

ría con esta teoría. En 1903 comenzaron introducciones de paltos en Hawai, Costa Rica y Estados Unidos, que se prolongaron hasta 1915 (Piang, 1936).

La palta fue introducida a Brasil en 1809 y actualmente es producida comercialmente en siete estados, localizados entre las latitudes 15 y 25° sur. El germoplasma originalmente introducido en esta zona era de origen antillano, y fueron obtenidos nuevos cultivares de esta raza a partir de selecciones locales, aunque posteriormente se realizaron introducciones de material de la raza guatemalteca. Los cultivares de mayor importancia económica en la actualidad corresponden a híbridos de las razas antillana y guatemalteca (Donadio, 1984).

En el siglo XIX, árboles antillanos, que probablemente fueron introducidos mucho antes desde Cuba, llegaron a las islas Canarias, donde actualmente son usados como fuentes de semillas para obtener portainjertos tolerantes a la salinidad, adecuados a los cultivares producidos en la península ibérica (Galán y Fernández, 1983).

El palto fue introducido en Hawai a comienzos del siglo XIX y en 1855 ya era un cultivo común en Oahu (Yee, 1964). En 1958 fue llevado a la isla de Córcega, Italia, justo cuando la Estación Agrícola San Giuliano (*Station de Recherches Agronomiques de Corse - San Giuliano*) inició su funcionamiento (Vullin, 1982).

Distribuciones Posteriores

Sudáfrica

Existen pocos registros sobre las primeras introducciones de paltos en Sudáfrica, pero se cree que los primeros árboles provinieron de semillas de la raza antillana y fueron plantados en la franja costera de Natal, principalmente en los alrededores de Durban, a fines del siglo XIX (Ludman, 1930). Los frutos de dichos árboles eran de mala calidad y no despertaron interés comercial (Anónimo, 1965).

A mediados de los años '20 fueron importados desde California árboles injertados de origen mexicano, guatemalteco e híbridos, que tuvieron mejor adaptación a las condiciones climáticas locales que el germoplasma antillano (Malan, 1957). Dicho material fue la base de una nueva industria de la palta, que fue rápidamente dominada por el cultivar 'Fuerte'. Recientemente, la producción del cultivar 'Hass' ha aumentado en forma significativa, permitiendo extender la temporada de oferta de la fruta sudafricana en los mercados europeos (D. Donkin, Tzaneen, 1999, comunicación personal). Actualmente, los paltos son ampliamente cultivados en Sudáfrica, principalmente en la Provincia del Norte y en Mpumalanga y también, en menor medida, en las zonas libres de heladas de los bordes costeros y de los valles centrales más frescos de KwaZulu-Natal, así como tam-

bién en Swazilandia. El clima de Nelspruit en la región de Mpumalanga ha sido clasificado como "tierra fría baja con monzón seco" y es adecuado para el cultivo de trigo, maíz, arroz y algodón (Papadakis, 1966). Entre 1961 y 1996 la producción de paltas en Sudáfrica aumentó en más de 11 veces, pasando de 4.700 a 53.800 toneladas, la mayor parte de las cuales es exportada (Tabla 1.2).

Israel

Los primeros paltos fueron introducidos en la región que actualmente conocemos como Israel en 1908, sin embargo, cultivares como 'Fuerte' y "Dickinson" sólo fueron introducidos en 1924. En 1934 se importaron los cultivares 'Benik', 'Nabal' y 'Queen' desde California. En 1947, el cultivar comercial más importante era 'Fuerte' pero, debido a su producción errática, se buscó otro cultivar que fuese más confiable. En la misma época fueron evaluados otros cultivares como 'Duke', 'Northrup', 'Mexicola', 'Ganter', 'Puebla', 'Caliente' y 'Anaheim' (Oppenheimer, 1947). El cultivar 'Hass' fue introducido en Israel a finales de los años '40 y fue incluido en la lista de variedades recomendadas a mediados de los '60 (Ohad, 1965; Ticho y Gefen, 1965). Pese a sus limitaciones (Gustafson, 1967) el cultivar 'Fuerte' continuó siendo el más plantado en los años '70 y aún continúa teniendo gran importancia en dicho país. En los últimos años, se han plantado cultivares desarrollados en Israel, entre los que destacan 'Iriet', 'Adi' y 'Gil', así como algunas de las variedades californianas más nuevas, tales como 'Reed', 'Pinkerton' y 'Ardith' (Lahav, 1994).

El clima subtropical mediterráneo en Israel se caracteriza por una estación invernal (entre noviembre y mediados de marzo) generalmente fría, aunque la temperatura puede llegar a 30°C en días despejados. Ocasionalmente pueden registrarse temperaturas de 40°C o más en primavera, durante los días de "hamsin". En la planicie costera pueden presentarse, esporádicamente, temperaturas bajo cero de hasta -4,5°C en algunas zonas con poca ventilación (Oppenheimer, 1947). El éxito de la industria de la palta en Israel, basada en el germoplasma traído de California (originalmente proveniente de México), se ve reflejado en los niveles de producción alcanzados, los que, en un periodo de 35 años, aumentaron de 800 toneladas en 1961 a 75.900 toneladas en 1996 (Tabla 1.2).

Chile

Chile tiene una gran variedad de climas; dos de los cuales son muy adecuados para el cultivo del palto: el clima "mediterráneo subtropical semiárido" y el "mediterráneo marino" (Papadakis, 1966). Desde los tiempos de la colonia se cultivan árboles de semilla de la raza mexicana en el país, sin embargo, en 1928 el Ministerio de Agri-

Tabla 1.1. Producción mundial y regional de paltas y áreas plantadas con árboles (Base de datos FAOSTAT, 2001).

Región	Producción en diferentes regiones del mundo entre 1961 y 1996 (expresado en miles de toneladas) ^a							
	1961	1966	1971	1976	1981	1986	1991	1996
Producción Mundial	697,9 (76,8)	869 (91,7)	1.075,3 (115,1)	1.269,8 (152)	1.532,9 (200,2)	1.949,6 (264)	2.125,4 (308,2)	2.303,4 (339,1)
África	44,9 (10,8)	52,8 (12,7)	68,7 (16,2)	101,9 (20,5)	125 (24,4)	155,4 (26,6)	187,8 (30,3)	198,6 (31,4)
Asia	44,2 (9,7)	68,2 (11,6)	50,8 (10,2)	86,5 (17,6)	105,6 (25,9)	161,5 (31,2)	177,1 (40,0)	311,5 (31,4)
Centro América y El Caribe	349,1 (15,9)	415,6 (21,6)	501,4 (33,3)	580,7 (47,6)	764,1 (67,4)	937,9 (106,2)	1097,2 (122,8)	1148,8 (128,3)
Europa	0,3 (0,035)	0,5 (0,052)	0,9 (0,054)	3,2 (0,485)	10,5 (1,65)	30,8 (4,52)	74,3 (18,6)	66,8 (17,9)
Norteamérica	51,3 (10,5)	55,7 (9,7)	78,2 (9,9)	128,5 (15,5)	165,8 (29,5)	274,9 (34,9)	167,8 (33,4)	173 (26,6)
Oceanía	2,1 (0,04)	2,7 (0,06)	3,4 (0,08)	3,2 (0,15)	5,3 (0,42)	13,7 (4,6)	17,1 (4,6)	21,9 (5,9)
Sud América	206 (29,8)	273,5 (36,0)	371,9 (45,3)	365,8 (49,9)	356,2 (50,9)	375,4 (55)	404,1 (58,4)	382,8 (60,7)

^a Los valores entre paréntesis expresan miles de hectáreas.

cultura importó desde California los primeros cultivares comerciales. Debido a las limitaciones climáticas del lugar donde fueron plantados (Santiago), estos árboles llamaron muy poco la atención. No obstante, en 1932 un envío marítimo de 14 cultivares de origen mexicano, guatemalteco e híbrido, fue plantado en La Cruz, y otros cultivares fueron adicionalmente importados en envíos posteriores. Éstos formaron el núcleo de la creciente industria de la palta en la región. El cultivar 'Hass' fue importado en 1944 y desde entonces se ha convertido en el cultivar predominante.

En 1958 toda la producción de paltas de Chile era comercializada a nivel nacional y los precios solían bajar cuando la oferta excedía a la demanda de fruta (Magdahl, 1958). Sin embargo, en 1965 la demanda ya era alta y la industria crecía (Schmidt, 1965). Esta tendencia se mantuvo y se acrecentó cuando Chile entró al mercado exportador, aumentando la producción de paltas de 8.000 toneladas en 1961 a 55.000 en 1996 (Tabla 1.2).

Australia

Los paltos fueron introducidos en Australia por el Vivero Estatal de Kamerunga, en Queensland a fines del siglo XIX (Whiley, 1982), pero no fue hasta los años '30 que se importaron cultivares de renombre desde California (Zentmyer, 1965). En la década de los '40 habían sólo unos pocos huertos comerciales (Alexander, 1978). La palta no era muy conocida por los consumidores australianos durante los años que siguieron a su introducción, pero la llegada de militares norteamericanos en 1942

hizo aumentar la demanda por este fruto, la cual creció paulatinamente después de la Segunda Guerra Mundial (Sharpe, 1950; Storey, 1960).

La consolidación de los numerosos cultivares plantados en Australia ocurrió gradualmente y entre los años '60 y finales de los '80 cuando el cultivar 'Fuerte' se convirtió en el más importante. Sin embargo, esta situación cambió rápidamente en la década del '90 y hoy el cultivar más plantado es 'Hass', seguido de los cultivares 'Shepard' y 'Sharwil', ambos en segundo lugar en importancia (Newett *et al.*, 2001). 'Shepard' es un cultivar californiano que no dio resultados en su lugar de origen, debido a su sensibilidad a las bajas temperaturas durante la floración, mientras que 'Sharwil' es de origen australiano. Ambos tienen excelentes producciones cuando son cultivados en climas subtropicales cálidos.

Los paltos son cultivados en distintas localidades a lo largo de la costa este de Australia (Schultz, 1961), en climas que varían de "subtropical húmedo" a "subtropical cálido" y "subtropical mediterráneo" (Papadakis, 1966). Las regiones tradicionales de cultivo son el sur de Queensland y el norte de Nueva Gales del Sur, no obstante durante la década del '70 la producción se extendió a otras áreas, incluida la meseta de Atherton al norte de Queensland y los asentamientos regados a lo largo del valle de Murria, al sur de Australia. Recientemente, se ha producido una importante expansión de la producción de palta hacia el sudoeste de Australia occidental, desde donde la fruta puede abastecer mercados lucrativos durante los meses de verano (diciembre a marzo) (Newett *et al.*, 2001). La creciente popularidad

Tabla 1.2. Producción mundial de palta dividida por países (Base de datos FAOSTAT, 2001).

Continente	País	Producción por país entre 1961 y 1996 expresada en miles de toneladas							
		1961	1966	1971	1976	1981	1986	1991	1996
Africa	Africa Central	0,20	0,25	0,35	0,70	1,10	1,40	3,00	4,10
	Camerún	12,00	15,00	18,00	20,00	25,00	30,00	38,00	46,00
	Côte d'Ivoire	2,00	2,60	3,50	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Ghana	4,00	4,10	4,00	4,00	4,00	5,00	6,00	6,30
	Marruecos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50	5,00	7,00
	Rep. de Seychelles	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	Rep. Dem. El Congo (Zaire)	14,00	16,00	18,80	22,80	37,10	41,90	40,50	29,60
	Rep. El Congo	7,00	9,90	13,50	16,60	18,60	20,50	23,00	25,50
Sudáfrica	4,70	4,00	8,70	17,10	21,10	33,30	49,10	53,80	
Asia	China	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00
	Chipre	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,50	0,83	1,40
	Filipinas	13,30	15,90	15,20	24,00	25,30	21,90	22,00	45,80
	Indonesia	30,00	50,00	28,00	44,00	72,20	71,10	91,40	143,20
	Israel	0,80	2,30	7,60	18,50	8,00	68,00	52,70	75,90
	Turquía	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20
Centroamérica y El Caribe	Barbados	0,16	0,18	0,27	0,36	0,41	0,46	0,47	0,47
	Costa Rica	10,60	13,30	18,00	25,50	28,00	21,90	23,00	24,00
	Cuba	35,00	13,00	11,80	21,20	10,00	11,20	9,00	7,50
	Dominica	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,28	0,72	0,40
	El Salvador	16,40	20,80	24,50	29,00	32,00	35,00	39,00	41,50
	Islas Caimanes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
	Granada	2,00	2,10	2,10	0,91	1,40	1,50	1,80	1,60
	Guadalupe	0,10	0,15	0,20	0,22	0,44	0,30	0,25	0,27
	Guatemala	12,20	16,40	19,00	20,00	22,40	25,10	29,00	24,30
	Haití	40,00	44,00	49,00	55,00	59,00	62,00	57,00	45,00
	Honduras	3,6	4,2	3,7	4,8	5,8	6,7	2,5	0,8
	Jamaica	2,9	2,6	2,5	2,6	2,8	3,0	3,5	4,0
	Martinica	1,4	1,8	1,8	2,4	1,1	3,2	1,2	0,4
	México	108,1	169,5	236,8	280,4	460,9	627,9	780,4	837,8
	Panamá	5,1	6,0	2,3	2,0	2,1	2,0	2,7	2,8
	Puerto Rico	4,8	5,7	5,4	4,0	3,2	3,9	4,3	2,1
República Dominicana	106,2	115,2	123,3	131,5	134,0	132,7	141,6	155,0	
Santa Lucía	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	
Trinidad y Tobago	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	
Europa	España	0,3	0,5	0,9	3,0	10,0	30,3	52,1	52,1
	Francia	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,2
	Grecia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	1,6	1,5
	Portugal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	13,1
Norteamérica	Estados Unidos	51,3	55,7	78,2	128,5	165,8	274,9	167,8	173,0
Oceanía	Australia	0,4	0,6	0,9	0,6	2,4	9,7	11,5	16,4
	Guam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Islas Cook	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,5	0,2
	Islas de Pacífico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nueva Zelanda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	3,2	3,5
	Polinesia Francesa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Samoa	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	1,8	1,7	
Sudamérica	Argentina	2,0	4,2	9,1	9,1	3,2	2,7	3,1	3,5
	Bolivia	1,5	1,8	2,0	2,9	3,1	4,3	5,6	6,1
	Brasil	82,5	117,5	161,5	139,7	135,6	122,3	111,3	80,7
	Chile	8,0	10,0	12,0	15,0	25,0	35,0	39,0	55,0
	Colombia	12,0	12,6	13,0	15,4	18,3	49,0	72,1	74,0
	Ecuador	16,0	23,0	21,7	43,5	30,6	20,3	18,1	31,7
	Guyana Francesa	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3
	Guyana	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3
	Paraguay	10,0	8,9	15,0	16,2	16,5	18,0	15,4	12,3
	Perú	19,9	46,5	96,4	82,9	77,0	80,1	85,7	82,7
Venezuela	53,7	48,6	40,7	40,6	46,3	43,2	53,4	36,3	
	PRODUCCION MUNDIAL	697,9	869	1075	1269,9	1532,5	1949,6	2125,4	2303,4

del consumo doméstico de esta fruta en los últimos años se ve reflejada en el aumento de la producción, de 400 toneladas en 1961 a 16.400 toneladas en 1996 (Tabla 1.2). Esta tendencia se ha acelerado en los últimos 4 años, con una producción que alcanzó las 31.740 toneladas en 2000 (Whiley, 2001).

Estados Unidos

La primera introducción de paltos en California se produjo antes de 1856, cuando cerca de San Gabriel fue observado un árbol proveniente de Nicaragua, probablemente llevado allí por algún inmigrante atraído por la fiebre del oro (Condit, 1916). La introducción más importante de paltos en California, que más tarde se expandió al resto del mundo, ocurrió en 1911, cuando el botánico Carl Schmidt, enviado por Fred Popenoe, propietario del vivero comercial "*West Indian Garden*" en Altadena, recolectó esquejes de un ejemplar de características notable, de parentales mexicano y guatemalteco, que crecía en la hacienda Rodiles, cerca de Atlixco en el estado mexicano de Puebla. Este cultivar llamado 'Fuerte', fue propagado vegetativamente y se convirtió en la base de la industria paltera californiana y, más tarde, de muchos otros países (Popenoe, 1926). A la fecha, los cultivares 'Hass' y 'Fuerte' son los de mayor importancia comercial en todo el mundo.

Los primeros paltos introducidos con éxito en Florida fueron traídos probablemente desde Cuba, poco antes de 1850, cuando los primeros colonos encontraron paltos de la raza antillana que crecían en los bosques forestales ("*hammocks*") de la región de Miami (Fairchild, 1945). La primera producción comercial de paltas en Florida fue de cultivares antillanos, sin embargo la introducción de germoplasma guatemalteco a principios de la década del 1900, propició la creación de un nuevo tipo de palto, constituido por un grupo de híbridos que combinaban la excelente calidad de frutos y la maduración en otoño-invierno de los cultivares guatemaltecos, con la adaptación al clima cálido de las tierras bajas de los cultivares antillanos.

Este nuevo grupo permitió que en 1930 la industria de Florida entrara a los mercados de otoño-invierno, consiguiendo sobrevivir durante un periodo de severa depresión económica provocado por la fuerte competencia con Cuba por liderar el mercado de verano (Brooks, 1929; Anónimo, 1934). Esto permitió además que en muchas áreas de las tierras bajas tropicales, que no eran adecuadas para el cultivo de los híbridos mexicano-guatemaltecos (de buen desempeño bajo las condiciones subtropicales de California), se produjeran frutos de calidad superior, aptos tanto para el mercado interno como para exportación (Knight y Cambell, 1999).

Por ejemplo, entre los cultivares producidos actual-

mente en Camerún se incluyen uno de raza mexicana que es originario de California ('Zutano'); tres de la raza guatemalteca ('Nabal', 'Itzamna' y 'Taylor'); un híbrido californiano ('Anaheim') y cinco híbridos de las razas guatemalteca y antillana, provenientes de Florida y del Caribe ('Booth 7', 'Booth 8', 'Hickson', 'Lula' y 'Semil 34') (Ducelier y Rey, 1989).

Entre 1933 y 1998 se registraron 179 distribuciones de germoplasmas de palto en el banco de germoplasma del Departamento de Agricultura de los EE.UU. en Miami. Cada distribución consistía en la entrega de una o más unidades de germoplasma (cultivares, selecciones o semillas). El destino geográfico de cada una de estas entregas no quedó registrado, pero se conocen 163 receptores de ese material: 35 distribuciones llegaron a Florida, 15 a California, 21 al resto de los Estados Unidos, 23 a Centroamérica y El Caribe, 23 a Asia, 22 a África, 14 a Sudamérica, 4 a Seychelles, 3 a Europa, 1 a Australia, 1 a Fiji y 1 a la Isla Reunión. Considerando que la mayor parte de estas distribuciones de germoplasmas correspondían a material clonado de alto valor comercial, sin lugar a dudas esto contribuyó al espectacular aumento de la producción de paltas, que se prolongó durante un periodo de 35 años, en muchas partes del mundo donde este cultivo no era tradicional.

Producción Mundial y Comercialización

La producción total de paltas en el mundo aumentó más de 3,3 veces en un periodo de 35 años, de 697.869 toneladas cosechadas en las 76.770 hectáreas existentes en 1961, a 2.303.389 toneladas cosechadas en 339.141 hectáreas registradas en 1996 (Tabla 1.1). Hasta el año 1996 la producción anual de paltas aumentaba a una tasa más bien constante, sin embargo en ese año la producción mundial total de paltas sobrepasó por primera vez los dos millones de toneladas, alcanzando la cifra más alta de las registradas hasta 1998 (Base de datos FAOSTAT, 2001). En el mismo periodo de 35 años, la menor tasa de producción se registró en Sudamérica, el líder mundial en 1961, con un aumento de aproximadamente 1,9 veces, de 205.970 toneladas en 1961 a 382.843 toneladas en 1996. En tanto, el mayor aumento productivo en dicho periodo fue el de Europa, con un incremento aproximado de 196 veces, pasando de 340 toneladas producidas en 1961 a 66.800 toneladas en 1996. Oceanía también mostró una considerable alza de diez veces en la producción, de 2.060 toneladas en 1961 a 20.900 toneladas en 1996. Otras alzas que se registraron en este periodo fueron la de Asia, donde la producción aumentó siete veces (de 44.160 a 311.477 toneladas), África, donde el incremento fue en 4,4 veces (de 44.160 a 311.477) y Norteamérica, con un crecimiento de 3,4 veces (de 51.342 a 173.000 toneladas), debido principalmente a la

mayor producción de los Estados Unidos. La producción de México, que está considerada dentro del bloque de América Central y El Caribe, tuvo un incremento de 3,2 veces, de 349.062 a 1.148.796 toneladas, siendo esta última cifra un reflejo de la enorme cosecha obtenida en México el año 1996 (Tabla 1.1).

La situación continúa siendo dinámica en muchas partes del mundo, tanto en regiones donde el palto es un cultivo nuevo, como en lugares donde ya era un cultivo tradicional, pero tuvo una fuerte expansión (como en México). Por el contrario, en países como Brasil, donde no hay aumento en la demanda de los mercados de exportación, la producción se ha mantenido más o menos estática (Tabla 1.2).

Lo anterior nos demuestra el dramático crecimiento de la producción mundial de paltas desde 1961, año en que la FAO comenzó a llevar un registro de la producción de este fruto. En el continente africano, la producción de Camerún aumentó de 12.000 toneladas en 1961 a 45.000 toneladas en 1996; en la República Democrática de El Congo (Zaire) el incremento fue de 14.000 a 29.645 toneladas en el mismo período y en Sudáfrica pasó de 4.700 en 1961 a 53.800 toneladas en 1996 (Tabla 1.2). En Asia, la producción israelí de palta se expandió de 800 toneladas en 1961 a 75.900 toneladas en 1996, en tanto que en Indonesia, pasó de 30.000 a 143.200 toneladas. En Europa el mayor aumento productivo ocurrió en España, que posee una zona en las Islas Canarias donde el palto es tradicionalmente cultivado y otra área más reciente de plantación situada en la península ibérica. La producción española creció de 340 toneladas en 1961 a 52.085 toneladas en 1996. En Oceanía, Australia mostró un aumento de 41 veces en un periodo de 35 años, pasando de 400 toneladas en 1961 a 6.416 toneladas en 1996 (Tabla 1.2).

Sin lugar a dudas, la producción de paltas continuará expandiéndose en algunas regiones, mientras que en otros lugares donde el palto ya es un cultivo importante, la producción se mantendrá más o menos estable. En China, por ejemplo en 1991 no existían registros de producción, sin embargo en el año 1996 se informó de 45.000 toneladas producidas, lo que la convierte en un área donde el desarrollo de este cultivo parece bastante factible. Una seria limitación para la expansión de la industria de la palta en muchos países de América Central, Sudamérica y El Caribe es la amenaza de la pudrición de raíz causada por *Phytophthora cinnamomi* (Ver Pegg *et al.*, Capítulo 12 de este libro). Esta enfermedad fue detectada en Honduras en 1950 (Zentmyer y Popenoe, 1951) y desde entonces se ha propagado a tal grado que hoy es prácticamente imposible cultivar paltos en la zona cafetera hondureña (800-1.000 m de altitud) (C.W. Campbell, Homestead, 2001, comunicación personal).

En 1951, el patógeno *Phytophthora cinnamomi* fue encontrado también en paltos enfermos en México y Costa Rica (Zentmyer, 1951). Actualmente la amenaza que este patógeno representa para la sobrevivencia del palto es tan grande que, en algunas áreas de este último país, la especie *Persea americana* está considerada en peligro de extinción y ha desaparecido como cultivo en las tierras bajas (J. León, San José, 2001). A raíz de la escasez de fruta causada por esta enfermedad, muchas ciudades del trópico americano han visto permanentemente insatisfecha la demanda de paltas. En otras partes del mundo, el uso del fosfonato mono y dipotásico ha controlado efectivamente a *P. cinnamomi*. La tecnología de los fungicidas fosfonados incluye tanto inyecciones del producto en el tronco del árbol, como aplicaciones foliares y aplicaciones radiculares, por medio de zanjas en el suelo (Guest *et al.*, 1995; Whiley *et al.*, 2001). Debido a su éxito, la transferencia de esta tecnología es de vital importancia en áreas de Centro y Sudamérica donde la pudrición de la raíz está teniendo actualmente un impacto negativo.

Composición del Fruto y Usos

La condición de la palta como alimento varía según la región donde es consumida y el grado de familiaridad con la que es vista por la población local. Este fruto es un alimento básico tradicional en Guatemala y sus países vecinos, donde es consumido cotidianamente por la clase trabajadora (Popenoe, 1920). Es también un ingrediente ampliamente utilizado en tradicionales y elaborados platos mexicanos como el "guacamole", compuesto por puré de palta, tomate, cebolla, ajo, jugo de limón, cilantro, ají jalapeño y sal (Anusasananan, 2001) y es un producto importado de alto precio en las grandes metrópolis, donde es consumido en ensaladas y cuya incorporación a la dieta ha sido relativamente reciente. En algunos países la palta es consumida con azúcar, en helados o batidos de leche (C.W. Campbell, Homestead, 2001, comunicación personal).

El contenido nutricional de la pulpa de palta depende de su ecotipo (subtropical o tropical), del cultivar, del grado de madurez del fruto y de las condiciones de cultivo. El estudio más detallado existente sobre los paltos adaptados a condiciones subtropicales es el realizado por Slater *et al.* (1975) en California. La Tabla 1.3 muestra la información nutricional definida por el Departamento Norteamericano de Agricultura (USDA) para los cultivares californianos, principalmente para 'Fuerte', y en las Tablas 1.4 y 1.5 aparecen los contenidos de vitaminas y minerales, respectivamente.

Tabla 1.3. Composición de la porción comestible de las palτας californianas (principalmente del cultivar 'Fuerte') por 100 g. (resumido de Watt y Merrill, 1975).

Agua (g)	73.6
Energía (kcal)	171.0
Componentes energéticos (g)	
Proteínas	2.2
Lípidos	17.0
Carbohidratos totales	6.0
Fibra	1.5
Elementos minerales (mg)	
Calcio	10.0
Fósforo	42.0
Hierro	0.6
Sodio	4.0
Potasio	604.0
Vitaminas (ui de Vitamina A o mg).	
A	290.0
Ácido ascórbico	14.0
Tiamina	0.1
Riboflavina	0.2
Niacina	1.6

Tabla 1.4. Contenido de vitaminas en la pulpa fresca de palta (resumido de Slater *et al.* (1975) y Seymour y Tucker (1993)).

Componente	Rango de concentración (por 100 g de peso fresco)
Betacaroteno (pro-vitamina A)	370-750 (ui)
Alfatocoferol (vitamina E)	1.6-2.4 (ui)
Ácido ascórbico (vitamina C)	1.6-30 (mg)
Biotina (vitamina B8)	3.2-10 (µg)
Colina (vitamina B7)	17-22 (mg)
Folacina (vitamina B9)	30-62 (µg)
Niacina (vitamina B3)	1.4-3.5 (mg)
Ácido pantoténico (vitamina B5)	0.25-1.14 (mg)
Piridoxina (vitamina B6)	0.22-0.62 (mg)
Riboflavina (vitamina B2)	95-230 (µg)
Tiamina HCl (vitamina B1)	60-240 (µg)
Menaquinona (vitamina K)	0-8 (µg)
Calciferoles (vitamina D)	No informado

Tabla 1.5. Contenido mineral en la pulpa de la palta (resumido de Slater *et al.*, 1975).

Mineral	Rango de concentración (mg por 100 g de peso fresco)
Fósforo	20-80
Potasio	340-723
Calcio	10-15
Magnesio	40-60
Sodio	5-15
Hierro	0.5-2
Boro	1-3

Lípidos

El contenido de aceite de las palτας, determinado en base al peso fresco del fruto, varía según el ecotipo (raza hortícola) de 2,5 a 8,0% en los cultivares antillanos (Hatton *et al.*, 1964), entre 10 a 13% en los cultivares guatemaltecos y de 15 a 25% o inclusive más, en los cultivares mexicanos. Los frutos de los cultivares 'Fuerte' y 'Hass', ambos híbridos de las razas mexicana y guatemalteca, fueron analizados en California para determinar su contenido de aceite. Los frutos del cultivar 'Fuerte' cosechados entre marzo y mayo tenían un contenido de aceite de 15 a 22%, mientras que los frutos de 'Hass' cosechados en el mismo periodo mantuvieron un nivel de 20% (Ericsson y Porter, 1966). Para efectos de comparación, la aceituna, otro fruto rico en aceite, contiene entre 18 y 25% en los cultivares cosechados para la producción de aceite, mientras que los frutos cosechados verdes tienen un 14% de aceite (Hartmann, 1971). El contenido de aceite en las paltas cultivadas en climas subtropicales frescos es alto y aumenta con el retraso de la cosecha, llegando a 25 -30% en los frutos de los cultivares 'Hass' y 'Fuerte' a comienzos de la floración de la siguiente temporada (Kaiser y Wolstenholme, 1994).

La ley N° 422 de Estandarización de la Palta (*Avocado Standardization Bill*) aprobada en 1925 en California, para cultivares de origen mexicano, guatemalteco o híbridos de ambas razas, definió que la fruta sea considerada legalmente madura cuando su contenido de aceite alcanza un 8% del peso (Lee, 1981). Sin embargo, evaluaciones posteriores de sabor han demostrado que este valor es muy bajo para algunos cultivares (Hodgkin, 1928), razón por la cual los estándares definidos por los productores californianos de palτας (Calavo Growers) están basados en la relación a una satisfactoria calidad del sabor y el contenido de aceite del fruto.

Gracias a los esfuerzos realizados por esta asociación con el objetivo de relacionar la palatabilidad con el contenido de aceite de los frutos de nueve cultivares comercializados en 1939, la Calavo Growers definió

como estándar un contenido de 12 a 14% de aceite para los frutos del cultivar 'Fuerte'; los frutos del cultivar 'Anaheim' fue considerado aceptable con apenas 11,5% de aceite, y para los frutos del cultivar 'Lyon' se definió un contenido de aceite de hasta 16,5%. Estos niveles de aceite exigidos para una buena palatabilidad de las paltas, fueron definidos por un grupo de catadores muy críticos, que ya estaba familiarizado con el fruto y que era más exigente que el consumidor promedio (Hodgkin, 1939).

Los cultivares antillanos son considerados aceptables para el consumo, con contenidos de aceite inferiores a los de las otras dos razas. Los híbridos antillanos y guatemaltecos, en su mayoría, poseen niveles de aceite más altos que los cultivares antillanos puros. Para cultivares antillanos representativos los valores son 4 a 6% de aceite para 'Fuchs', 4 a 8% para 'Peterson', 3 a 5% para 'Pollock', 3 a 6% para 'Trapo', y 6 a 10% para el cultivar 'Waldin'. Para los híbridos de las razas guatemalteca y antillana, los contenidos aceptables son 10 a 14% para 'Booth 7', 8 a 12% para 'Booth 8', 13% para 'Choquette', 12 a 16% para 'Hall', 8 a 10% para 'Hickson', 12 a 16% para 'Lula' y 10 a 14% para el cultivar 'Monroe' (Wolfe *et al.*, 1949).

Valor Nutricional, Vitaminas y Ácidos Grasos

Cien gramos de pulpa de palta pueden producir 20 gramos de aceite, 6 gramos de carbohidratos y 2 gramos de proteína. Este fruto es una valiosa fuente de caroteno (100-120 unidades internacionales (ui) por 100 g), niacina (12-15,5 $\mu\text{g g}^{-1}$), ácido pantoténico (9-11,4 $\mu\text{g g}^{-1}$), piroxidina (4-6 $\mu\text{g g}^{-1}$), riboflavina (160-180 ui 100 g^{-1}) y tiamina (100 ui 100 g^{-1}). Además la pulpa de la palta aporta en menores cantidades vitamina K, ácido fólico, ácido ascórbico, biotina y tocoferol (Ahmed y Barmore, 1980; Torres, 1986). La composición de ácidos grasos de los lípidos contenidos en la palta varía según el cultivar, entre otros factores, siendo el ácido oleico el más abundante, seguido de los ácidos palmítico y linoleico. El ácido palmítico puede o no estar presente. Mazliak (1965) constató que más del 95% del total de los lípidos contenidos en la pulpa de la palta está compuesto por cuatro ácidos grasos: entre los ácidos mono-insaturados, el ácido oleico (C18:1) que constituye entre 42% y 81% y el ácido palmítico (C16:1) con 0 a 8,3% del total de lípidos; el ácido linoleico, del tipo poli-insaturado (C18:2), que varía entre 6 y 18,5% y el ácido palmítico, saturado (C16), cuyo nivel puede fluctuar entre 7,2 y 25% de los lípidos totales. A modo de comparación, los ácidos grasos contenidos en las aceitunas son: 83% de ácido oleico, 7% de ácido linoleico, 6% de ácido palmítico y 4% de ácido esteárico (Brown, 1975). Davenport y Ellis (1959) observaron un aumento en el contenido de triglicéridos en la pulpa de las pal-

tas durante el desarrollo del fruto, que es acompañado de una consecuente disminución del contenido de agua. Observando el cultivar 'Fuerte', Kikuta y Ericsson (1968) notaron variaciones progresivas a lo largo de la temporada de crecimiento del fruto, con un contenido de ácido oleico que llegaba a 2% del peso fresco total del fruto en octubre y aumentaba constantemente, hasta llegar a un máximo de 14% en marzo. El ácido palmítico, en tanto, aumentó de menos de 1% en septiembre a un máximo de poco más de 4% en febrero, para luego caer a menos de 4% en marzo. El contenido de ácido linoleico del fruto varió de un poco más de 1% en septiembre, hasta casi 4% en marzo. El contenido de este ácido presentó poca variación, manteniéndose en menos del 1% del peso total del fruto durante todo el periodo de muestreo. Estos resultados coinciden con otros estudios que señalan que en la pulpa de la palta están presentes trazas de los siguientes ácidos grasos: linoleico, mirístico, esteárico y araquídico (Ahmed y Barmore, 1980).

En un estudio realizado con 16 pacientes masculinos que fueron alimentados con paltas durante dos periodos de 3 meses cada uno, se demostró que los niveles totales de colesterol y lípidos en la sangre disminuyeron significativamente en el 50% de los pacientes, sin que se registrase un aumento del nivel de colesterol durante el periodo analizado (Grant, 1960). Un estudio similar, conducido por Colquhoun *et al.* (1992), confirmó dichos resultados.

En algunos países se le da gran importancia a la información nutricional a la hora de promocionar el consumo de paltas. La organización australiana independiente "*Heart Foundation*" ha certificado que la palta es un alimento 'saludable para el corazón' por medio de un logotipo, que es utilizado para publicitar su consumo (A.W. Whiley, Nambour, 2001, comunicación personal). Actualmente, los esfuerzos realizados por la Comisión de la Palta de California (*California Avocado Commission*) también están referidos a la salud humana, mediante la distribución de diez ítems distintos que incluyen publicaciones de la Asociación Norteamericana de Dietética (*American Dietetic Association*), de la Asociación Norteamérica del Corazón (*American Heart Association*), además de un par de impresos publicados recientemente (G. Witney, California, 2001, comunicación personal).

Proteínas y Cenizas

La pulpa de palta es más rica en proteínas que la de otras frutas, sin embargo, comparada con la carne, la leche y algunas legumbres, no puede ser considerada como una fuente proteica importante. Contiene mayores concentraciones de aminoácidos libres que otras frutas, siendo los principales la aspargina, el ácido aspártico, la glutamina y el ácido glutámico. En la pulpa de la

palta 'Fuerte' fueron encontrados en menor cantidad los siguientes aminoácidos: serina, treonina, alanina, valina y cistina. Todos los ácidos esenciales están presentes en la pulpa. Las paltas contienen niveles relativamente altos de cenizas (1,0-1,4% en los cultivares 'Fuerte', 'Hass' y 'Anaheim') que son ricas en hierro disponible fisiológicamente, según fue comprobado en experimentos conducidos con ratas, y por lo tanto es considerado potencialmente útil en la prevención o cura de la anemia (Ahmed y Barmore, 1980).

Potencial para el Futuro

Se espera que el alto valor nutricional de la palta y los beneficios de sus aceites insaturados para la salud del corazón y del sistema circulatorio, atraigan el interés de los adultos mayores, sobre todo en las partes del mundo donde este fruto es un producto nuevo o recientemente incorporado al mercado.

Otro uso que ha ido en aumento, es el empleo de los aceites de palta en la producción de cosméticos, donde son utilizados solos o combinados con otros ingredientes para suavizar la piel y mejorar su textura y apariencia. A veces se usa la pulpa hecha puré, la cual es aplicada como tratamiento facial. La incidencia de alergia a esta fruta ha aumentado en los Estados Unidos y México, en donde cerca del 1% de la población es susceptible. El principal agente alergénico posee actividad endoquinásica y es conocido como "Prs a 1" (Sowka *et al.*, 1998).

La palta no suele cocinarse debido al sabor amargo que adquiere cuando es sometida a altas temperaturas. Sin embargo, su uso en ensaladas, sándwiches, salsas y sopas frías, asegurarán que su popularidad continúe. Una publicación de las Islas Canarias enumera cinco recetas distintas de ensaladas, 12 tipos de batidos y 16 platos preparados que incluyen a la palta como ingrediente principal (Torres, 1986).

La creciente fama de la cocina mexicana, en la cual el guacamole es una preparación muy apreciada, se ha expandido a centros urbanos en varios lugares del mundo, incluso en ciudades alejadas de la frontera sudoeste de los Estados Unidos, donde este tipo de comida es popular desde hace mucho tiempo. Esto asegura un fuerte mercado para las paltas a corto plazo, mientras crece su reconocimiento como un alimento verdaderamente saludable.

Referencias

Ahmed, E.M. and Barmore, C.R. (1980) Avocado. In: Nagy, S. and Shaw, P.E. (eds) *Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses*. AVI, Westport, Connecticut, pp. 121-156.

Alexander, D.McE. (1978) *Some Avocado Varieties for*

Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, 35 pp.

Anonymous (1934) New Cuban treaty delivers blow to avocado industry. *California Avocado Society Yearbook* 1934, 50-51.

Anonymous (1961) *Webster's Third New International Dictionary of the English Language*. G. and C. Merriam Company, Springfield, Massachusetts, 2662 pp.

Anonymous (1965) The avocado in South Africa (Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, Nelspruit). *California Avocado Society Yearbook* 49, 73-78.

Anusasananan, L.L. (2001) Avocado green. *Sunset* April 2001, 186.

Brooks, C.I. (1929) Avocados. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 42, 123-129.

Brown, W.H. (1975) *Introduction to Organic Chemistry*. Willard Grant Press, Boston, Massachusetts, 468 pp.

Colquhoun, D.M., Moores, D., Somerset, S.M. and Humphries, J.A. (1992) Comparison of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado and a high-carbohydrate diet. *American Journal of Clinical Nutrition* 56, 671-677.

Condit, I.J. (1916) History of the avocado in California. *Report of the California Avocado Association* 1916, 105-106.

Davenport, J.B. and Ellis, S.C. (1959) Chemical changes during growth and storage of the avocado fruit. *Australian Journal of Biological Science* 12, 445-454.

Donadio, L.C. (1984) The Brazilian avocado industry. *California Avocado Society Yearbook* 68, 133-140.

Ducelier, D. and Rey, J.-Y. (1989) Comportement de dix cultivars d'avocatiers dans l'Ouest Cameroun. *Fruits* 44, 81-90 (In French.)

Erickson, L.C. and Porter, G.G. (1966) Correlations between cuticle wax and oil in avocados. *California Avocado Society Yearbook* 50, 121-127.

Fairchild, D. (1945) Personal recollections of George B. Cellon, horticultural pioneer of south Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 58, 205-209.

FAOSTAT Database, (2001) Food and Agricultural Organization, United Nations, Rome. <http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl>

Galán Saúco, V. and Fernández Galván, D. (1983) *Evaluación de la Población Local de Aguacates Antillanos de la Isla de La Gomera*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, 45 pp. (In Spanish.)

Grant, W.C. (1960) Influence of avocados on serum cholesterol. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine* 104, 45-47.

Guest, D.I., Pegg, K.G. and Whiley, A.W. (1995) Control of *Phytophthora* diseases of tree crops using trunkinjected phosphonates. *Horticultural Reviews* 17, 299-330.

Gustafson, C.D. (1967) The avocado industry in Israel. *California Avocado Society Yearbook* 51, 85-88.

Hartmann, H.T. (1971) Olive. *The Encyclopedia Americana International Edition*, Vol. 20. Americana Corporation, New York, pp. 713-715.

Hatton, T.T., Jr, Harding, P.L. and Reeder, W.F. (1964)

- Seasonal changes in Florida avocados. *USDA Technical Bulletin* 1310.
- Hodgkin, G.B. (1928) Oil testing of avocados and its significance. *California Avocado Society Yearbook* 1928, 68-72.
- Hodgkin, G.B. (1939) Avocado standardization. *California Avocado Society Yearbook* 1939, 141-146.
- Kaiser, C. and Wolstenholme, B.N. (1994) Aspects of delayed harvest of 'Hass' avocado fruit in a cool subtropical climate. I. Fruit lipid and fatty acid accumulation. *Journal of Horticultural Science* 69, 437-445.
- Kikuta, Y. and Erickson, L.C. (1968) Seasonal changes of avocado lipids during fruit development and storage. *California Avocado Society Yearbook* 52, 102-108.
- Knight, R.J. and Campbell, C.W. (1999) Florida's contribution to the world avocado industry. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 112, 233-236.
- Lahav, E. (1994) Israeli avocado industry. *California Avocado Society Yearbook* 78, 51-52.
- Lee, S.-K. (1981) A review and background of the avocado maturity standard. *California Avocado Society Yearbook* 65, 101-109.
- Ludman, J.W. (1930) Alkmaar Estates South African Citrus Farms, Ltd. *California Avocado Society Yearbook* 1930, 189-190.
- Magdahl, R.A. (1958) Report from Chile. *California Avocado Society Yearbook* 42, 44-52.
- Malan, E.F. (1957) Avocados. In: *Handbook for Farmers in South Africa*, Vol. 2, *Agronomy and Horticulture*. Government Printer, Pretoria, pp. 822-827.
- Mazliak, P. (1965) Les lipides de l'avocat. I. Composition en acides gras des diverses parties du fruit. *Fruits* 20, 49-57. (In French.)
- Merrill, E.D. (1923) *An Enumeration of Philippine Flowering Plants*, Vol. 2, 188. Bureau of Printing, Manila, 530 pp.
- Morton, J.F. (1987) *Fruits of Warm Climates*. Julia F. Morton, Miami, Florida, 505 pp.
- Newett, S., Whiley, A., Dirou, J., Hofman, P., Ireland, G., Kernot, I., Ledger, S., McCarthy, A., Miller, J., Pinese, B., Pegg, K., Searle, C. and Waite, G. (2001) *Avocado Information Kit*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, pp. 3-54.
- Ochse, J.J., Soule, M.J., Jr, Dijkman, M.J. and Wehlburg, C. (1961) *Tropical and Subtropical Agriculture*, Vol. 1. Macmillan, New York, 760 pp.
- Ohad, R. (1965) More on avocados in Israel. *California Avocado Society Yearbook* 49, 61-66.
- Oppenheimer, Ch. (1947) The avocado industry in Palestine. *California Avocado Society Yearbook* 1947, 112-119.
- Papadakis, J. (1966) *Climates of the World and their Agricultural Potentialities*. DAPCO, Rome, 174 pp.
- Piang, G. (1936) The avocado in the Philippines. *California Avocado Association Yearbook* 1936, 103-108.
- Popenoe, W. (1920) *Manual of Tropical and Subtropical Fruits*. Macmillan, London, 524 pp.
- Popenoe, W. (1926) The parent Fuerte tree. *Annual Report California Avocado Association* 1925-26, 24-33.
- Popenoe, W. (1934) Early history of the avocado. *California Avocado Society Yearbook* 1934, 106-110.
- Popenoe, W. (1935) Origin of the cultivated races of avocados. *California Avocado Society Yearbook* 1935, 184-193.
- Pozorski, S.G. (1976) Prehistoric subsistence patterns and site economics in the Moche valley, Peru. PhD thesis, University of Texas, Austin [cited by Williams, 1977].
- Schmidt, M. (1965) Avocado growing in Chile. *California Avocado Society Yearbook* 49, 45-46.
- Schulz, G.H. (1961) The avocado in Queensland, Australia. *California Avocado Society Yearbook* 45, 37-38.
- Scora, R.W. and Bergh, B.O. (1992) Origin and taxonomic relationships within the genus *Persea*. In: Lovatt, C., Holthe, P.A. and Arpaia, M.L. (eds) *Proceedings of the Second World Avocado Congress*, Vol. 2. University of California Riverside, California, pp. 505-514.
- Seymour, G.B. and Tucker, G.A. (1993) Avocado. In: Seymour, G.B., Taylor, J.E. and Tucker, G.A. (eds) *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall, London, pp. 53-81.
- Sharpe, F.V. (1950) The avocado in Australia. *California Avocado Society Yearbook* 1950, 124-125.
- Slater, G.G., Shankman, S., Shepherd, J.S. and Alfin-Slater, R.B. (1975) Seasonal variation in the composition of California avocado. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 23, 468-474.
- Smith, C.E. Jr (1966) Archaeological evidence for selection in avocado. *Economic Botany* 20, 169-175.
- Smith, C.E. Jr (1969) Additional notes on pre-conquest avocados in Mexico. *Economic Botany* 23, 135-140.
- Sowka, S., Hsieh, L.-S., Krebitz, M., Akasawa, A., Martin, B.M., Starrett, D., Peterbauer, C.K., Scheiner, O. and Breiteneder, H. (1998) Identification and cloning of Prs a 1, a 32-kDa endochitinase and major allergen of avocado, and its expression in the yeast *Pichia pastoris*. *Journal of Biological Chemistry* 273, 28091-28097.
- Storey, W.B. (1960) The avocado in Australia. *California Avocado Society Yearbook* 44, 66-71.
- Storey, W.B., Bergh, B.O. and Zentmyer, G.A. (1986) The origin, indigenous range and dissemination of the avocado. *California Avocado Society Yearbook* 70, 127-133.
- Ticho, R.J. and Gefen, B. (1965) The avocado in Israel. *California Avocado Society Yearbook* 49, 55-60.
- Torres, M. (1986) *El Aguacate 33 Recetas de Cocina*. Litografía A. Romero, SA, Tenerife, 56 pp. (In Spanish.)
- Towle, M.A. (1961) *The Ethnobotany of pre-Columbian Peru*. Alcine Publishing Company, Chicago [cited by Williams, 1977].
- Vullin, G. (1982) Le greffage de l'avocatier en Corse. Essai d'une nouvelle technique. *Fruits* 37, 295-300. (In French.)
- Watt, B.K. and Merrill, A.L. (1975) *Handbook of the Nutritional Contents of Foods*. Dover Publications, New York, 190 pp.
- Whiley, A.W. (1982) The avocado - *Persea americana* Miller. *Australian Horticulture* 1982, 80-89.
- Whiley, A.W. (2001) Adoption of field practices to assist in expanding avocado markets. In: *Proceedings of the Australian and New Zealand Avocado Growers' Conference 'Vision 2002'*. Australian Avocado Growers' Federation, Brisbane, pp. 1-22.

- Whiley, A.W., Leonardi, J., Pegg, K.G. and Langdon, P.W. (2001) Use of foliar applications of phosphonate fungicide to control *Phytophthora* root rot in avocados. In: *Proceedings of the Australian and New Zealand Avocado Growers' Conference 'Vision 2002'*. Australian Avocado Growers' Federation, Brisbane, Session 6/15, 13 pp.
- Wolfe, H.S., Toy, L.R., Stahl, A.L. and Ruehle, G.D. (1949) *Avocado Production in Florida*. Bulletin 141, Agricultural Extension Service, Gainesville, Florida, 124 pp.
- Wolstenholme, B.N. and Whiley, A.W. (1999) Ecophysiology of the avocado tree as a basis for pre-harvest management. *Revista Chapingo Serie Horticultura Núm. Especial V*, 77-88.
- Yee, W. (1964) *Producing Avocado in Hawaii*. Circular 382, University of Hawaii, Cooperative Extension Service, Honolulu, 16 pp.
- Zentmyer, G.A. (1951) Avocado diseases in Mexico and Costa Rica. *California Avocado Society Yearbook* 1951, 103-104.
- Zentmyer, G.A. (1965) Avocado culture and avocado diseases in Australia and the south Pacific. *California Avocado Society Yearbook* 49, 19-25.
- Zentmyer, G.A. and Popenoe, W. (1951) *Phytophthora cinnamomi* on avocado in Honduras. *California Avocado Society Yearbook* 1951, 102.