

# INTERPRETACIÓN DE LA FENOLOGIA Y FISIOLÓGÍA DEL PALTO PARA OBTENER MAYORES PRODUCCIONES

Anthony Whiley \*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los rendimientos promedio sostenibles de los huertos de paltos (*Persea americana* Mill.) son bajos en comparación con otras frutas de pulpa (WOLSTENHOLME, 1986 & 1987). Esto se debe en gran parte al alto costo de los fotosintatos para producir frutos de semilla grande y ricos en aceite. Sin embargo, los rendimientos del promedio industrial de 6-12 ton/ha (WOLSTENHOLME, 1987) están muy por debajo de los cálculos teóricos de producción de 32 ton/ha (WOLSTENHOLME, 1986).

Si bien son muchos los factores que pueden explicar esta baja producción de paltos, las estrategias de manejo que se han desarrollado recientemente y que se han aplicado bajo condiciones ambientales favorables han mantenido los rendimientos promedio por sobre las 22 ton/ha (WHILEY y WINSTON, 1987; WHILEY et al. 1988; WHILEY et al. 1990). Estas estrategias han sido desarrolladas a partir de la investigación de la fisiología del árbol y de la floración, además de la interpretación de los resultados en relación al ciclo de crecimiento fenológico. En este documento se discuten los resultados de la investigación y cómo se desarrollan en términos de manejo de estrategias para mejorar el rendimiento de los paltos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el ambiente ejerce el más poderoso de los efectos en cuanto al desempeño del árbol y el manejo sólo reduce el impacto de aquellos factores que limitan el rendimiento.

---

(\*) Investigador. Maroochy Horticultural Research Station, QDPI, P.O.Box 5083, SCMC, Nambour, Australia 4560

## **2. FISIOLÓGÍA DEL ÁRBOL**

POSSINGHAM (1986) y KRIEDEANN (1966) esbozaron las consecuencias ecofisiológicas originadas por las lluvias tropicales que WOLSTENHOLME (1987) resumió en relación a los paltos. Estas incluyen un sistema de raíces bajo, extensamente suberizado, relativamente ineficiente con una baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radicales. Esto puede producir una variación diurna excesiva en el contenido de agua del árbol (STERNE et al. 1977; WHILEY et al. 1986) que puede tener como consecuencia una pérdida de frutos durante las etapas críticas de desarrollo (WOLSTENHOLME et al. 1990). La floración aumenta el área superficial efectiva que contribuye a la pérdida de agua por parte del árbol donde existe una pérdida preferencial de agua respecto de los órganos reproductores (WHILEY et al. 1988).

Las hojas tienen una gran densidad de estomas (40.000 - 73.000 por  $\text{cm}^2$  (WHILEY et al. 1988) aunque una limitada red vascular; una gran eficiencia cuántica con un ligero punto de compensación para una fotosíntesis neta de un unióle quanta / $\text{m}^2/\text{s}$  de 63 y una saturación lumínica de 20-25 por ciento de luz solar total (SCHOLEFIELD et al. 1980); y una eficiencia fotosintética limitada (5-9  $\mu\text{mole CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) (SCHOLEFIELD et al. 1980; SCHAFFER et al. 1990; WHILEY, 1990a). El crecimiento de brotes esporádicos se produce en una canopia compuesta por hojas de edades y eficiencia variables (WHILEY, 1990a). Los repentinos crecimientos de nuevos brotes en primavera tardan casi 40 días en alcanzar la transición sink/fuente (figura 1). Las hojas también pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los períodos de demanda (WHILEY, datos no publicados). De manera similar, los componentes estructurales del árbol tienen la capacidad de almacenar el exceso de carbohidratos en forma de almidón. Más aun, SCHOLEFIELD et al. (1985) han mostrado una relación directa entre los niveles de reserva de almidón inmediatamente anteriores a la floración y el consiguiente rendimiento del fruto (Figura 2).

## **3. BIOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA FLORAL**

Los paltos florecen al finalizar el invierno y la primavera, en su mayoría a partir del fin del último brote vegetativo. Aunque se puede producir un exceso de un millón de flores

(CAMERON et al. 1952), el árbol está más predispuesto a un crecimiento vegetativo que a la producción de frutos. El rendimiento de frutos depende en principio del éxito de la iniciación floral, antesis, polinización y fruto. Cualquier error en alguno de estos procesos tiene un impacto irreversible y perjudicial sobre la producción, que no se puede subsanar con posteriores prácticas de cultivo.

NIRODY (1922), SEDGLEY (1977), SEDGLEY y ANNELLS (1961) y SEDGLEY y GRANT (1983) han escrito acerca del complejo ciclo de floración del palto y su sensibilidad a la temperatura. Básicamente, las flores presentan una dicogamia protoginea sobre las 48 horas, siendo la primera apertura receptiva femenina y la segunda, funcionalmente masculina. Los cultivares se dividen en dos tipos: tipo "A", femenino en la mañana y masculino en la tarde, y tipo "B", femenino en la tarde y masculino en la mañana (Figura 3). No pareciera haber muchas dudas de que este mecanismo complejo evolucionó en favor de la polinización cruzada para mantener la heterogeneidad de la especie. Sin embargo, hay un mecanismo infalible que permite la autopolinización y normalmente explica la mayoría de los frutos que aparecen en los árboles de huertos.

SEDGLEY (1977) y SEDGLEY y GRANT (1983) han demostrado la mayor sensibilidad que la dicogamia de los cultivares de paltos del tipo "B" tiene a la temperatura. Estos datos han sido profundizados por WHILEY y WINSTON (1987) quienes propusieron que las oportunidades para la autopolinización entre los cultivares de paltos de tipo "B" ocurrían cuando la temperatura del día descende entre 23-27°C con una temperatura nocturna previa superior a 10°C. Estos datos se relacionaron con el desempeño de los tipos "A" y "B" en regiones ambientalmente diferentes de Australia y demostraron los requerimientos de una relación floración/temperatura compatible para la formación exitosa de frutos (Figuras 4-6). Prestar atención a estas interacciones y alternativas de cultivares que se han asociado en un ambiente propicio reduce significativamente el hecho de que la formación del fruto dependa de la polinización cruzada. Esto proporciona una mayor flexibilidad a los procedimientos de manejo en los huertos debido a la uniformidad de los cultivares dentro del sector.

Mientras la interacción cultivar/ambiente tiene un efecto dominante en el éxito de la floración del huerto, también el manejo puede tener un impacto en esta relación. El stress en los paltos puede tener un efecto significativo en la

floración. Este puede estar relacionado con el agua, los nutrientes, la carga o la pudrición de la raíz por *Phytophthora cinnamoni* que tiene un efecto complejo en la fisiología del árbol (WHILEY et al, 1986; WHILEY et al. 1987). El stress por agua, nutrientes y *Phytophthora* hacen avanzar la floración en mas o menos 6-8 semanas. Esto puede reducir sustancialmente las oportunidades de formación de frutos debido a temperaturas desfavorables para el mecanismo de dicogamia. El stress, asociado con grandes cargas generalmente retarda y reduce la intensidad de la floración, en especial si se deja el fruto en el árbol después de alcanzar los estándares mínimos de maduración. La floración tardía ocurre a menudo bajo altas temperaturas y puede producir un excesivo número de frutos "pasmados", frutos cuyos embriones son abortados poco tiempo después de la polinización, resultando un fruto pequeño elongado al madurar (WHILEY, datos no publicados).

#### 4. FENOLOGÍA DEL ÁRBOL

La fenología describe los patrones cíclicos de crecimiento que se dan en los árboles anualmente. También permite reconocer interacciones competitivas entre los variados componentes del mismo. Al igual que ocurre con la mayoría de los árboles de hoja persistente, incluyendo el palto, un fuerte estímulo ambiental sincroniza el crecimiento y la floración, pero no existe un período fisiológico de inactividad (VERHEIJ, 1986). WHILEY et al (1986) han descrito los ciclos típicos de crecimiento anual de los órganos vegetativo y reproductivo del palto (Figura 7). Estos presentan dos floraciones repentinas vegetativas de importancia (períodos de extensión del brote) en una temporada de crecimiento completo, cada uno de ellos seguido por un período de intencificación del crecimiento de la raíz. El primer brote vegetativo comienza en la primavera, hacia el final de la floración, mientras que el segundo, ocurre en los meses de verano.

El crecimiento reproductivo comienza después de un corto período de semireceso del árbol con un desarrollo del brote, anthesis y formación del fruto (Figura 7). La floración es un evento de importancia en la fenología del palto, contribuyendo en un 8% a la producción total de materia seca en un ciclo completo de crecimiento (CAMERON et al. 1952), movilizand o carbohidratos no estructurales de la reserva (SCHOLEFIELD et al. 1952) y nutrientes móviles de las hojas

(WHILEY, datos no publicados), inmediatamente después de la formación del fruto, se da una caída del mismo. Esta caída coincide con el crecimiento del brote de primavera.

Se ha acumulado considerable evidencia en la literatura respecto de los sinks competitivos vegetativos y reproductivos durante el crecimiento primaveral (BIRAN, 1979; BLUMEFELD et al, 1983; KÔNHE y KREMER KONHE, 1987; WOLSTENHOLME et al., 1990; WHILEY, 1990a; WHILEY et. al., 1991). El éxito de la formación de frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de los fotosintatos almacenados y la fotosíntesis del momento (brotes de hojas maduras en verano) (Figura 8) y del tiempo de transición de sink a fuente de los brotes que se renuevan en primavera (Figura 9) (WHILEY, 1990a). Sin embargo, mientras sea inicialmente competitiva, la renovación del crecimiento de brotes durante la primavera es necesaria para el desarrollo secundario de las paltas. WOLSTENHOLME et al (1990) demostraron que con un severo retardo del crecimiento de brotes de Hass en primavera, mediante fumigación con pacíobutrazol, se reducía significativamente la masa seca del fruto en la madurez temprana, en comparación con otros tratamientos que limitaban menos el crecimiento. Esto se reflejaba en un menor rendimiento de fruta madura. Be informó de resultados similares en QUILAN y PRESTON (1971) mediante estudios de selección de brotes y de extracción en manzanas.

La magnitud de la segunda caída de frutos al comienzo del período de verano en la etapa de crecimiento (Figura 7) está correlacionada directamente con la retención de la fruta al madurar repentinamente en primavera (WHILEY et al, 1991). Parece no haber relación entre la caída de la fruta en ese período y el crecimiento repentino de verano. WOLSTENHOLME et al. (1990) han demostrado que las condiciones ambientales desfavorables durante ese tiempo aumentan las tasas de caída de fruta. Sin embargo, es probable que el mayor impacto respecto de esta pérdida sea la limitación de recursos que se presenta antes de finalizar la madurez repentina de primavera (WHILEY et al. 1991).

El brote de verano (Figura 7) es sin duda alguna, importante para el tamaño final del fruto, como también lo es para la fuente de fotosintatos y nutrientes de las producciones de los años siguientes.

## 5. MANEJO RELACIONADO CON LA PENÓLOSIA DEL ÁRBOL

El manejo de la fenología del árbol en términos de maximizar el rendimiento de frutos se realiza tanto a través de la identificación de períodos críticos de demanda de nutrientes como de la manipulación del crecimiento para mejorar la designación de éstos respecto del crecimiento del fruto. En este mismo documento, se han discutido con anterioridad los períodos críticos de demanda. Esta sección dice relación con la aplicación de estrategias de manejo para ayudar a la retención y desarrollo del fruto (la nutrición se aborda en un documento distinto, WHILEY, 1990b).

### 5.1 Carbohidratos:

Los carbohidratos corresponden al 95% de la materia seca del fruto y en un árbol sano y bien regado, son el recurso que presenta mayores limitaciones al rendimiento del mismo. El modelo de SCHOLEFIELD et al. (1985) demuestra el impacto de la reserva de carbohidratos previo a la floración respecto del éxito de la formación de frutos (figura 2). Los factores que permiten la acumulación de esta reserva son la carga en ese momento y el tiempo que se deja la fruta en el árbol. Un mecanismo de maduración único permitiría que las paltas permanezcan durante largo tiempo en el árbol una vez que están maduras. Durante este tiempo, se sigue acumulando aceite en los fotosintatos que consumen el fruto, los cuales, de otra manera, estarían dirigidos a la "reserva". WHILEY (datos no publicados) ha demostrado el impacto del "almacenamiento en el árbol" del fruto, una vez alcanzada la maduración, respecto de la acumulación de almidón y el consiguiente rendimiento de la temporada (Figuras 10a y 10b). Esto muestra una depresión en la concentración de almidón en el tronco inmediatamente antes de la floración al igual que un descenso del rendimiento cuando la fruta permanece un tiempo en el árbol.

### 5.2 Sinks competitivo durante el crecimiento de primavera:

WOLSTENHOLME et al (1990), han demostrado que la aspersion foliar con pacíobutrazol en la mitad de la antesis, inhibe el crecimiento vegetativo de brotes indeterminados de panículas que aumentan la localización de materia seca en el fruto. Esto da como resultado mayores rendimientos (Figura 11) y un

mayor tamaño de la fruta en Hass (WHILEY et al. 1991). El tiempo de aspersión es crucial en relación al desarrollo de brotes vegetativos y la concentración que se escoge podría aumentar el tamaño de la fruta (sin pérdida de rendimiento) o aumentar el rendimiento (sin aumentar el tamaño de la fruta).

### 5.3 Riego en el ciclo de crecimiento:

La cantidad de agua que necesitan los paltos es menor durante el período invernal de semiactividad cuando las funciones de crecimiento son mínimas (Figura 12). Sin embargo, con los cultivares de maduración tardía, por ejemplo Hass, aún hay crecimiento, por lo que no se debería olvidar el agua.

Los requerimientos de agua aumentan sustancialmente durante la floración reflejando tanto la incrementada superficie susceptible a pérdida de agua (WHILEY et al, 1988) como un mayor stress ambiental impuesto durante la primavera. El manejo del agua en el huerto durante la floración puede ser crucial para la formación de frutos, en especial si los árboles están plantados en limos arenosos con poca retención de agua. Cuando el agua es limitada, las panículas de flores son las primeras en percibir stress y pueden sufrir un daño permanente. De manera similar, los frutos en su primera etapa débilmente sostenidos al árbol pueden abortar prematuramente bajo condiciones de stress.

Hacia fines de la primavera, el manejo de agua no es tan esencial. Sin embargo, no se debería permitir que los árboles lleguen a una situación de stress excesivo, ya que se puede afectar la calidad final del fruto (BOWER, 1985). Un efecto de este tipo a esas alturas es irreversible.

La segunda etapa de la caída de la fruta en el ciclo de crecimiento es el período más crítico para la administración de agua. Esta es una etapa de ajuste de la plantación durante el verano donde pueden ocurrir días de stress extremo. Si bien un buen riego durante este período no evita la caída de la fruta, un suministro de agua adecuado aminora el impacto del ajuste de la carga en el rendimiento final.

Durante el último período de crecimiento y maduración rápidos, un riego efectivo reduce la caída del fruto (sistema de anillado, un desorden asociado a la carencia de

agua que puede causar una pérdida significativa en la última etapa del verano) y aumenta el tamaño final del fruto. Este efecto es particularmente importante con los cultivares de plantaciones densas, por ejemplo Hass, en términos de obtener un alto porcentaje de fruta del tamaño que tiene una mejor acogida en el mercado.

#### 5.4 Control de la pudrición de raíces causada por Phytophthora

La pudrición de raíces causada por *Phytophthora cinnamomi* sigue siendo una gran amenaza para la producción en casi todas las áreas donde se plantan paltos. La comprensión de las interacciones entre el árbol, el patógeno y el ambiente nos lleva a un programa de manejo más efectivo usando el ciclo de crecimiento.

*Phytophthora cinnamomii* crece activamente a temperaturas que oscilan entre los 15°C y los 28°C y la infección mayor se produce cuando el suelo está saturado de agua. Las temperaturas bajas en los suelos durante el invierno impiden la actividad de *Phytophthora*. El patógeno es mayormente dañino durante los meses de verano cuando encuentra condiciones de crecimiento satisfactorias y cuando hay abundancia de pelos radicales disponibles para la invasión. Por lo tanto, todas las estrategias respecto de la pudrición de raíces deberían apuntar a la protección de las mismas durante el verano, cuando es mayor la presión de la enfermedad.

Ya se ha discutido en otro documento un enfoque integrado respecto al control de la pudrición de raíces por *Phytophthora* (WHILEY y PEGG, 1990). Sin embargo, investigaciones recientes han identificado con mayor precisión el tiempo de inyección con fosfonato para la protección contra la pudrición de raíces. Esto puede estar específicamente relacionado con el ciclo de crecimiento del árbol.

WHILEY et al. (datos no publicados) han demostrado que las inyecciones de fosfonato en un período de maduración de brotes de primavera producirán una concentración de fungicida en las raíces cinco veces mayor que cuando se aplican inyecciones al comienzo del crecimiento de brotes primaverales. Esto viene dado por las relaciones sink/fuente del crecimiento de vastagos en desarrollo. Inicialmente, el vastago en crecimiento funciona como un fuerte sink que

importa todo lo que necesita. Esto reduce enormemente la exportación del fosfonato inyectado que llega a las hojas mediante el flujo de agua. Sin embargo, cuando el vástago tiene hojas maduras, funciona como una fuente que exporta enormes cantidades de fotosintatos y fosfonato a la raíz (Figura 12).

## 6. CONCLUSIONES

Los procesos fisiológicos del árbol permiten comprender los mecanismos asociados con el crecimiento y el desarrollo. La integración de esta información con la fenología del árbol proporciona una base para el desarrollo de estrategias de manejo con el fin de mejorar la producción de paltas.

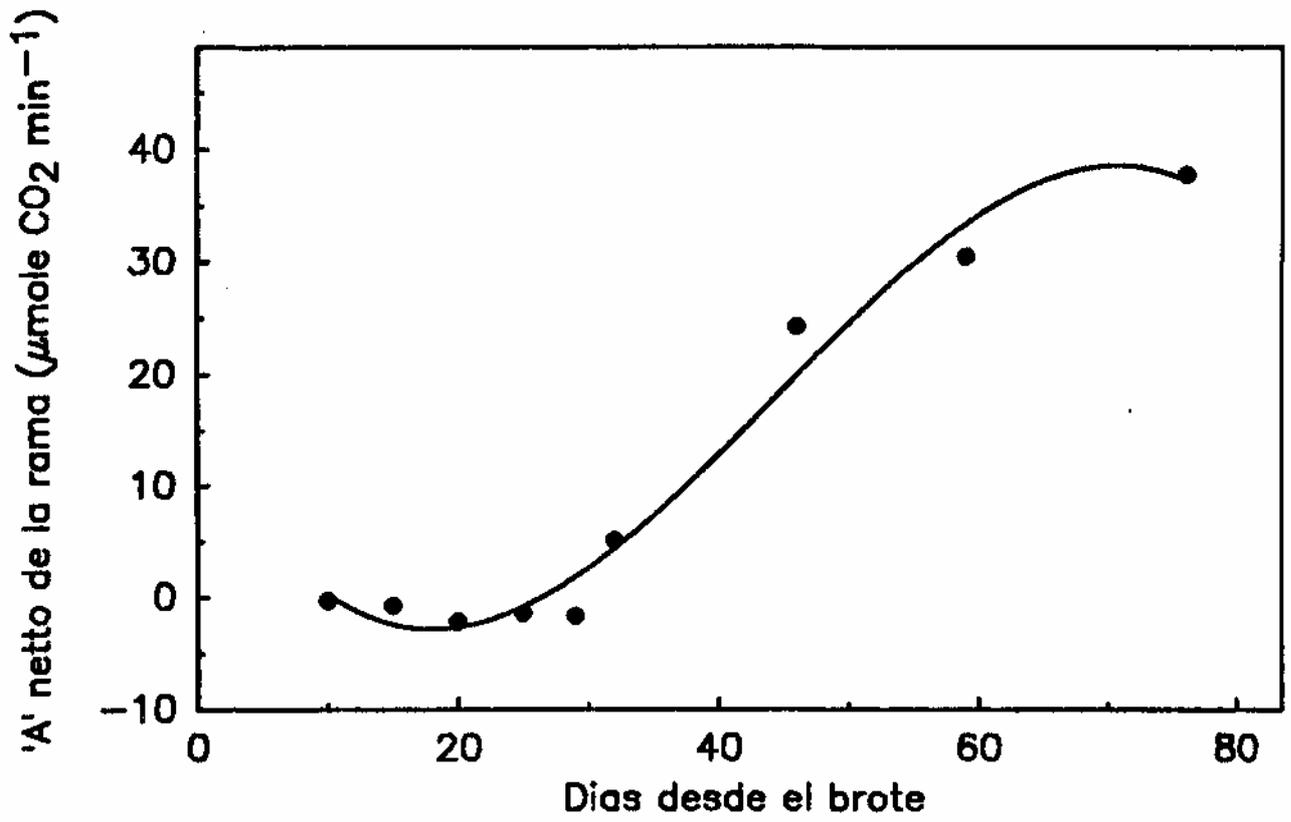


FIGURA 1. Asimilación de la red CG2 de los brotes primaverales en desarrollo de paltos Hass. (WHILEY, 1990a).

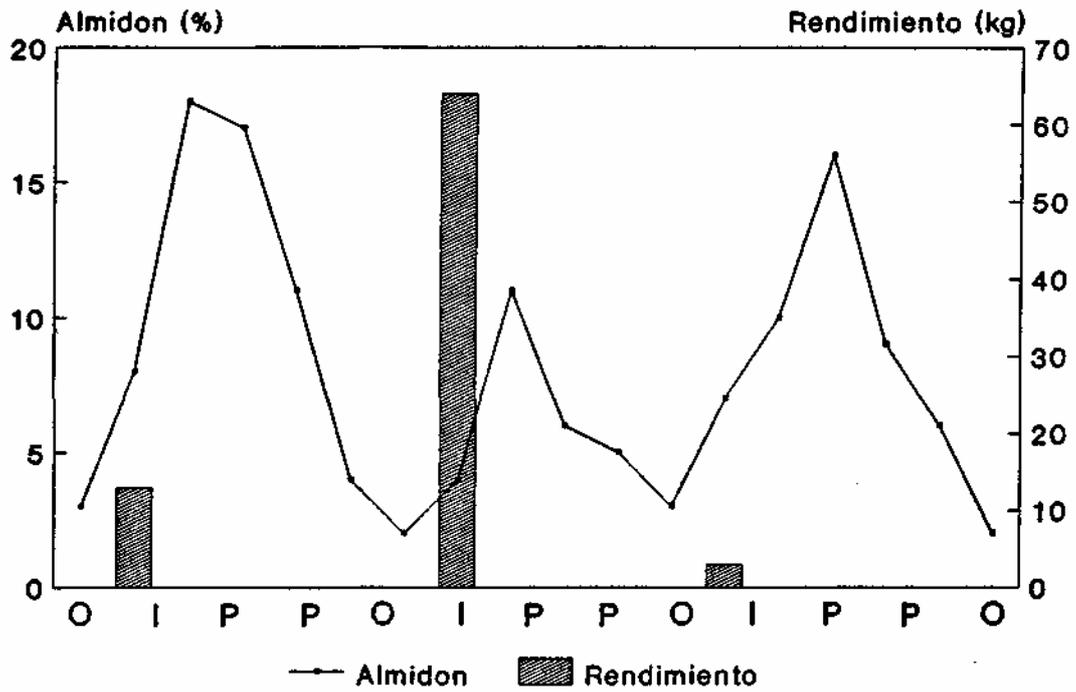


FIGURA 2. Relación entre concentraciones de almidón en tejidos de madera de troncos y rendimientos de frutas de paltos Fuerte. (Adaptado de SCHOLEFIELD et al. 1985).

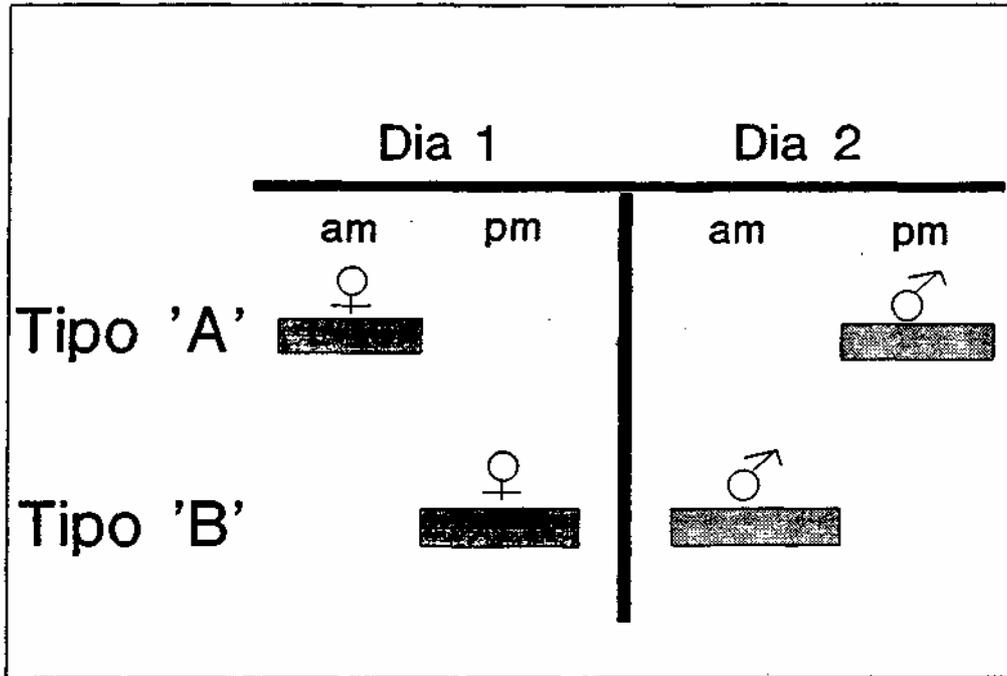
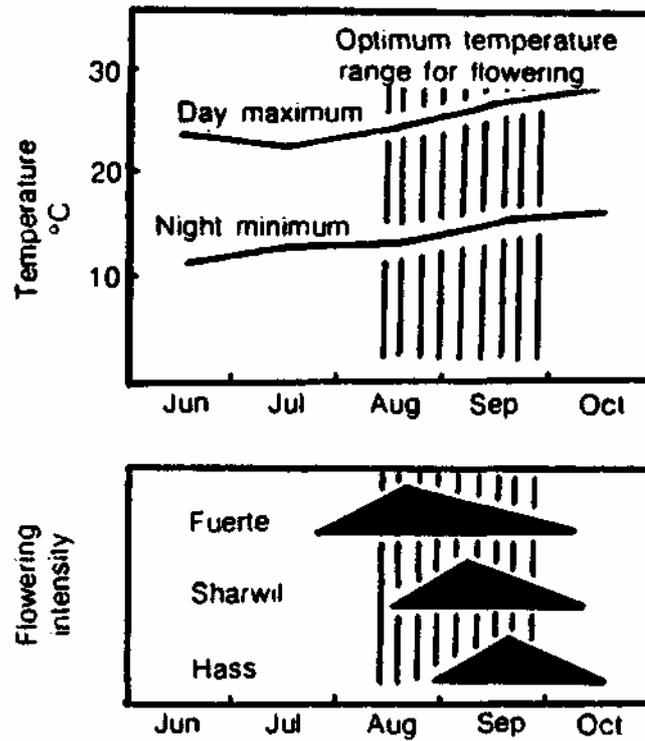


FIGURA 3. Patrones de dicogamia floral de paltos tipo 'A' y tipo 'B'. Los de tipo 'A' incluyen Hass, Pinkerton y Reed. El tipo 'B' incluye Fuerte, Ryan y Sharwil.



Optitmus temperature range for flowering: Rango de temperatura óptimo para floración.

Day maximus: Máximo diurno.

Night minimus: Mínimo nocturno.

Flowering intensity: Intensidad de floración.

FIGURA 4. Temperaturas medias y patrones de floración de Fuerte, Sharwil y Hass, en Walkamin, norte de Queensland. Los datos de la temperatura son un promedio de diez años. (WHILEY y WINSTON, 1987).

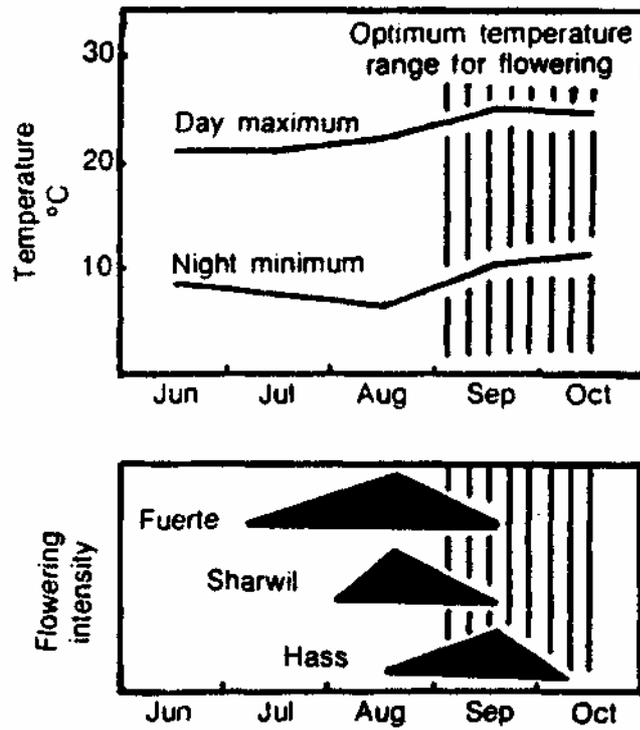
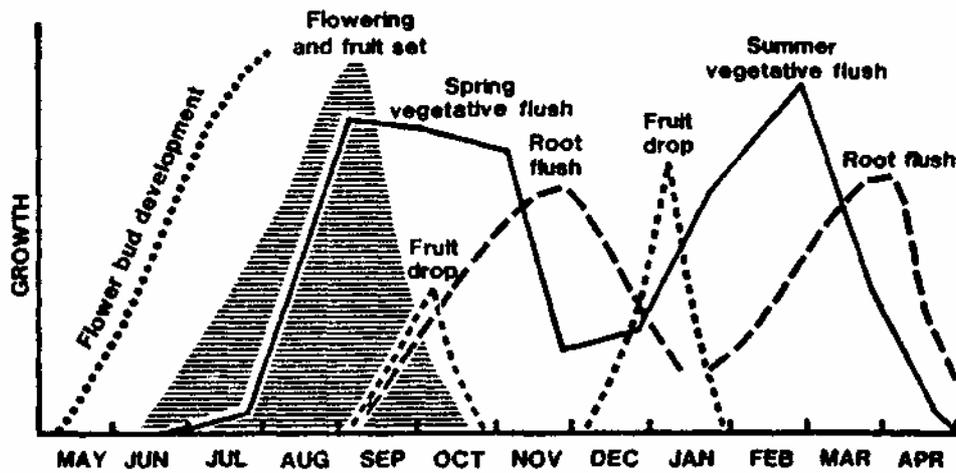


FIGURA 5. Temperaturas medias y patrones de floración de Fuerte, Sharwil, y Hass, en Palmwoods, costa sur de Queensland. Los datos de la temperatura son un promedio de diez años. (WHILEY y WINSTON, 1987).



Growth: crecimiento.

Flower bud development: desarrollo yeía floral.

Flowering and fruit set: floración y cuaja.

Spring vegetative flush: crecimiento vegetativo de primavera.

Fruit drop: absción de frutos.

Root flush: crecimiento radical.

Sumer vegetative flush: creciniento vegetativo de verano.

FIGURA 7. Ciclo de crecimiento de Fuerte en Queensland, latitud  $26^{\circ}$  S. Las formas de crecimiento son mutuamente dependientes, pero todas compiten por los recursos del árbol. El manejo de este ciclo lleva al mejoramiento del rendimiento de la fruta.

**Materia seca  
de fruta (g)**

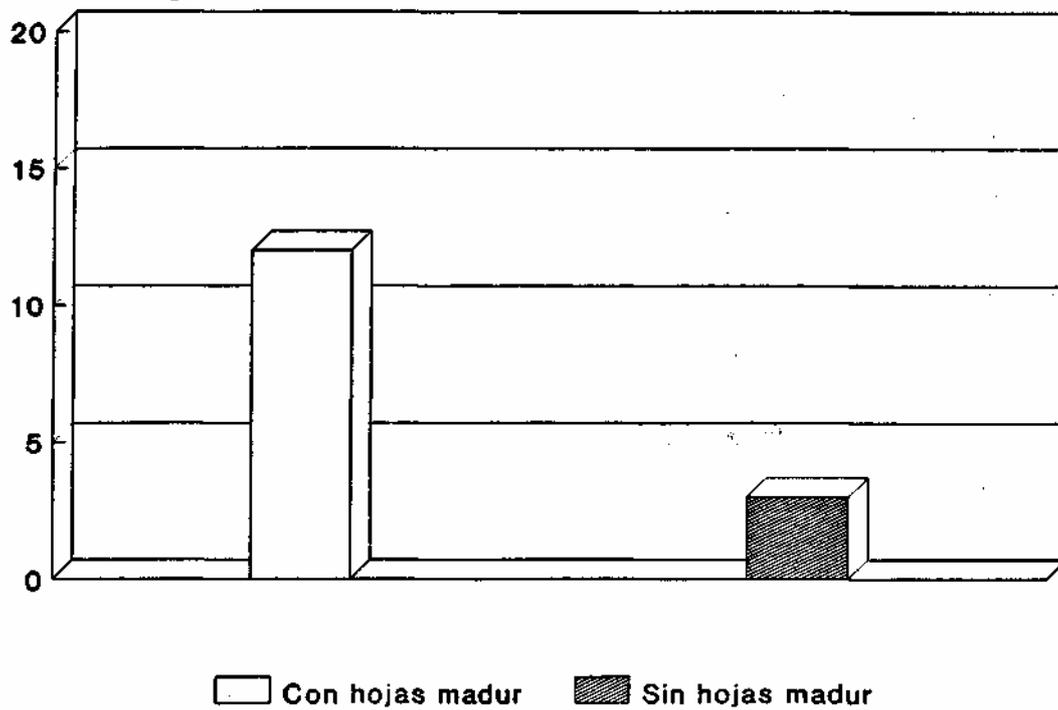


FIGURA 8. Peso promedio de la fruta en un brote primaveral maduro en ramas anilladas de un palto (cv Hass) con o sin hojas maduras de verano. Los datos son una media de cuatro brotes de cada cinco árboles (WHILEY, datos no publicados).

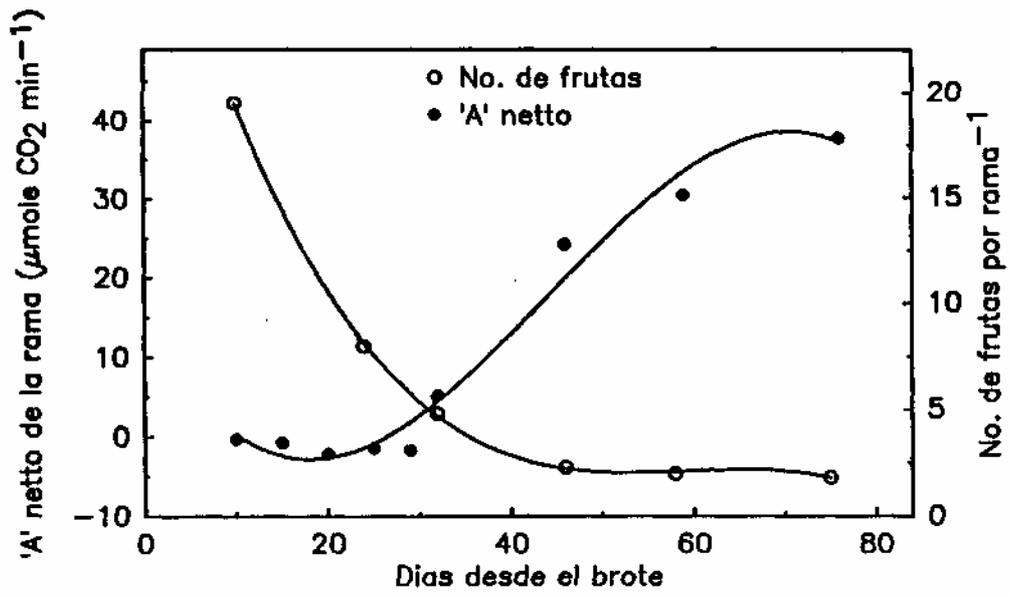


FIGURA 9. Relación entre la caída de la fruta y la asimilación de CO<sub>2</sub> de un vástago primaveral en desarrollo. (WHILEY, 1990a).

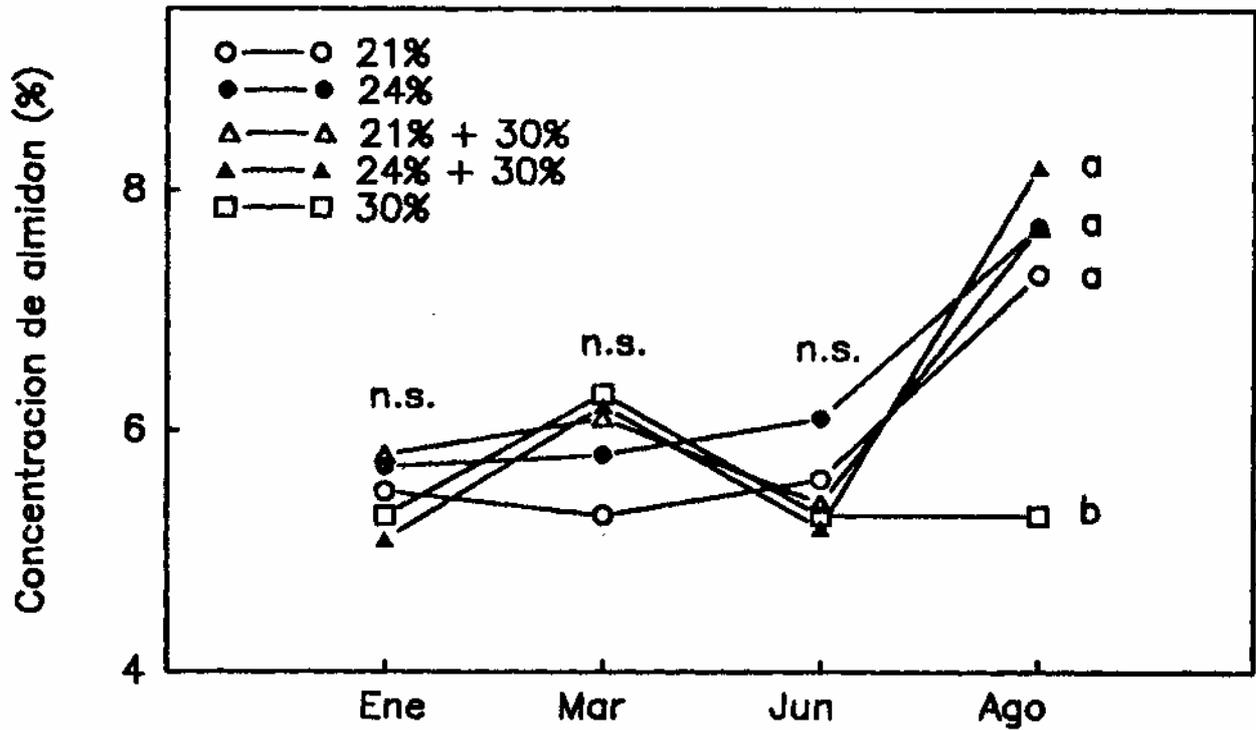


FIGURA 10a. Concentración de almidón (%) en los troncos de los árboles, una vez que se ha cosechado toda la fruta a un 21% ó 24% de materia seca; la mitad de la cosecha extraída a 21% y 24%, y el resto extraído a 30%; la cosecha no se realizó hasta que la fruta alcanzó 30% de materia seca. Los datos son una media de cinco árboles. Las medias del tratamiento en las columnas que no comparten una letra en común son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ); n.s. = no significativamente diferente (WHILEY et al. datos no publicados).

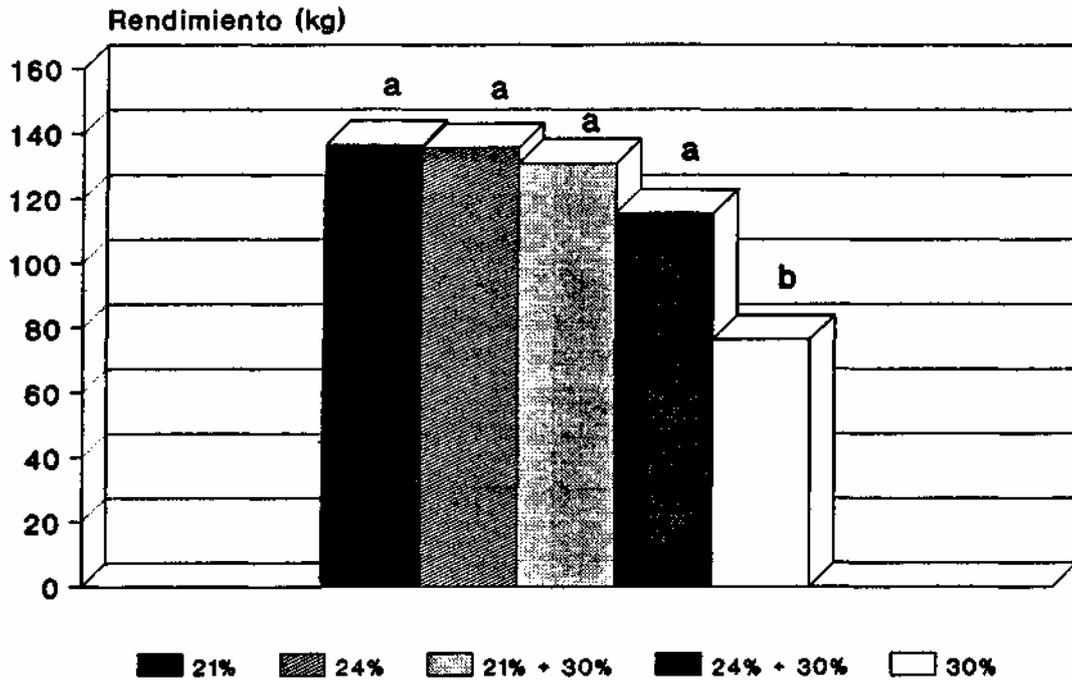


FIGURA 10b. Rendimiento de la fruta siguiendo tiempos de cosecha diferenciales de la temporada anterior. Toda la fruta fue cosechada a 1% ó 24% de materia seca; la mitad de la cosecha extrída a 21% y 24% y el resto extrído a 30% de materia seca; La cosecha no se realizó hasta que la fruta alcanzó 30% de materia seca. Los datos son una media de cinco árboles. Las medias del tratamiento que no comparten una letra común entre columnas son significativamente diferentes ( $P < 0.01$ ) WHILEY *et al.* datos no publicados).

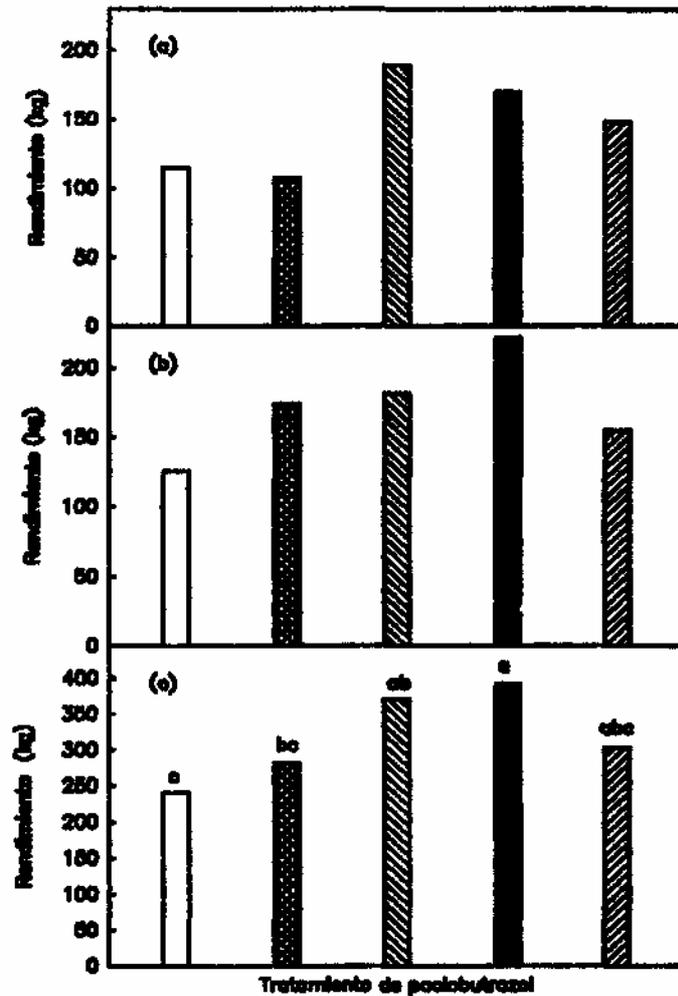
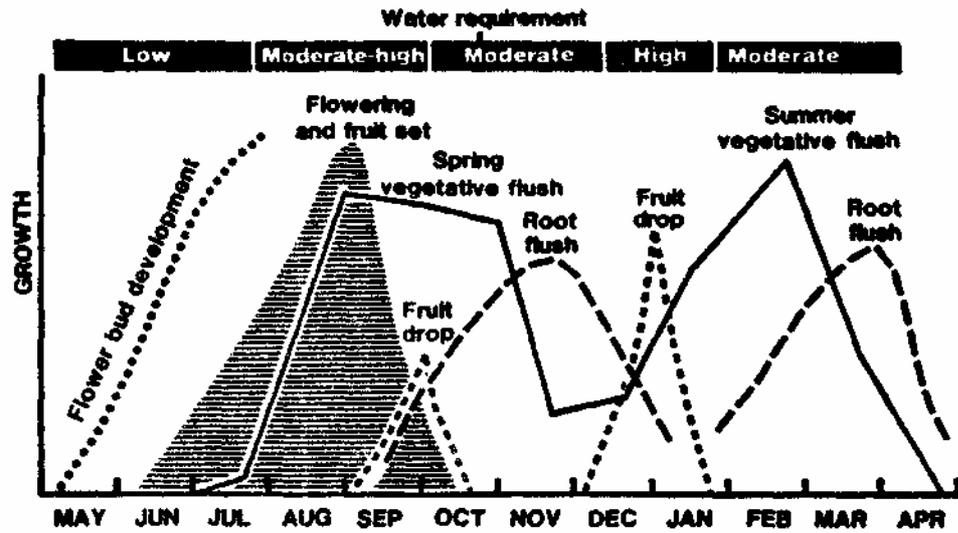


FIGURA 11. Rendimiento de frutas de paltos por aspersión a la mitad de la antesis con paclobutrazol donde = no tratado; = 2.5 g i.a./l; = 1.25 g i.a./l; = 0.62 g i.a./l; = 1.25 g i.a./l más inyección en el tronco en el verano a 0.2 g i.a./m<sup>2</sup> de silueta de canopia. (a) 1988; (b) 1989; (c) rendimiento de fruta acumulativa 1988 y 1989. Los datos son una media de cinco árboles. Las columnas con letras diferentes son significativamente distintas (P < 0.05) (WHILEY et al. 1991).



Low: bajo  
 Moderate-high: moderado alto.

FIGURA 12. Riego de acuerdo al ciclo de crecimiento. Se identifican los períodos de baja demanda, moderada y alta de agua para los variados procesos de crecimiento. Estos se deberían monitorear con tensiómetros u otros equipos sensibles a la humedad del suelo, ya que la frecuencia de riego depende del tipo de suelo y de las condiciones climáticas prevalecientes.

## LITERATURA CITADA

- BIRAN, D. 1979. Fruitlet abscission and spring growth retardation - their influence on avocado productivity. M. Sc. dissertation. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- BLUMENFELD, A., GAZIT, S. and ARGAMAN, E. 1983. Factors involved in avocado productivity. Special Publ. No. fff. Department of Subtropical Horticulture, Volcani Institute, Bet-Dagan, Israel. Pp. 84-85.
- BOWER, J.P. 1985. The calcium accumulation pattern in avocado fruit as influenced by long-term irrigation regime. South African Avocado Growers' Association Yearbook, 8:97-9.
- CAMERON, S. H. , MUELLER, R. T. and WALLACE, A. 195f. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. Californian Avocado Society Yearbook, 36: f81-9.
- KOHNE, J.S. and KREMER-KOHNE, S. 1987. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (paclobutrazol). South African Avocado Growers' Association Yearbook, 10: 64-66.
- KRIEDEMANN, P. E. 1986. Tree water relations. Acta Horticulturae, 175: 343-50.
- NIRODY, B.S. 19ff. Investigations in avocado breeding. California Avocado Association Yearbook, 6: 65-78.
- POSSINGHAM, J.V. 1986. Impact of physiological research on the productivity of tropical and subtropical fruit trees. Acta Horticulturae, 175, 17-25.
- QUINLAN, J.D, and PRESTON, A.P. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. Journal of Horticultural Science, 46: 525-34.
- SCHAFFER, B. , WHILEY, A. W. and KHOLI, R. R. 1990. Effects of leaf age on chlorophyll and anthocyanin concentrations and gas exchange of avocado (*Persea americana* Mill.). Scientia Horticulturae, Manuscript submitted.

- SCHOLEFIELD, P. B. , WALCOTT, J. J, KRIEDEMANN, P. E. and RAMADASAN, ft. 1980. Some environmental effects on photosynthesis and water relations of avocado leaves. California Avocado Society Yearbook, 64: 93-105.
- SCHOLEFIELD, P. B. , SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.McE. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae, 25: 99-110.
- SEDGLEY, M. 1977. The effect of temperature on floral behavior, pollen tube growth and fruit set in avocado. Journal of Horticulture Science, 52: 135-41.
- SEDGLEY, M. and ANNELS, D. M. 1981. Flowering and fruit set response to temperature in the avocado cultivar Hass. Scientia Horticulturae, 14s 27-33.
- SEDGLEY, M. and GRANT, W. J. R. 1983. Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. Scientia Horticulturae, 18: 207-13.
- STERN, R.E. , KAUFMANN and ZENTMYER, G. ft. 1977. Environmental effects on transpiration and leaf water potential in avocado. Physiologia Plantarum, 41: 1-6.
- VERHEIJ, E.W.M. 1986. Towards a classification of tropical tree fruit trees. Acta Horticulturae, 175s 137-40.
- WHILEY, ft.W., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and FORSBERG, L.I. 1986. The control of Phytophthora root rot of avocado with fungicides and the effect of this disease on water relations, yield and ring neck, Australian Journal of Experimental ftgricuture, 26: 249-53.
- WHILEY, ft.W. and WINSTON, E. C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado-growing areas in ftustralia. South ftfrican Avocado Growers' Association Yearbook, 10s 45-7.
- WHILEY, ft. W. , PEGG, K. G. , SARANFAH, J. B. and LANGDON, P. W. 1987. Influence of Phvtophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves, ftustralian Journal of Experimental ftgricuture, 27: 173-7.

- WHILEY, A.W. , CHAPMAN, K. R. and SARANAH, J. B. 1988. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* cv. Fuerte) during flowering. *Australian Journal of Agricultural Research*, 39: 457-67.
- WHILEY, A.W. , SARANAH, J. B. , CULL, B.W. and PEGG, K. 6. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Queensland Agriculture Journal*, 114: 29-36.
- WHILEY, A.W. 1990a. COS assimilation of developing fruiting shoots of cv Hass avocado (*Persea americana* Mill.) - A preliminary report. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 13: In Press.
- WHILEY, A.W. 1990b. Nutricion - una herramienta estrategica para lograr una alta productividad y calidad en el cultivo del palto. *Proceedings of Curso Internacional "Produccion y Comercializacion de Paltas"*, In Press.
- WHILEY, A. W. and PEGG, K. G. 1990. Manejo integrado de la pudrición de raices causada por *Phytophthora* en paltos. *Proceedings of Curso Internacional "Producción y Comercialización de Paltas"*, In Press.
- WHILEY, A.W., WOLSTENHOLME, B.N., SARANAH, J.B. and RASMUSSEN, T.S. 1991. Effect of paclobutrazol sprays at mid-anthesis on fruit size and yield of avocado (*Persea americana* Mill, cv Hass). *Journal of Horticultural Science*. In review.
- WOLSTENHOLME, B. N. 1986. Energy costs of fruiting as a yield limiting factor . *Acta Horticulturae*, 175: 121-26.
- WOLSTENHOLME, B. N. 1987. Theoretical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbon partitioning. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 10:58-61.
- WOLSTENHOLME, B.N., WHILEY, A.W. and SARANAH, J.B. 1990. Manipulating vegetative:reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae*, 41: 315-327.