

LAS PRÁCTICAS CULTURALES INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD DE LA FRUTA EN POST COSECHA

Mary Lu Arpaia

Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, CA 92521-0124

Zelda Van Rooyen, J. P. Bower

Horticultural Science, School of Agricultural Sciences and Agribusiness, University of Natal, Private Bag X01, Scottsville, 3209, South Africa

Peter J. Hofman

Maroochy Research Station, Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, PO Box 5083, Nambour, 4560, Queensland, Australia

Allan B. Woolf

HortResearch, Mt. Albert Research Center, Private Bag 92 169, Auckland, New Zealand

La calidad de la palta se relaciona con diversos factores y puede tener distintos significados en las distintas etapas de la manipulación de la fruta en post cosecha. El consumidor percibe la calidad en términos de apariencia, sabor y precio. Por otro lado, el manipulador de la planta de clasificación y embalaje, el distribuidor y el revendedor pueden percibir la calidad en términos de la facilidad de manipulación, uniformidad de embalaje y ausencia de defectos físicos, fisiológicos y patológicos. En cambio, el productor puede percibir la calidad como la ausencia total de defectos, una óptima distribución de tamaños y la distribución general de calibres. Tradicionalmente se ha puesto poca atención a la optimización de la calidad de la fruta, tanto durante la cosecha como a lo largo de su manipulación hasta que llega al consumidor.

Este artículo examinará el rol del ambiente de pre cosecha y cómo puede afectar la vida de post cosecha de la palta. Esencialmente, los factores de pre cosecha pueden influenciar tanto la tasa de desarrollo como la tasa de maduración de la fruta. Además el ambiente de pre cosecha puede tener un impacto físico sobre la calidad de la fruta: por ejemplo, las cicatrices causadas por el viento o por insectos pueden reducir el porcentaje de fruta en la clasificación comercial. Finalmente, los factores que afectan la susceptibilidad del fruto a presentar desórdenes fisiológicos y patológicos durante la post cosecha son más importantes, pero más difíciles de cuantificar.

El árbol del palto vive en un medio ambiente dinámico y por lo tanto, puede responder a cambios ambientales de forma interactiva. Los factores mencionados en la Tabla 1 no son ni inclu-

yentes ni mutuamente excluyentes. Varios ejemplos sirven para ilustrar la interacción entre uno o más factores de pre cosecha sobre la calidad de la fruta en post cosecha.

Tabla 1. Factores de pre cosecha que afectan la calidad de post cosecha de la fruta.

Clima/medio ambiente
Portainjerto/variedad
Diseño de la plantación
Prácticas de poda
Manejo de plagas
Riego
Reguladores de Crecimiento
Nutrición de la planta

MEDIO AMBIENTE

Los factores ambientales incluyen el clima (temperatura, viento y precipitaciones), la calidad del aire y los efectos posicionales, tanto dentro del huerto como dentro del árbol. Elementos como el viento, una precipitación intensa y las heladas pueden causar la pérdida directa de la fruta en la cadena de post cosecha, debido a las cicatrices que causan sobre la fruta; también son perjudiciales la mayor incidencia de patógenos vegetales asociados con condiciones de abundante lluvia, especialmente durante la floración (por ejemplo, la antracnosis) y la pérdida de fruta dañada por heladas. Las temperaturas durante el desarrollo del fruto y su maduración pueden afectar también la calidad del fruto, ya sea acelerando o retrasando la madurez hortícola.

La forma de la palta también se ve influenciada por el medio ambiente. La fruta que crece bajo condiciones más frías tiende a ser más redondeada que la fruta que crece bajo condiciones más cálidas, la que tiende a ser más alargada. En California hemos notado que la fruta de la variedad de palto (N4 (-) 5) (recientemente liberada por el Programa de Mejoramiento de la UC) es casi completamente redonda, cuando es cultivada en el ambiente costero y más fresco del sur de California. Al contrario, la forma del fruto se hace mucho más alargada cuando esta variedad se cultiva en el caluroso Valle de San Joaquín, en California. En ambientes intermedios, el fruto de esta variedad presenta una forma más alargada que globosa (como lágrima). El efecto del clima sobre la forma del fruto es también evidente cuando examinamos, para un cierto árbol, la forma del fruto en relación a la floración y cuaja. Los frutos provenientes de año de baja floración son más redondeados que aquellos que cuajaron durante la floración principal.

En Sudáfrica la incidencia de la pudrición de pulpa o decoloración del mesocarpio durante el almacenaje de la fruta varía en el tiempo, entre las distintas zonas de cultivo y la época de cosecha dentro de la temporada (Rowell, 1988; Kruger, F.J. y Kritzinger, M., 1999; Dixon *et al.*, 2003).

En California después de la ocurrencia de heladas suaves, la palta (*Persea americana* Mill.) puede no presentar daños externos, pero se hace más susceptible al deterioro, a la pérdida de peso y al daño por frío durante el almacenaje. La susceptibilidad relativa de la fruta puede correlacionarse con el aspecto del pedicelo después de ser expuesto a temperaturas bajo cero en el campo. Esta característica puede ser utilizada como un indicador de la calidad de la fruta en la cosecha, después de ocurrir heladas suaves (Arpaia, datos no publicados). Por otra parte, Woolf *et al.* (1999) demostraron que la fruta asoleada, que ha sido expuesta a altas temperaturas, tiene mayor tolerancia al tratamiento de post cosecha con agua caliente (50°C) y al almacenaje de post cosecha en frío (0°C). Diversos investigadores han comprobado el impacto de la carga del inóculo y la lluvia sobre la severidad del deterioro de la fruta en post cosecha (Smilanic y Margosan, 2002; Everett *et al.*, 2003, Pak *et al.*, 2003).

EFFECTOS DE LA COMBINACIÓN PORTAINJERTO/VARIEDAD Y DEL POLINIZANTE

Kremer-Köhne y Köhne (1992) ilustraron la influencia del palto 'Fuerte' versus 'Hass' sobre la susceptibilidad al daño por frío. Ellos observaron que el palto 'Hass' tiene mayor porcentaje de fruta sin desórdenes fisiológicos en la post cosecha, comparado con la variedad 'Fuerte'. El uso de portainjertos clonales o "copiados" de palto es una técnica relativamente reciente (Brokaw, 1987) y por ende, la influencia del portainjerto sobre la calidad de la post cosecha es aún poco conocida. A pesar de esto, Marques (2002) ha demostrado que el portainjerto puede afectar la incidencia y severidad de enfermedades de post cosecha. Él demostró que, bajo las condiciones australianas, la fruta de los árboles 'Hass' cultivados sobre portainjerto clonal Velvick tiene menor incidencia de decaimiento en post cosecha, comparada con la fruta de los árboles 'Hass' cultivados sobre portainjerto Duke 7. El trabajo de Degani *et al.* (1990) en 'Fuerte' ha demostrado que el polinizante también puede influir, tanto sobre el tamaño del fruto como sobre el tamaño de la semilla. Recientemente, Arpaia (datos no publicados) ha observado que la relación entre el largo y el ancho de la semilla de la palta 'Hass' es también afectada por la proximidad de diferentes variedades de polinizantes.

DISEÑO DE PLANTACIÓN Y PODA

Otra consideración muy importante para los frutales tropicales y subtropicales es la época de poda. Si la poda o el anillado ocurren en una época en la que promueven el crecimiento vegetativo a expensas del crecimiento del fruto, se puede producir un desbalance del calcio y una reducción del tamaño final del fruto. En paltos 'Hass' Whiley *et al.* (1992) encontraron mayores niveles de calcio durante las primeras ocho semanas de crecimiento del fruto, cuando el crecimiento vegetativo de primavera había sido controlado con el regulador de crecimiento [(2Rs, 3Rs)-1-(4-clorofenil)-4, 4-dimetil-2 (1,2,4-triazolil-1) pentanol-3] (paclobutrazol). Cutting y Bower (1992) demostraron que, bajo las condiciones subtropicales de Sudáfrica, las paltas provenientes de árboles en los que el crecimiento vegetativo había sido controlado mediante poda, tenían mayores niveles de Ca, Mg, K y P a cosecha. Hoffman (2002, datos no publicados) también observó que cualquier tratamiento de poda que estimule el crecimiento vegetativo cerca o durante la cuaja y el crecimiento de los frutos, reduce su calidad y que los reguladores de crecimiento que reducen el crecimiento pueden disminuir estos problemas. En Australia las recomendaciones actuales estipulan que los tratamientos de manejo del dosel de los árboles deben evitar aumentar el crecimiento vegetativo durante el crecimiento del fruto, para no ver afectada la calidad de la fruta.

MANEJO DE PLAGAS

Las prácticas de manejo de plagas pueden causar una pérdida directa de la fruta debido a las cicatrices y pueden causar pérdidas indirectas debido a alteraciones de la composición del fruto. Las cicatrices causadas por la segunda generación de thrips del palto sobre frutos jóvenes en desarrollo, es el mayor problema de los productores y es la plaga más controlada de los paltos en California. La presencia de cicatrices de trips en la piel provoca la pérdida directa de la fruta, debido a su descarte durante el proceso de clasificación en la planta de embalaje. La presencia de trips de invernadero en los huertos de paltos pueden afectar no tan sólo la clasificación de la fruta, sino que también puede retardar el proceso de maduración.

RIEGO

Resulta difícil cuantificar los efectos del riego sobre la calidad de la fruta en post cosecha. Sin embargo, Bower (1988) observó que el déficit hídrico previo a cosecha aplicado a árboles paltos, influye sobre los niveles de la polifenol oxidasa (PPO) medidos en paltas maduras almace-

nadas por 30 días a 5.5°C. La PPO ha sido asociada a la decoloración del mesocarpio en palta. Este autor también vio que el déficit hídrico de pre cosecha influye sobre la capacidad de la fruta de soportar bajos niveles de O₂ y altos niveles de CO₂. La fruta proveniente de árboles con estrés hídrico de pre cosecha tuvo más desórdenes fisiológicos después del almacenaje y madurez, comparada con la fruta de árboles no estresados.

REGULADORES DE CRECIMIENTO

Como se mencionó anteriormente, el uso de reguladores de crecimiento que reduzcan el vigor vegetativo, puede influir en la calidad de la fruta en post cosecha, probablemente al afectar la distribución de nutrientes dentro del árbol. Bower y Cutting (1988) revisaron la literatura referente a reguladores de crecimiento endógenos y sus efectos sobre la calidad de la fruta. Con excepción del etileno y el ABA (a través de su papel en el estrés hídrico), existe en la actualidad poca evidencia para suponer que las prácticas culturales puedan mayormente afectar a los reguladores de crecimiento y a la calidad de la fruta en post cosecha.

NUTRICIÓN VEGETAL

La influencia de las prácticas nutricionales sobre la calidad de la palta no ha sido esclarecida, sin embargo las investigaciones en el tema han demostrado que el estado nutricional del fruto puede afectar su calidad de post cosecha. Estudios previos han sugerido que la calidad de la palta parece estar afectada, en primer lugar, por el calcio (Kremer-Köhne *et al.* (1993) y en segundo lugar, por el nitrógeno (Arpaia *et al.*, 1996), el boro (Smith *et al.*, 1997), el magnesio, el potasio (Koen *et al.*, 1990; Witney *et al.*, 1990) y el cinc (Vorster y Bezuidenhout, 1988).

En Sudáfrica se ha realizado una investigación extensiva en paltos 'Fuerte'. El presente estudio trata de la relación entre la calidad de la palta en post cosecha y el rol de la nutrición vegetal. Witney *et al.* (1990) demostraron el impacto de los niveles de calcio de la fruta sobre la duración del período de maduración de la fruta. Estos autores encontraron una interacción significativa entre ambas variables: frutos con alto contenido de calcio demoran más tiempo en madurar. Ellos también evaluaron los niveles de calcio durante el crecimiento de frutos provenientes de árboles vigorosos y no vigorosos, de las variedades 'Hass' y 'Fuerte'. En ambas variedades, los frutos provenientes de árboles no vigorosos tenían mayor contenido de calcio, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo del fruto. Este período también se correlaciona con la época de máximo crecimiento de los brotes vegetativos. Los autores sugieren que los niveles

de calcio acumulados inicialmente en el fruto son los que afectan la calidad que éste alcance en la post cosecha. El trabajo de Whiley *et al.* (1992) confirma esta observación.

En Sudáfrica los problemas de post cosecha de las paltas son una combinación de varios desórdenes. Swarts (1984) distinguió entre la mancha de la pulpa y la decoloración del mesocarpio, o pulpa gris. La mancha de la pulpa es un ennegrecimiento de la región de la pulpa que rodea los haces vasculares, que se presenta en fruta normal y más frecuentemente, en fruta cosechada temprano. La decoloración del mesocarpio, o pulpa gris, es una decoloración pardogrisácea generalizada de la pulpa, que generalmente aumenta con el avance de la madurez. Vorster y Bezuidenhout (1988) encontraron niveles menores de Zn y Ca en frutas con mancha de la pulpa. Smith y Köhne (1992) analizaron una gran población de paltos 'Fuerte', en la que los árboles de baja producción tenían mala calidad de fruta en post cosecha y bajos niveles de Ca y Zn, y alto B en la pulpa. Esta situación se complica con los resultados del estudio conducido durante varios años por du Plessis and Koen (1992). Estos autores concluyeron que la incidencia de la pulpa gris (o decoloración del mesocarpio) se correlaciona fuertemente con el contenido de Ca en el subsuelo y por la relación Mg:K. Ellos también encontraron una reducción significativa en la incidencia de la mancha de pulpa con altos contenidos de K en el subsuelo que, no obstante, resultaron agravar la pulpa gris .

En una aproximación reciente Van Rooyen y Bower (2004, datos no publicados) integraron el estado nutricional del frutos mediante regresión lineal múltiple. Su trabajo en paltos 'Pinkerton' demuestra que el exceso de nitrógeno juega el rol más importante en la ocurrencia de la decoloración del mesocarpio. Ellos también hallaron que niveles decrecientes de cobre, manganeso y boro pueden también contribuir a la decoloración del mesocarpio. Sus resultados indican que las interacciones entre los distintos nutrientes de la plantas puede ser más importante que el estado individual de un elemento específico. Por ejemplo, la relación nitrógeno : calcio resultó influenciar significativamente el desarrollo de desórdenes de post cosecha, mientras que el nivel de calcio por sí sólo tuvo efecto.

FACTORES DE POST COSECHA CONTROLABLES POR EL PRODUCTOR

El productor también puede tener un papel importante en la calidad de post cosecha de la fruta, según la manera en que la fruta es manipulada después de la cosecha y hasta el envío a la planta de clasificación y embalaje. Eaks (1978) demostró que temperaturas continuadas sobre los 25°C después de cosecha eran perjudiciales para la calidad de la fruta, desde el punto de

vista de la maduración. Este autor observó que, cuando la fruta era mantenida continuamente a 40°C, se inhibía la maduración y cuando la fruta se mantenía continuamente a 30°C, la maduración era anormal (manchas duras). Después, Arpaia (1994) observó que la ocurrencia intervalos de enfriamiento de 12 o 24 horas, cuando la temperatura de la pulpa era mantenida a 30°C o 40°C durante cada intervalo, afectaban la calidad de la fruta madura después de haber sido almacenada a 5°C. Woolf *et al.* (1995) observaron una mayor tolerancia de la palta a bajas temperaturas después de tratamientos con aire caliente, de hasta 34°C. Estos tratamientos además redujeron la tasa de maduración (menor vida de anaquel). Tales efectos también habían sido observados en fruta expuesta a altas temperaturas (exposición al sol) sobre el árbol (Woolf *et al.*, 1999, 2000). Es, por tanto, crítico para el productor proteger la fruta cosechada de las altas temperaturas. La fruta en el bin puede calentarse rápidamente después de cosechada (Arpaia, datos no publicados), llegando a temperaturas excesivas un corto tiempo.

CONCLUSIONES

En la literatura actual existe amplia evidencia de que los factores de pre cosecha pueden afectar la calidad de post cosecha de la palta. Los factores de pre cosecha pueden tal vez ser particularmente críticos para el éxito de la manipulación de paltas desde Chile, ya que se requiere de un largo tiempo de viaje hasta el mercado. La comprensión de los efectos del ambiente de pre cosecha sobre los procesos de crecimiento y maduración, y la susceptibilidad a desórdenes fisiológicos y patológicos ayudarán a explicar las inconsistencias observadas en la evolución de la fruta en post cosecha. Esta línea de investigación tendrá también un beneficio indirecto. Típicamente, los agricultores no comprenden en general la biología de la post cosecha de su fruta en particular, ni tampoco se importan, ya que perciben que la post cosecha es algo que queda fuera del portón del campo. Los esfuerzos destinados a mejorar la comprensión del papel de los factores de pre cosecha sobre la calidad de post cosecha, harán que los productores controlen activamente la calidad de su producto y ayudarán a hacerlos partícipes en la área de optimizar la calidad del producto.

LITERATURA CITADA

Arpaia, M. L. 1994. Studies in the postharvest handling of California avocados. California Avocado Society 1993 Yearbook. 77:79 – 88.

Arpaia, M. L., J. L. Meyer, G. W. Witney, G. S. Bender, D. S. Stottlemeyer, and P. R. Robinson.

- 199). The Cashin Creek nitrogen fertilizer trial – what did we learn? *California Avocado Society Yearbook*, 80:85-98.
- Bower, J.P. 1988. Pre- and postharvest measures for long-term storage of avocados. *South African Avocado Growers' Assn. Yrbk.* 11:68-72.
- Bower, J. P. and J. G. Cutting. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. In: J. Janick (ed.) *Horticultural Reviews*. Volume 10:229-271. Timber Press, Portland, OR.
- Brokaw, W. H. 1987. Field experiences with clonal rootstocks. *South African Avocado Growers' Association Yearbook 1987.* 10:34-36.
- Cutting, J. G. M. and J. P. Bower. 1992. The effect of vegetative pruning on fruit mineral composition and postharvest quality in 'Hass' avocado, p. 403- 407. In: C.J. Lovatt (ed.). *Proc. World Avocado Congr. II*, 21-26 Apr. 1991, Orange, Calif.
- Degani, C., A. Goldring, I. Adato and R. El-Batsri. 1990. Pollen parent effect on outcrossing rate, yield, and fruit characteristics of 'Fuerte' avocado. *HortScience.* 25(4):471-473.
- Dixon, J., H. A. Pak, D. B. Smith, T. A. Elsmly and J. G. M. Cutting. 2003. New Zealand avocado fruit quality: the impact of storage temperature and maturity. *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003.* pp. 647-652.
- du Plessis, S. F. and T. J. Koen. 1992. Relationship between mineral nutrition and postharvest fruit disorders of 'Fuerte' avocados, p. 395-402. In: C. J. Lovatt (ed.). *Proc. World Avocado Congr. II*, 21-26 Apr. 1991, Orange, Calif.
- Eaks, I. L. 1978. Ripening, respiration and ethylene production of 'Hass' avocado fruits at 20° to 40°C. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(5):576-578. 1978
- Everett, K. R., J. Rees-George, S. L. Parkes and P. R. Johnston. 2003. Predicting avocado fruit rots by quantifying inoculum potential in the orchard before harvest. *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003.* pp. 601-606.
- Koen, T. J., S. F. Du Plessis and J. H. Terblanche. 1990. Nutritional factors involved in physiological post-harvest fruit disorders of avocados (cv. Fuerte). *Acta Horticulturariae*, 275:543-550.
- Kremer-Köhne, S. and J. S. Köhne. 1992. Yield and fruit quality of Fuerte and Hass on clonal rootstocks. *South African Avocado Growers' Assn. Yrbk.* 15:69.

- Kremer-Köhne, S., J. S. Köhne and J. M. Schutte. 1993. Effect of potassium, magnesium and nitrogen soil applications on Fuerte avocado fruit quality. South African Avocado Growers' Association Yearbook, 16:33-36.
- Kruger, F.J. and Kritzing, M. 1999. Pinkerton grey pulp problem addressed. Neltropika. 306, 5-6.
- Marques, J.R. (2002). 'Hass' avocado fruit quality: the role of fruit minerals and rootstocks. Unpublished PhD thesis, Massey University, New Zealand.
- Pak, H. A., J. Dixon, D. B. Smith, T. A. Elmsly and J. G. M. Cutting. 2003. Impact of rainfall prior to harvest on ripe fruit quality of 'Hass' avocados in New Zealand. Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003. pp. 629-634.
- Rowell, A. W. G. 1988. Cold storage capacity of avocados from different geographic regions. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 11:41-47.
- Smilanick, J., D. and D. Margosan. 2002. Avocado postharvest disease management. Calif. Avocado Research Symposium, Oct. 26, 2002.
- Smith, D. G. and J. S. Köhne. 1992. Production potential of Fuerte on seedling rootstocks. South African Avocado Grower's Assn. Yrbk. 15:83-85.
- Smith, T. E., C. J. Asher, R. A. Stephenson and S. E. Hetherinton. 1997. Boron deficiency of avocado. 2. Effects on fruit size and ripening In: Boron in soils and plants (Bell, R.W. and Rerkasem, B., Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 135-137.
- Swarts, D. H. 1984. Post-harvest problems of avocados—Let's talk the same language. South Africa Avocado Grower's Assn. Yrbk. 7:15-19.
- Vorster, L. L. and J. J. Bezuidenhout. 1988. Does zinc play a role in reducing pulp spot? South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 11:60.
- Whiley, A. W., J. B. Saranah, and B. N. Wolstenholme. 1992. Effect of paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass avocado growing in subtropical climates. p. 227-232. In: C.J. Lovatt (ed.). Proc. World Avocado Congr. II, 21-26 Apr. 1991, Orange, Calif.
- Witney, G. W., P. J. Hofman, and B. N. Wolstenholme. 1990. Effect of cultivar, tree vigour and fruit position on calcium accumulation in avocado fruits. Sci. Hort. 44(3-4):269-278.
- Woolf, A.B.; Bowen, J.H.; Ferguson, I.B.; 1999: Preharvest exposure to the sun influences post-harvest responses of 'Hass' avocado fruit. Postharvest Biology and Technology. 15(2): 143-

153.

Woolf, A.B.; Watkins, C.B.; Bowen, J.H.; Lay-Yee, M.; Maindonald, J.H.; Ferguson, I.B. 1995: Reducing External Chilling Injury in Stored 'Hass' Avocados with Dry Heat Treatments. J. Am. Soc Hort. Sci. 120(6):1050-156.

Woolf, A.B.; Wexler, A.; Prusky, D.; Kobiler, E.; Lurie, S. 2000: Direct sunlight influences post-harvest temperature responses and ripening of five avocado cultivars. J. Am. Soc Hort. Sci. 125(3): 370-376.