

CORRELACIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE, MATERIA SECA Y HUMEDAD DE PULPA COMO INDICADORES DE COSECHA EN FRUTOS DE PALTO (*Persea americana* Mill) VAR. HASS CULTIVADA BAJO CONDICIONES DE DOS LOCALIDADES EN CHINCHA-PERÚ.

G. Parodi¹, M. Sanchez² y W. Daga¹

¹ Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIEA. PNI-Frutales. Av. La Molina 1981. La Molina-Lima. Perú. Correo electrónico gparodi@inia.gob.pe, gparodi@lamolina.edu.pe, wdaga@inia.gob.pe

² Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Horticultura. Av. La Molina s/n Lima. Perú. Correo electrónico: dhorticultura@lamolina.edu.pe

Se realizó un ensayo con el objetivo de determinar el grado de correlación entre el contenido de aceite, materia seca y humedad de pulpa en frutos de palta (*Persea americana* Mill) var. Hass cultivada en dos localidades, Alto Larán (predio La Calera) y El Carmen (predio Copacabana) ubicados en Chincha-Perú. La cosecha de los frutos se inicio a los 208 días después de cuajada la floración principal. La recolección de frutos se realizó durante siete semanas consecutivas. Los resultados muestran una correlación positiva entre el contenido de aceite y el de materia seca de la pulpa en los frutos provenientes de la localidad Alto Larán ($r = 0.9583$), la cual se interpreta a través de la ecuación de regresión: $y = 0.9908x - 10.43$; mientras que para los frutos provenientes de la localidad El Carmen la correlación positiva ($r = 0.9544$) se interpreta mediante la ecuación: $y = 0.9754x - 10.32$. El contenido de aceite y humedad de pulpa mostraron una correlación inversa en la localidad Alto Larán ($r = -0.9583$), y una ecuación de regresión de: $y = -0.9908x + 88.65$, mientras que en la localidad de El Carmen la correlación inversa ($r = -0.9544$) se interpretó a través de la ecuación: $y = -0.9754x + 87.22$. El ritmo respiratorio poscosecha de los frutos mostró un comportamiento típicamente climatérico, obteniéndose a los 16 días el instante de crisis climatérica en aquellos frutos provenientes de la localidad Alto Larán, y a los 18 días en los recolectados en la localidad de El Carmen.

Palabras claves: índices de madurez, recolección, poscosecha, correlación.

CORRELATION OF OIL CONTENT, DRY MATTER AND PULP MOISTURE AS HARVEST INDICATORS IN HASS AVOCADO FRUITS (*Persea americana* Mill) GROWN UNDER TWO CONDITIONS OF ORCHARDS IN CHINCHA-PERÚ.

G. Parodi¹, M. Sanchez² and W. Daga¹

¹ Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIEA. PNI-Frutales. Av. La Molina 1981. La Molina-Lima. Perú. Email: gparodi@inia.gob.pe, gparodi@lamolina.edu.pe, wdaga@inia.gob.pe

² Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Horticultura. Av. La Molina s/n Lima. Perú. Email: dhorticultura@lamolina.edu.pe

This work aimed at the determination of the correlation among oil content, dry matter and pulp moisture in avocado fruits (*Persea americana* Mill) var. Hass) grown in two locations: Alto Larán (La Calera farm) and El Carmen (Copacabana farm), both in Chincha-Perú. Harvest started 208 days after main flowering stage and lasted seven weeks. Results showed a positive correlation between oil content and dry matter content of pulp in fruits from in Alto Laran ($r = 0.9583$), which is shown by the regression equation $y = 0.9908x - 10.43$. In El Carmen the correlation was also positive ($r = 0.9544$) and its equation was $y = 0.9754x - 10.32$. The oil and pulp moisture content had an inverse correlation in Alto Laran ($r = -0.9583$) with a regression equation as $y = -0.9908x + 88.65$. In El Carmen the negative correlation ($r = -0.9544$) was explained through the regression equation $y = -0.9754x + 87.22$. The postharvest respiratory curve of the avocado fruits showed a typically climacteric response, obtaining the climacteric crisis 16 days after fruit harvested in Alto Laran and within 18 days in those harvested in El Carmen.

Key words: maturity indices, harvest, postharvest, correlation

1. Introducción

La calidad de las frutas es una combinación de atributos que les proporcionan valor como alimento, por ello es de suma importancia sostener estos atributos mediante la recolección oportuna de los frutos en su momento óptimo (Kader, 1992; Pantastico, 1985). En el caso de la palta el momento de la cosecha es muy importante para lograr su almacenaje satisfactorio (Cajuste, 1992; Parodi y Lerner, 1995). Por lo común es difícil determinar visualmente cuándo un fruto de palto está listo para ser cosechado, debido a que no manifiesta cambios notables en su apariencia externa (Lee, 1981; Lewis, 1978; Pantastico, 1975). De los indicadores de cosecha en palta, tal vez, el más importante es la determinación del contenido de aceite de la pulpa (INIA, 1997), debido a que el grado de madurez de esta fruta tiene una relación directa con la acumulación de aceite y contenido de materia seca de la pulpa (Lee et al., 1983; Lewis, 1978). Actualmente el contenido de aceite, así como el contenido de materia seca se usan en casi todas las regiones del mundo que producen palta, con el fin de definir un mínimo de madurez de la fruta (Parodi, 1996). Esto también se aplica en el caso del Perú; sin embargo no existe una información precisa por valles o zonas respecto a los niveles mínimos de aceite que deben tener los frutos de palto para iniciar la cosecha en el país (Parodi, 1998). Por lo común los valles de la costa central del Perú inician la cosecha de frutos de la variedad Hass con valores mínimos de contenido de aceite de entre 8 - 9 % con un 20 - 21 % en materia seca (Franciosi, 2003). Sin embargo al no existir un dato preciso se ha sugerido incluso que estos valores podrían ser mas altos (Parodi 1996). El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar el grado de correlación del contenido de aceite con el contenido de materia seca y el de humedad de pulpa en frutos de palta variedad Hass cultivada en dos zonas de Chincha y también, establecer la variación de estos parámetros durante el periodo de recolección.

2. Materiales y Métodos

Para el ensayo se consideraron dos zonas; Alto Larán (Fundo La Calera a 201 m.s.n.m.) y El Carmen (Fundo Copacabana a 102 m.s.n.m) ubicados en Chíncha-Ica. En cada zona se marcaron 308 frutos recién cuajados, provenientes de la floración principal de agosto - septiembre. A los 208 días después de cuajado (ddc), se inició la recolección a razón de 44 frutos por zona cada 7 días, durante siete semanas. Los frutos recolectados se colocaron en un ambiente preacondicionado con una temperatura de 20-24 °C, para lograr su maduración natural posrecolección. De los 44 frutos recolectados, se obtuvieron 4 repeticiones de 2 frutos, las cuales se emplearon para la estimación de los indicadores de cosecha. Los 36 frutos restantes se distribuyeron en 9 muestras compuestas de 2 repeticiones de 2 frutos, que se emplearon para la determinación del ritmo respiratorio. Como prueba estadística experimental se empleó el modelo de correlación lineal simple, el cual relaciona los valores de contenido de aceite en pulpa con el de materia seca y humedad de pulpa, con el fin de estimar el grado de asociación por medio del coeficiente de correlación. El análisis estadístico de los cambios obtenidos en los indicadores de cosecha, durante el tiempo que duró el ensayo, se trabajó mediante un ANOVA en arreglo DCA, el cual consideró 7 tratamientos, donde cada semana se tomó como un tratamiento compuesto de 4 repeticiones. Así mismo se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de $\alpha=0.01$. Las evaluaciones realizadas fueron;

Intensidad respiratoria: Expresado en $\text{ml CO}_2 \text{ kg-hr}^{-1}$ liberado por los frutos de palta dentro de envases de vidrio herméticamente sellados. Para esto se empleó el analizador de gases Mocon ®.

Materia seca y humedad de pulpa: Obtenido por diferencia de peso en 50gr. de pulpa de fruta, colocados en estufa Memmert ® por 48 horas a 70° C.

Contenido de aceite: Obtenido por el método de extracción con un destilador Soxhlet, se siguió el procedimiento oficial de determinación de contenido de aceite de órganos vegetales de la USDA, utilizándose como solvente éter de petróleo (Lee, 1981).

3. Resultados y Discusión

Correlación entre concentración de aceite vs materia seca y contenido de humedad: Los resultados obtenidos respecto al contenido de aceite en función al contenido de materia seca (Fig. 1) mostraron una alta correlación positiva, es decir que a medida que ocurre un incremento en el contenido de materia seca en los frutos de palta, también sucede un incremento del contenido de aceite. En la zona de Alto Larán el coeficiente de correlación tuvo un $r = 0.9583$, mientras que para el caso de El Carmen se dio un $r = 0.9544$. El alto grado de correlación entre estos dos componentes ya ha sido anteriormente reportado por otros investigadores (Lee et al., 1983; Ranney, 1991). Por otro lado también se obtuvo una alta correlación pero inversa entre el contenido de aceite y el de humedad en los frutos de palta (Fig. 2), con la disminución del contenido de humedad se da

un incremento del contenido de aceite. Para el caso de Alto Larán el coeficiente de correlación fue $r = -0.9583$ y para El Carmen resultó un $r = -0.9544$. El grado de relación obtenido entre el contenido de aceite con el de materia seca o con el porcentaje de humedad de la pulpa resultan de interés ya que el porcentaje de aceite de los frutos de palto resulta sensible de estimarse a través de estos dos componentes. En este caso se da posibilidad también de estimar el contenido de aceite utilizando como referentes a la materia seca o al contenido de humedad, aplicando las ecuaciones producto de una regresión lineal simple, lo cual resulta, práctico y fácil. (Lee, 1981).

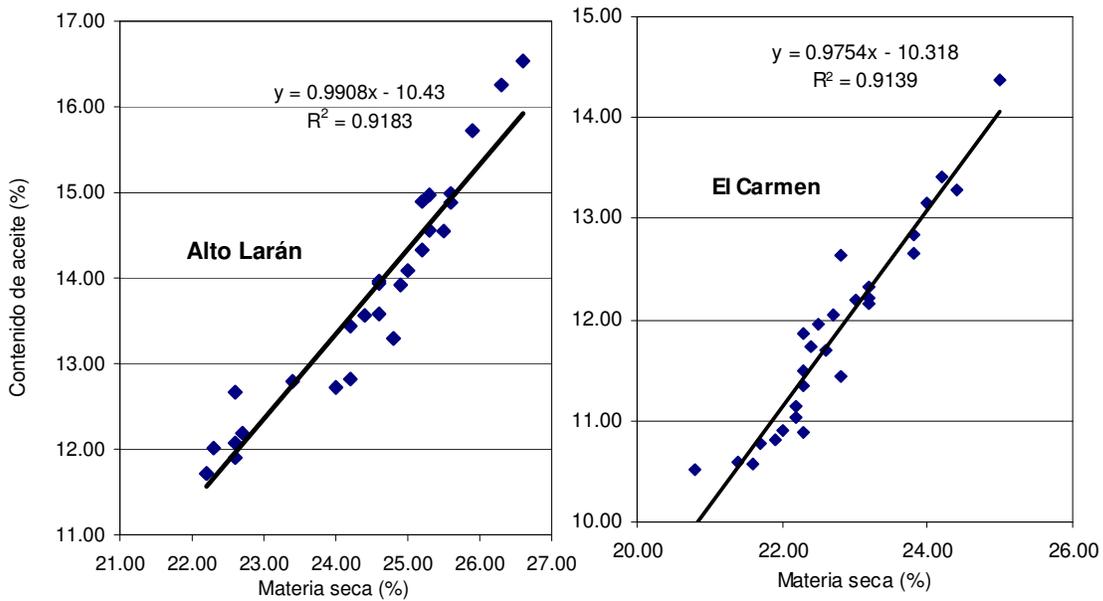


Figura 1: Contenido de aceite en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass en función del contenido de materia seca.

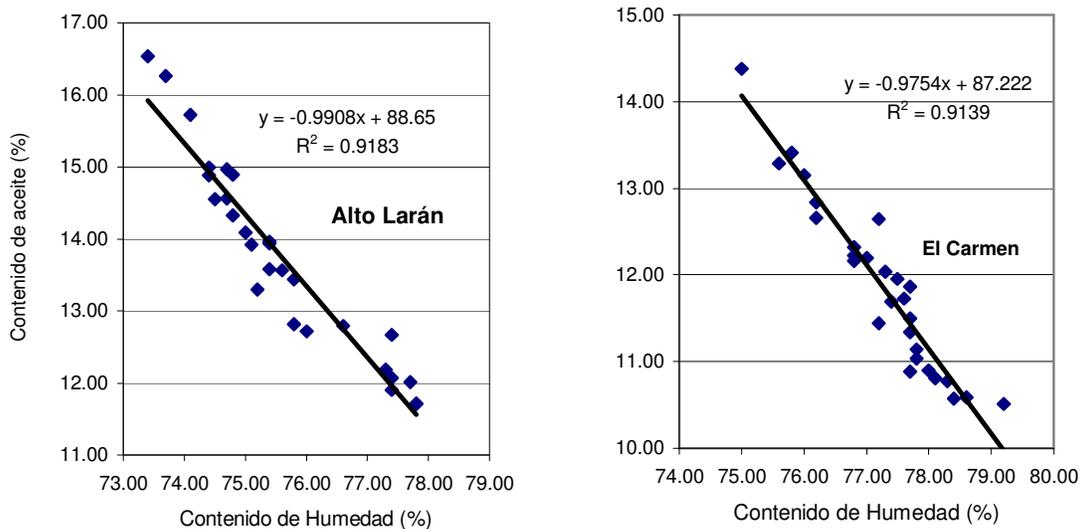


Figura 2: Contenido de aceite en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass en función del contenido de humedad.

Intensidad respiratoria: El comportamiento de la respiración típicamente climática presenta una evolución particular de los frutos dependiendo de la zona de procedencia (Fig. 3). Aquellos obtenidos de Alto Larán muestran su momento de crisis climática a los 16 días después de la cosecha, a excepción de la tercera semana que se dio a los 18 días, con valores máximos de entre los 93.4 y 105.0 ml CO₂ kg-h⁻¹. Sin embargo en el caso de los frutos obtenidos de El Carmen el momento de crisis climática se alcanzó a los 18 días, a excepción

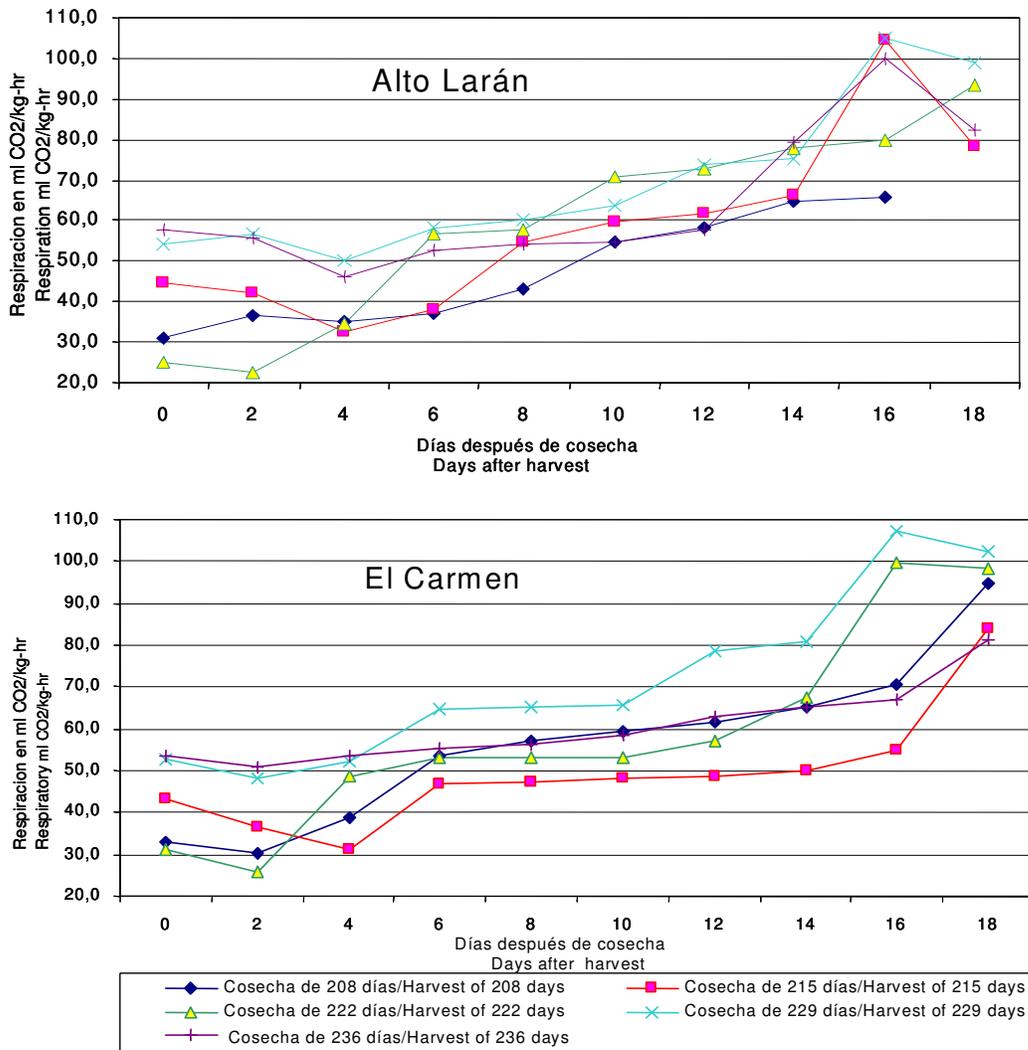
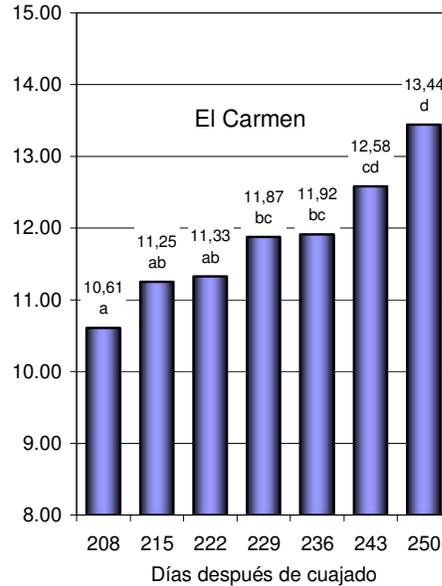
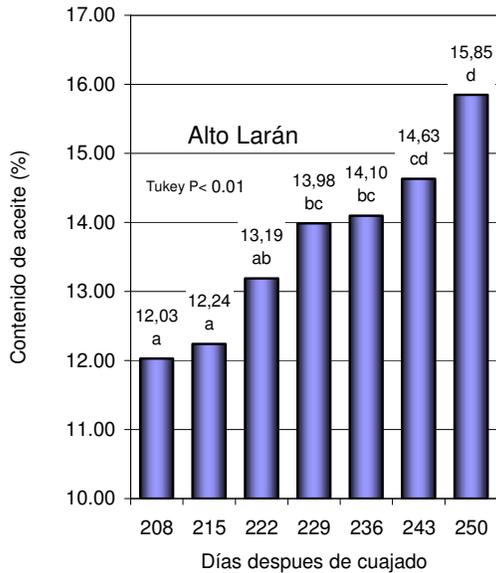


Figura 3: Curva respiratoria de frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass cosechados por siete semanas en Alto Larán y El Carmen.

de la tercera y cuarta semana que se dio a los 16 días, con valores máximos que fluctuaron entre los 81.4 y 107.1 ml CO₂ kg-h⁻¹. En general los niveles registrados de intensidad respiratoria se enmarcan dentro de los rangos considerados para los frutos de palto var. Hass (Briceño 1994; Eaks 1978). Sin embargo es importante indicar que los frutos provenientes de Alto Larán tienden a ablandarse mas rápidamente que los obtenidos de El Carmen lo cual responden básicamente al conjunto de condiciones externas o condiciones de manejo a las que se enfrentan las plantaciones en cada zona, aspecto que determina el comportamiento particular en el proceso de maduración de los frutos de palto en poscosecha (Kader, 1992; Pantastico, 1975).

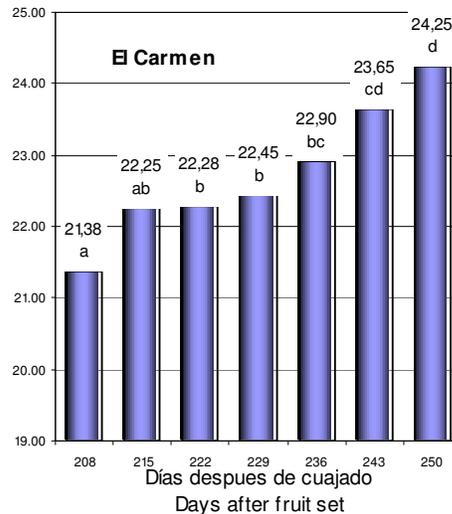
Evolución del contenido de aceite, materia seca y contenido de humedad : El contenido de aceite, de materia seca y de humedad en la pulpa para cada zona evaluada presento diferencias estadísticas en relación con los momentos de cosecha. En el caso del contenido de aceite los resultados obtenidos muestran que este se incremento conforme la cosecha de los frutos fue más tardía (Fig.4). En condiciones de Alto Larán los resultados mas elevados de contenido de aceite se dieron a los 243 ddc (14.63%) y 250 ddc (15.85%). Mientras en El Carmen los valores mas elevados de contenido de aceite se presentaron a los 243 ddc (12.58%) y 250 ddc (13.44%). En términos porcentuales se encontró una variación de 3.82% de contenido de aceite desde la primer hasta el último momento de recolección en Alto Larán, mientras que en El Carmen fue de 2.83%. Esto indica que los frutos provenientes de Alto Larán presentaron valores de contenido de aceite algo mayores que los obtenidos en El Carmen. De la misma manera el contenido de materia seca también se incremento conforme las cosechas fueron más tardías (Fig 5). Los frutos recolectados en Alto Larán reportaron incrementos a partir de la cosecha realizada a los 222 ddc, luego estos valores se sostuvieron hasta los 243 ddc para finalmente aumentar a los 250 ddc. En el caso de El Carmen, la respuesta fue muy similar a la obtenida en Alto Larán pues el incremento de materia seca recién se observa en los frutos a partir de los 222 ddc luego se mantiene hasta los 243 ddc y vuelve a mostrar un ligero aumento a los 250 ddc . Sin embargo en El Carmen los valores de materia seca siempre fueron menores a los obtenidos por Alto Larán en cualquiera de los momentos de cosecha. En cuanto al contenido de humedad de la pulpa esta mostró un comportamiento descendente durante la etapa de recolección (Fig 6). Los frutos obtenidos en Alto Larán presentaron a los 222 ddc un primer cambio notable en su contenido de humedad el cual no reportó mayores diferencias hasta los 243 ddc para luego volver a descender a los 250 ddc. Un muy similar comportamiento se presento en el caso de los frutos obtenidos en El Carmen pero con valores de contenido de humedad más bajos. Las tendencias observadas para el contenido de aceite, materia seca y humedad de la pulpa guardan relación con las reportadas por otros investigadores (Cajuste, 1992; Lee et al.,1983; Lewis,1978; Ranney, 1991). Así mismo el incremento en el contenido de aceite y materia seca así como la constante disminución del

contenido de humedad en los frutos del palto var Hass conforme las cosechas se ejecutan cada vez mas tarde indica en cualquiera de las zonas indica claramente la capacidad de los frutos de este frutal



para acumular aceites mientras permanecen en el árbol (Parodi 1996).

Figura 4: Cambios en el contenido de aceite en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass a distintos momentos de cosecha.



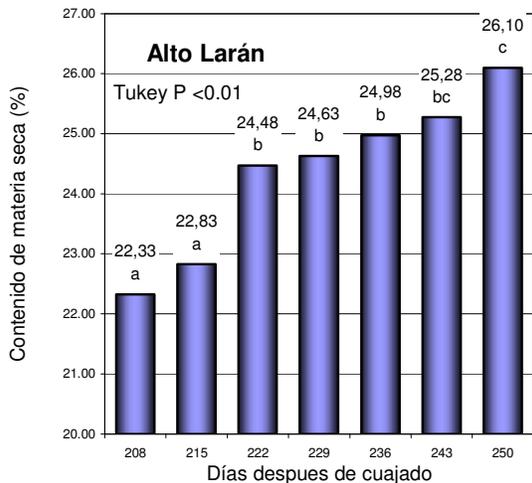
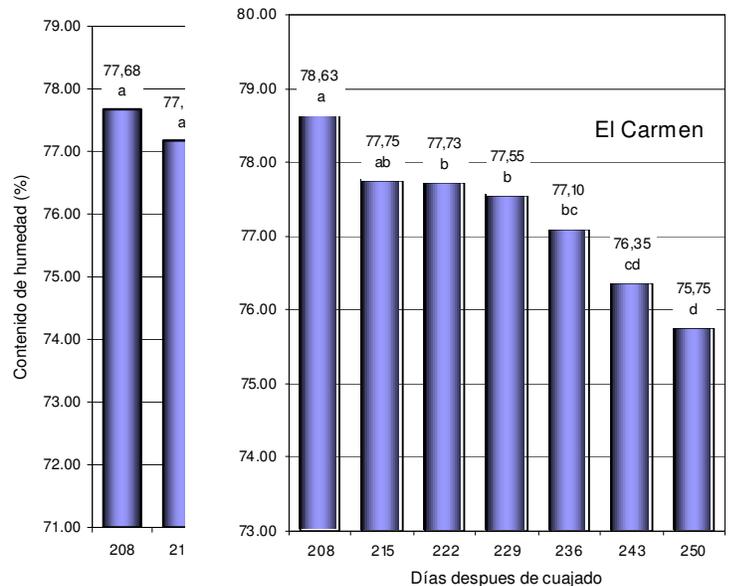


Figura 5: Cambios en el contenido de materia seca en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass a distintos momentos de cosecha.

momentos de cosecha.

Figura 6: Cambios en el contenido de humedad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass a distintos momentos de cosecha.



4 .Conclusiones

- El contenido de aceite correlaciono positivamente con el contenido de materia seca presentando un $r = 0.9583$ para Alto Larán y un $r = 0.9544$ para El Carmen.
- El contenido de aceite presentó una correlación alta e inversa con respecto al de humedad en los frutos, registrando un $r = -0.9583$ en Alto Larán y un $r = -0.9544$ para El Carmen.
- Los frutos cosechados en Alto Larán tuvieron su crisis climática a los 16 días después de la recolección, mientras que en El Carmen el momento de crisis climática se dio a los 18 días.
- El porcentaje de aceite y materia seca mostraron un comportamiento ascendente conforme las cosechas fueron más tardías.
- El contenido de humedad presento un comportamiento descendente durante la etapa de recolección disminuyendo en forma progresiva conforme las cosechas fueron más tardías.

5. Literatura Citada

- Briceño, L. 1994. Utilización de envases flexibles para el almacenamiento refrigerado de la Palta (*Persea americana* Mill) Var. Hass en atmósfera

modificada autogenerada. Tesis Mag. Sc. Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Postgrado. Lima-Perú. 160p.

- Cajuste, J. 1992. Efecto del grado de madurez en la frigoconservación de aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Programa de fruticultura. Montecillo – México. 183p.
- Eaks, I. 1978. Ripening, Respiration, and Ethylene Production of “Hass Avocado Fruits at 20° to 40°C. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 576.
- Franciosi, R. 2003. El Palto. Producción, cosecha y post-cosecha. Ediciones Cimagraf. Lima – Perú. 225p.
- INIA, CONAFRUT. 1997. El cultivo del Palto. Aspectos de la producción, manejo post-cosecha y comercialización. Boletín Técnico N° 9. 47p.
- Kader A, 1992. Indices de Madurez, Factores de Calidad, Normalización e Inspección de Productos Hortícolas. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas . Yahia, E y Higuera, I. Editores. Edit Limusa-México 303 pp.
- Lee, S. 1981. A review and background of the avocado maturity standard. California Avocado Soc. Yearbook. 65. p 101 – 109.
- Lee , S.K. , R.E Young , P.M. Schiffman, and C.W. Coogins, Jr. 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:390-394
- Lewis, C. E. 1978. The maturity of avocados: a general review. J. Sci. Food Agric. 29. p 857-866.
- Pantastico, B. 1975. Postharvest Physiology. Harding and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut - USA. 560p.
- Parodi, G. 1996. Manejo de Cosecha y Postcosecha del Palto. Curso Teórico Práctico sobre Fisiología, Manejo de Cosecha y Postcosecha en Frutas y Hortalizas. Facultad de Agronomía. Dpto Horticultura-UNALM. s/n
- Parodi, G. 1998. Aspectos Sobre Manejo en Cosecha y Post Cosecha del Palto. I Seminario Taller Internacional. Producción, Manejo Post Cosecha y Comercialización de Frutas y Hortalizas. UNALM - Lima.
- Parodi, G. y Lerner, M. 1995. Ensayo sobre Almacenamiento en Frío de Palto “Hass”. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 39: 86-93
- Ranney, C. 1991 Relations between physiological maturity and percent dry matter of avocados. California Avocado Society Yearbook. 75: 71-85.