

Técnica para Determinación del Momento Óptimo de Cosecha en Palta cv 'Hass' para el valle de Casma y Huaura

Ing. M.Sc. Juan Loayza Valdivia
Investigador Agrario del Programa Nacional de Innovación Agraria en Frutales
jloayza@inia.gob.pe

13

El presente artículo resume el experimento proveniente de los ensayos realizados en palto (*Persea americana* Mill.) en las zonas de Casma y Huaura, en las campañas 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008. La metodología se inició con el marcado de la floración manifestada en el mes de octubre (fines de octubre), y luego el remarcado de 150 frutos realizado en el mes de Enero (finales), de aquellos que presentaban un diámetro polar entre 6.25 cm. y 7.25 cm. que es el diámetro promedio en el que se encontraban los frutos provenientes de las flores marcadas en el mes de

octubre. Transcurridos 180 días de desarrollo de fruto, se inició la cosecha para las evaluaciones respectivas, teniendo como fecha referencial el 15 de mayo. Para la campaña 2005-2006, se eligieron 3 semanas de cosecha, la campaña siguiente 5 semanas de cosecha y para la última campaña 2007-2008, 6 semanas de cosecha. Se evaluó y correlacionó el peso fresco de fruto, porcentaje de

materia seca de pulpa con los valores obtenidos de porcentaje de aceite en base húmeda (relacionada con el peso total de fruto), para los 5 momentos de cosecha distanciados en una semana (5 semanas); de los que para cada semana se dividía en 7 momentos de evaluación, cada uno separado por 48 horas (2 días), hasta completar los 14 días promedio en que la fruta suele llegar a la madurez comercial (20% de aceite).

Los resultados mostraron que existe correlación negativa entre el contenido de aceite y porcentaje de humedad en pulpa de fruta con un $r = -0.6392$ y un $r^2 = 0.41$ para Casma y $r = -0.627$ con $r^2 = 0.45$ para Huaura., indicándonos que a medida que disminuye la humedad en fruta el con-

tenido de aceite aumenta, acercándose a la madurez de consumo. Así, la ecuación de regresión lineal ajustada para esta localidad de Casma fue de $\hat{Y} = 59.89 - 0.598x$, y para Huaura fue de $\hat{Y} = 64.629 - 0.656x$. Aquí, comparando con la ecuación de regresión internacional estándar ajustada $\hat{Y} = 53.484 - 0.576x$ de procedencia externa obtenemos un comportamiento diferente durante la maduración, y sometiendo ambas ecuaciones a la eficiencia de aproximación a lo obtenido realmente por método de extracción directa de aceite (Columna soxhlet) demuestran que las ecuaciones obtenidas en Casma y Huaura se aproximan mejor a los

valores de porcentaje de aceite real.

Introducción

El Programa Nacional de Innovación Agraria en Frutales del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), cumpliendo con su rol de mostrar a la comunidad productora y científica, los resultados de su esfuerzo en innovación, los que llevan por objetivo acercar al sector productivo fruticultor a itinerarios de conducción competitivos, que a su

vez hagan más viable la apertura y sostenibilidad de mercados, presenta la técnica para determinación de momento óptimo de cosecha en palto cv 'Hass', metodología que ha contado con la participación del sector productor en los valles de Casma y Huaura; así como, la iniciativa de especialistas de la Universidad Nacional Agraria La Molina con su permanente asesoramiento y el apoyo de las diferentes áreas de la Estación Experimental Agraria Donoso - Kiyotada Miyagawa en Huaral.

El palto (*Persea americana*) es un cultivo cuyos frutos son cotizados en mercados internacionales por sus cualidades nutritivas (proteínas, carbohidratos, etc), además de contar con ácidos grasos esenciales como el ácido



Conocer el momento óptimo en que debe cosecharse el palto Hass, asegura que los frutos lleguen a su madurez de consumo sin que pierdan sus características de sabor y textura.



- Método indirecto; mediante determinación de materia seca, utilizándose la fórmula:

$$\% \text{Ac.} = 53.484 - 0.576 * \% \text{ Humedad}$$

Métodos para Analizar el contenido de Aceite:

Según Ried (1992), la medición de aceite por métodos directos se ha reemplazado por la medición del porcentaje de materia seca (Método indirecto), ya que la metodología de este método resulta ser más rápida y menos costosa. Kader y Arpaia (2005), señalan que el porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite y se usa como índice de madurez en

y Chace, 1922). Lo anterior apoya la idea que una mayor acumulación de contenido de aceite esté asociado con el ablandamiento y maduración de la fruta (Schröder, 1987). Astudillo (1995) y Martínez (1984) señalan que existe una relación inversa entre el contenido de aceite y el contenido de humedad en los frutos. Además según este último, el contenido de humedad resulta ser el mejor estimador del contenido de aceite en el fruto. Saavedra, (1995) señala que la alta correlación existente entre las variables contenido de aceite y humedad, permiten hacer estimaciones de los niveles mínimos requeridos para obtener un buen resultado en la comercialización de los productos.

Tipos de Índices de Cosecha:

Físico

- Apariencia externa de fruto*; los frutos por cosechar presentan cambio de color y pérdida de brillo externo de la cáscara, tornándose a verde opaco en variedades verdes. De manera similar en estas variedades el color de las lenticelas se tornan marrón.
- Color de pedúnculo*; hay cambio en la tonalidad del pedicelo, así como reducción en diámetro del mismo (la fruta de palto proviene de inflorescencia).
- Tamaño y peso de fruto* (característico de las variedades), se encuentran relacionados con el periodo de floración-maduración, especialmente en paltos verdes.
- Periodo Floración-Maduración*; se resuelve por conteo en días calendario, desde la época de floración hasta el llenado de frutos, muy característico de cada variedad, lo cual puede fluctuar entre 6-8 meses.

Químico

- Determinación de materia seca-contenido en porcentaje de aceites:
 - Método directo; mediante el uso del Método Soxhlet de extracción de aceites, donde los índices aceptables para cosecha de palto Hass van de 8.5-13.5% de aceite.

California y en la mayoría de las áreas productoras de palta. Como desventajas, señalan que se debe determinar fechas para cada cultivar y ajustarlas año tras año, debido a la variación en la época de floración, considerando en forma independiente, aquellas localidades que presentan microclimas (Campbell y Malo; 1978).

El método estándar para analizar el contenido de aceite, está basado en la extracción con éter de petróleo, de material seco en un extractor Soxhlet, siendo este método caro, lento y fuera del alcance de los productores, pues requiere de equipos, laboratorios y mano de obra especializada. En 1925, se aprobó la ley N° 422 de estandarización de paltas del estado de California, en Estados Unidos de América, mediante la cual se definió que un fruto estaba legalmente maduro cuando su contenido de aceite alcanzaba un 8% del peso fresco (Lewis, 1978; Lee, 1981; Lyman, 1981).

Tratamientos en estudio:

Frutos de palto cv "Hass" provenientes de las localidades de Casma (Ancash) y Huaura (Lima); distribuidos en semanas de cosecha y momentos de determinación de materia seca, como se aprecia en el cuadro N° 1:

Cuadro N° 01: Distribución de la toma de muestra para determinación de correlación en la localidad de Casma-Ancash y Huaura-Lima.

	Campaña 2005-6	Campaña 2006-7	Campaña 2007-8
CASMA	3 sem. x 7 moment.	4 sem. x 7 moment.	7sem. x 7 moment.
HUAURA	3 sem. x 7 moment.	4 sem. x 7 moment.	7sem. x 7 moment.

Diseño Experimental

Sin diseño experimental. Con determinación de tres (03) parámetros: coeficiente de correlación, ecuación de regresión lineal y análisis de varianza de la regresión:

a. Coeficiente de Correlación de Pearson (r)

$$r = \left(\frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2 \sum y^2} \right)^{1/2}$$

Donde:

r² = Coeficiente de Determinación.

x = Datos independientes (% Humedad).

y = Datos dependientes (% Aceite).

b. Regresión Lineal

$$\hat{Y} = a + bx$$

Donde:

Ŷ: Valor dependiente estimado

a : Distancia desde el origen al punto de corte del eje "Y" con la línea de regresión.

b : Coeficiente de regresión

x : Valores obtenidos de % de humedad y/o % materia seca.

c. Análisis de Varianza

Cuadro N° 02: Cuadro de ANVA para muestras procedentes de Casma y Huaura

FV	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calc.	Ftab. α=0.05
Explicada	k-1	SC exp.	SC exp/gl	CMexp/CMinexp.	
Inexplicada	n-k	SC inexp	SC inexp/gl		
TOTAL	n-1	SC total			

Parámetros de evaluación:

- Determinación del porcentaje de materia seca y humedad de frutos provenientes de Casma.
- Determinación del porcentaje de aceite real mediante método de Soxhlet.

Procedimiento:

Cada semana de cosecha se subdividía en 7 momentos de procesamiento que además contaban con 3 frutos, cada uno constituía una repetición. Entre momentos de procesamiento hubo un espacio de 48 horas, una seguida de otra.

El procesamiento consistía en registrar el peso fresco inicial del fruto, luego se procedía (según el momento 0 horas, 48 horas, 96 horas y sucesivas) a pelar la fruta y rayar la pulpa, del mismo que se tomaba una muestra de 20 gramos, que se colocaba en la estufa por espacio de 24 horas a 75 °C y del cual se procedía a realizar el cálculo de materia seca; este mismo se trituraba y se extraía una muestra de 2 gramos de peso seco envuelta en papel filtro, seguido se colocaba en deshumificadores para ir extrayéndoles el aceite progresivamente mediante el método de Soxhlet.

El método de Soxhlet, es el método oficial de determinación de aceites vegetales en el Departamento de Agricul-

tura de los Estados Unidos. El método utiliza como solvente éter de petróleo (60 a 80 °C) durante 12 horas como mínimo de calentamiento a reflujo aprovechando el diferencial de evaporación entre el solvente (60 °C) y el aceite (150 °C), por lo que el éter evapora y queda el aceite; las estufas trabajan en una temperatura de 75 °C a 100 °C.

Para el cálculo del contenido de aceite, en base al peso fresco del fruto, se usó la siguiente fórmula (Lee, 1981; Swarts, 1976):

$$\% \text{ aceite} = \frac{EE \cdot (100 - \%H^{\circ})}{\text{Peso muestra}}$$

Donde:

% Aceite P.F. = % de aceite del fruto en base peso fresco.
EE = Peso del aceite extraído de la muestra deshidratada (extracto etéreo).

%H° = Porcentaje de humedad de la pulpa.

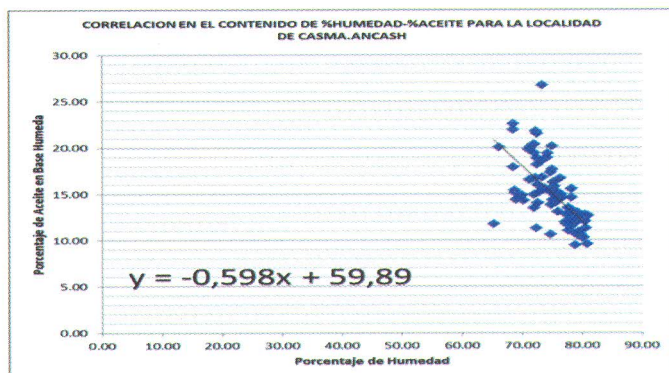
Peso de muestra = Gramos de pulpa seca a la que se le extrae el aceite

Resultados

1. Casma:

Los resultados de las evaluaciones para 3 campañas agrícolas, tomando como fecha referencial de inicio de cosecha el 15 de mayo, indican que existe correlación inversa o negativa de valor r=-0.6392, y con r²=0.408, es decir con un r significativo, y con r² que nos dice que el 41% de los valores observados son representados en la línea de regresión calculada, por lo que decimos que existe una alta significación en la relación funcional entre las variables elegidas que fueron Porcentaje de Humedad y Porcentaje de aceite en pulpa de palta cv 'Hass'; la variación en el contenido de humedad en frutos de palto esta relacionada al cambio porcentual en el contenido de aceite; siendo negativa la correlación, con una reducción en el porcentaje de humedad, el contenido de aceite se incrementará en el mismo valor, tal como se distingue en el Grafico N° 01, donde la intersección de las variable tienden a agruparse y coincidir con la línea de regresión.

Grafico 01: Regresión obtenida en muestras procedentes de Casma.



$$\hat{Y} = 59.89 - 0.598 x$$

La fórmula obtenida señala que el coeficiente de regresión

es - 0,598, lo que indica que la reducción del contenido de humedad de pulpa de fruta en palto, está asociada a favorecer su incremento en el contenido de aceite en 59.89%. Así podemos apreciar que en el siguiente Gráfico 05, los valores calculados para ésta ecuación de regresión.

Contenido real de aceite en pulpa de palta cv 'Hass'

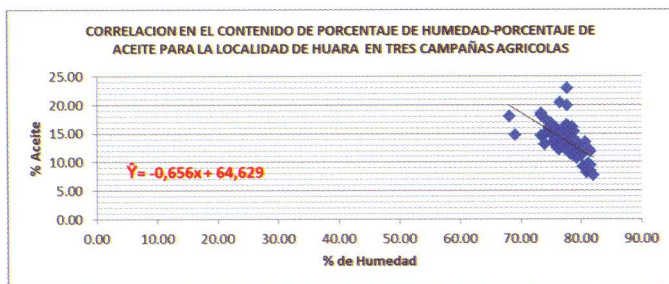
Para la determinación de este parámetro se utilizó el método de extracción de grasa cruda de alimentos de Soxhlet (Lee; 1981), que tiene como reactivo principal al éter de petróleo, el cual, disuelve los compuestos grasos de materias secas; encontrándose para esta localidad de Casma un contenido promedio de 15.0% de aceite real (14.95% de aceite con formula corregida) y valores comprendidos entre el mínimo de 9.40% a máximo de 26.70%. El coeficiente de variabilidad para estos valores es 4.25%; por tanto se determina la confiabilidad de los valores obtenidos.

En los valores obtenidos del monitoreo de control de aceite, se observa que el contenido de aceite real muestra diferencias al método indirecto, sin embargo se obtiene similitud de comportamiento, el contenido de aceite real se encuentran coincidentes y superiores con los porcentajes establecidos para iniciar la cosecha (un mes antes de lo establecido habitualmente en la zona por las procesadoras de fruta).

2. Huaura:

Los resultados de las evaluaciones para 3 campañas agrícolas, indican que existe correlación inversa con un valor de $r = -0.627$ entre las variables y con un $r^2 = 0.4529$; la variación en el contenido de humedad en frutos de palto está relacionada al cambio porcentual en el contenido de aceite; siendo negativa la correlación, con una reducción en el porcentaje de humedad, el contenido de aceite se incrementara en el mismo valor, tal como se distingue en el Grafico N° 02, donde la intersección de las variables tienden a agruparse y coincidir con la línea de regresión, así mismo con el valor de r^2 podemos decir que el modelo de regresión calculada explica a un 45% de los datos observados, es decir este 45% coinciden en la línea de regresión calculada.

Grafico N° 02: Correlación obtenida en muestras procedentes de Huaura.



Regresión Lineal Huaura

La función de correspondencia para el contenido de aceite a partir de la estimación del porcentaje de hu-

medad de pulpa en base a peso fresco de fruto de la localidad de Huaura es:

$$\hat{Y} = 64,629 - 0,656 x$$

La fórmula obtenida señala que el coeficiente de regresión - 0.656 explica que la reducción en contenido de humedad en pulpa de palto, incrementa el contenido de aceite en el mismo en 64.629% (intercepto poblacional).

Contenido de Aceite Real

Para la determinación de este parámetro se utilizó el método de extracción de grasa cruda de alimentos Soxhlet (Lee; 1981), que tiene como reactivo principal al éter de petróleo, el cual, disuelve los compuestos grasos de materia seca; encontrándose para Huaura un contenido promedio de 13.76 % de aceite real (13.82% de aceite con formula corregida) y valores comprendidos entre el mínimo de 7.65% a máximo de 22.91%, con un coeficiente de variabilidad en 2.80%; siendo para el cual confiable los valores obtenidos.

En los valores obtenidos del monitoreo de control de aceite, se observa que el contenido de aceite real muestra diferencias al método indirecto, sin embargo se obtiene similitud de comportamiento como ocurre para el caso de Casma. El contenido de aceite real se encuentra coincidente y superior con los porcentajes establecidos para iniciar la cosecha (un mes antes de lo establecido habitualmente en la zona por las procesadoras de fruta) tal como establecen las normas, sin embargo al utilizar la formula californiana estos valores disminuyen sustancialmente y no suelen ser aceptados para la cosecha.

Conclusiones

- Se acepta la hipótesis propuesta, donde la variable "Porcentaje de Aceite" depende del "Porcentaje de Humedad de Pulpa" en frutos de palto cv 'Hass' en la localidad de Casma y Huaura.
- Se determinó que existe correlación inversa ($r = -0.6392$ y $r = -0.627$) entre el contenido porcentual de humedad de pulpa y el porcentaje de aceite en frutos de palto cv 'Hass' provenientes de la localidad de Casma y Huaura respectivamente.
- Se determinó además los valores de r^2 los mismos son 0.40857664, 0.45252529 para Casma y Huaura, respectivamente, interpretándose como que las líneas de regresión calculada explica los valores observados en 41% para el primero y 45% para el segundo.
- La fórmula determinada para el cálculo del porcentaje de aceite en frutos de palto cv. "Hass" propuesto para la localidad de Casma es: $\hat{Y} = 59.89 - 0.598X$, y para la localidad de Huaura es $\hat{Y} = 64,629 - 0,656 x$.

oleico catalogado como el omega 9 y otros, ésta condición le otorga al fruto del palto la condición de oleaginoso, de allí que es de suma importancia determinar valores indirectos (materia fresca, materia seca, etc.) que permitan predecir para nuestras localidades productoras el contenido de aceite ideal para proceder a su cosecha, ya que los métodos directos suelen ser onerosos e inalcanzables para el común de los productores.

14

En la actualidad se viene trabajando con el parámetro de materia seca o porcentaje de humedad como valor indirecto del contenido de aceite en pulpa de palta, la misma es relacionada con valores calculados obtenidos mediante el empleo de la ecuación de regresión lineal ajustada obtenida para la zona productora de California (USA), con los que se proponen cosechar la fruta cuando ésta presenta valores de 19 a 25% de materia seca, dependiendo del cultivar (Fuerte 19%, Bacon 20%, Zutano 20%, Hass 20.8% y Gwen 24.2%).

En nuestras condiciones un pequeño porcentaje de productores se adecúa al monitoreo de contenido de aceite empleando la ecuación antes mencionada y el mayor porcentaje no usa un método de monitoreo. Esta situación ofrece desventajas al sistema de producción ya que la fruta suele mantenerse en el árbol por mayor tiempo, extrayendo de la misma, reservas que deberían permanecer para la campaña siguiente, además de manifestarse el riesgo de cosechar por debajo de los estándares establecidos que son 8% y por encima de 13% de contenido de aceite, valores que son convenientes para adecuar al producto al período de transporte y comercialización, especialmente transportes a regiones geográficas alejadas y cuyo tiempo transcurrido pone en riesgo de deterioro temprano y madurez incompleta por pérdida de calidad del fruto y la respectiva baja cotización en los mercados.

Por lo anteriormente descrito existe la necesidad de ofrecer mayor precisión a nivel de valle productor de palto, que aleje a los productores de pérdidas por calidad de fruta. Esta precisión es lograda con ecuaciones logradas localmente, que ofrecerán una adecuada determinación indirecta del momento óptimo de cosecha.

Fisiología del Fruto:

Los lípidos aumentan durante el desarrollo del fruto, en forma paralela al incremento de peso, a la vez que se observa una disminución en el contenido de humedad (Masliak 1965). En tanto, junto con el aumento de peso, hay un in-

cremento en el nivel de proteínas y una disminución en el contenido de azúcares (Slater et al 1975).

Índice de Madurez:

Es difícil determinar cuándo un fruto de palto está maduro y listo para la cosecha, debido a que no manifiesta cambios en su apariencia externa. La madurez y calidad están íntimamente relacionados ya que la fruta inmadura al momento de la cosecha tiene una calidad organoléptica pobre cuando alcanza la madurez de consumo, lo cual implica muchas cosas: sabor, apariencia y textura. Las paltas inmaduras tienden a arrugarse en la madurez, debido a que tienen mayor tendencia a perder humedad y además son más susceptibles a daños fisiológicos (Arpaia, 1990). Además se produce una variación del color y grosor de la testa en la semilla; es así que en frutos inmaduros, ésta es de color blanco y gruesa, y a medida que el fruto se desarrolla se vuelve de color más oscuro y más delgada (Erickson, 1966). Debido a la importancia de saber el momento oportuno de cosecha es que diversos investigadores han tratado de fijar durante muchos años un nivel mínimo de aceite, para lograr así proteger al consumidor (Martínez, 2004). Según Olaeta y Undurraga (1999), el nivel adecuado para la cosecha de Hass se logra en Casma en fechas cercanas al mes de mayo-junio. No obstante en la actualidad las exportaciones peruanas de palta 'Hass' se realizan cosechándola con un 9-10% de aceite lo que ocurre a mediados de entre los meses comprendidos de mayo hasta agosto.

Acumulación de Aceite en Palta:

El contenido de aceite en las paltas se ve afectado por varios factores, siendo los principales: el cultivar (Stahl, 1933), las condiciones agroecológicas en que se cultiva el árbol (Fersini, 1975) y el estado de desarrollo del fruto (Church

