

VARIAIÓN ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE ACEITE, HUMEDAD Y
PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS EN PALTAS (Persea americana
Mill.)cv. HASS

JUAN C. VALDEBENITO PUEBLA

QUILLOTA - CHILE
1981

ÍNDICE

- I. INTRODUCCIÓN
- II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
- III. MATERIAL Y MÉTODO
- IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - A. Variación estacional del contenido de aceite en paltas del cultivar Hass.
 - 1. Análisis del contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia fresca.
 - 2. Análisis del contenido de aceite, expresado en porcentaje de la materia seca.
 - B. Variación estacional del contenido de humedad en paltas del cultivar Hass.
 - C. Variación estacional del tamaño de frutos en paltas del cultivar Hass.
 - D. Estudio de correlación entre el contenido de aceite y el contenido de humedad.
 - E. Variación estacional de los principales ácidos grasos constituyentes del aceite.
- V. CONCLUSIONES
- VI. RESUMEN
- VII. LITERATURA CITADA

I. INTRODUCCIÓN

En Chile, la producción de paltas ha tenido un ritmo alto y progresivo en los últimos años. Al continuar en aumento la producción, se prevee problemas de comercialización, ya que el mercado interno presenta reales limitaciones para el consumo del fruto fresco.

Además, existe la posibilidad de exportar este producto o comercializarlo en forma industrializada. En 1980 CORFO (Anónimo, 1980), estudiando las principales alternativas tecnológicas para la industrialización de la palta ensayó con buenos resultados: las pastas de palta base y con tres tipos de condimentos distintos, conservadas por congelación, rodelas congeladas y palta en polvo deshidratada por secado en atomización. Para las pastas congeladas, resultaron adecuados los cultivares Fuerte, Hass, Champion y Bacon. Los cultivares Fuerte y Hass resultaron adecuados para la congelación en rodelas. Tanto las pastas como las rodelas congeladas, después de 6 meses de almacenamiento, no presentaron alteración. En el caso de palta secada por atomización, los cultivares Fuerte y Hass resultaron los más aptos, además de los cultivares La Cruz y Champion, aunque estas fueron más sensibles al pardeamiento. La reconstitución del producto con agua, dio una pasta muy suave y homogénea de color verde brillante. Este producto almacenado en condiciones adecuadas se conserva bien por seis meses. Otro producto que puede resultar interesante, es el aceite de palta, especialmente por el hecho que los cultivares producidos en el país tienen un contenido de aceite bastante alto, en comparación con los datos indicados para paltas

cultivadas en otros países. El uso principal es como aceite crudo para productos de cosmética.

Para extraer el aceite contenido en la pulpa de palta, se han empleada diversos procedimientos. Haendler (1965), menciona que ya en 1537, reportes de la expedición de Cortés a México, hablan que al triturar la pulpa se consigue aceite bueno para comidas y lámparas, agrega que otro sistema usado consistía en hacer hervir la pulpa en agua, recogiendo el aceite que sobrenadaba.

Otro procedimiento citado por el mismo Haendler es mezclando la pulpa triturada en cal y dejándola de 15 minutos a 60 minutos según se quiera obtener un producto que puede ser verde o amarillo y luego separándolo por medio de filtro prensa, por decantación en agua, centrifugación o solventes, pudiendo obtener un producto que puede ser usado en la industria, especialmente cosmetología.

Los sistemas que se emplean actualmente para extracción de aceite son: por prensado en frío, por prensado en caliente y por solventes, presentando cada uno sus ventajas e inconvenientes de proceso

dependiendo además de la materia prima y USD que se le dará al producto obtenido.

Según Smitn (1970-1971), el empleo de solvente para trabajar sobre trozos de pulpa deshidratada alcanza hasta un 90% de extracción. Ferreira (1973), obtuvo rendimientos de 60% mediante la aplicación de calor y adicionando agua,

Oste y Foguet (1977), describen dos sistemas ensayados en la Estación Experimental Agrícola de Tucumán* El primero adoptó un esquema que consistía en: extracción de pulpa, pasaje por molino coloidal, adición de sal al 1%, agregado de agua en doble volumen al peso de pulpa, ebullición durante 15 minutos, enfriamiento hasta 50°C y centrifugación. La eficiencia fue baja a lo que se sumó la destrucción de compuestos termolábiles, disminuyendo la calidad de aceite. El otro método, con el cual se obtuvo mejor extracción con buena calidad de aceite fue el siguiente: despulpado manual de la fruta madura, adición de agua en relación de una parte de pulpa por tres de agua, bombeo recirculatorio para homogeneización, calentamiento de la suspensión hasta 60°C y por último centrifugación: se lograron extracciones de aceite hasta del 72,3%. No se obtuvo un agotamiento total de la pulpa, pero el aceite fue de buena calidad. La torta remanente en la centrífuga, que contiene una buena porción de aceite, puede ser utilizado en la elaboración de cremas para cosmética.

Un esquema aparecido en una publicación francesa (Anónimo, 1970), muestra lo que puede ser el procesamiento industrial de la palta obteniendo todos los productos y subproductos posibles, ya sea para consumo humano, utilización en farmacéutica o cosmetología (Figura 1).

Ahora bien, el aceite obtenido por cualquiera de los métodos citados, puede tener usos de gran importancia en terapéutica y cosmética. Al respecto y en relación con lo primero, Grant (1960) y Pierce (1969), indican que la ingestión de aceites con ácidos grasos no saturados como los presentes en la palta, contribuyen a retardar y prevenir la formación de placas dentro de las paredes arteriales. Lo contrario ocurre con las grasas de origen animal que son saturadas y duras tal característica hace que en alguna forma comiencen a depositarse en las paredes arteriales, lo que puede dar lugar a enfermedades circulatorias.

Thiers (1971), en cambio, destaca el interés en la fracción insaponificable del aceite de palta, que puede actuar como factor antifatiga; o sobre la afección esclerodérmica del tejido subcutáneo, recobrando flexibilidad y movilidad. Además, piel agrietada y seca o afecciones sobre cabellos delicados, pueden ser ayudadas con aplicaciones de aceite palta. Dupaigne (1970) y Lewis (1978), agregan que la para dentosis e irritaciones dentarias y gingivaragias, han desaparecido por la acción de los insaponificables presentes en el aceite.

Pero quizás el uso más importante del aceite sea en cosmética, en cuya industria es altamente cotizado debido a su perfecta tolerancia por la piel, por formar finas emulsiones, por su alta penetración (tanto como la lanolina) y por su untuosidad ya que, pequeña cantidad puede cubrir gran superficie, Berger (1973)₀ Reafirmando lo anterior Thiers (1971) agrega, que el aceite de palta es un excelente medio para limpiar la piel grasosa y que puro o enriquecido, estaría indicando para lo que los cosmetólogos llaman piel seca, que son querósicas y finamente escamativas.

A pesar de los antecedentes que se han presentado que parecieran ser suficientes y concluyentes para promover el desarrollo de la industrialización de la palta, esto no ha sucedido.

Las limitaciones fundamentales serían dos:

1. El mercado nacional ha sido capaz de absorber la totalidad de la producción en forma de fruta fresca, sin que a ún se vea seriamente afectado el productor. Hecho que podría perder vigencia en el futuro al continuar en aumento las plantaciones de huertos industriales.
2. El desconocimiento de la palta como materia prima, ante las diversas alternativas de industrialización anteriormente mencionadas.

Por lo tanto, es de interés conocer la variación del aceite de palta a medida que el fruto alcanza su máximo desarrollo y establecer la variabilidad de los ácidos grasos presentes.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1, Determinar la variación estacional del contenido de aceite y humedad de paltas cultivar Hass.

2, Correlacionar el tamaño y contenido de humedad de los frutos, con el contenido de aceite como posibles indicadores de madurez.

3, Determinar la variación estacional que sufren los principales ácidos grasos componentes del aceite de paltas cultivar Hass.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El fruto de palto (Persea americana Mill), en relación a su valor nutritivo y particular composición, ha sido estudiado desde principios de siglo. Así por ejemplo Matill en 1916, hace referencia a la f ácil digestibilidad del aceite de este fru to, encontrándose entre sus componentes ácido linoleico, el cual es esencial, ya que no es sintetizado por el organismo humano. Más tarde Church (1921-1922), indica que la palta tiene una composición química diferente a la mayoría de las frutas conocidas.

Con respecta a su valor energético Wardlaw (1939), dice que es tres veces más alta que el de bananas. Peterson (1930) en re-lación a lo mismo, cita a la palta con un valor energético de aproximada-mente 2,500 calorías por kilo de fruta fresca, Slater (1975) determinó un promedio de 200 calorías por 100 gramos de palta fresca, cultivar Hass.

Según Love (1944), la porci ón comestible de la fruta contiene los siguientes constituyentes;

Agua	60 - 85 %
Aceite	5 - 30 %
Proteína	1 - 3 %
Carbohidratos	5 - 6 %

Dependiendo del cultivar, coinciden con estas apreciación Jaffe and Gross (1923), Hall et al (1955), citados por Biale y Young (1971), Haendler (1965).

En 1975, Slater reporta para el cultivar Hass los siguientes valores: aceite 19,5%, agua 70%, proteína 2,39% azúcares 4,1% y cenizas 1,64%.

Schmidt - Hebbel (1979), en la Tabla de composición Química de los alimentos Chilenos, analizando la composición química de la palta, determina que ésta posee en 100 gramos de parte comestible, los siguientes componentes:

Calorías	180	grs./100 grs.P.C.
Humedad	71.6	
Proteína	1.3	
Lípidos	18.6	
E N N	5.5	
Fibra cruda	1.4	
Cenizas	1.6	

Para ser promedios, los valores de calorías, proteínas

y lípidos son un tanto bajos, en relación a lo reportado por otros autores.

Los valores que se reportan no son absolutos y pueden variar según la calidad o el cultivar, de la cual se toman los frutos. Esta aseveración se puede confirmar en parte por los resultados obtenidos por Jaffe y Gross (1925), citados por Biale y Young (1971), que en 68 variedades analizadas, en California, encontraron variación en el contenido de lípidos, agua, proteínas y carbohidratos. Similares reportes hicieron de paltas de Florida Wolfe et al (1934).

El alto contenido de proteínas coloca a la palta entre las frutas de más elevado rango. Estudios de Jaffe y Gross (1923), citados por Biale y Young (1971), en 68 variedades, indican valores extremos de 0,86 % a 4,39 %, con un promedio de 2,10 %. Valores similares reporta Haendler (1965), describiendo un mínimo de 1,14%; un promedio de 2,10 % y un máximo de 4,39 %, CORFO (Anónimo, 1980), en un estudio realizado en cultivares presentes en Chile, cita un promedio obtenido de 1,5 % +/- 0,44.

Según Joslyn y Stepka (1949), citados por Biale y Young (1971), los principales aminoácidos libres encontrados en paltas del cultivar Fuerte fueron: asparagina, ácido aspártico, glutamina y ácido glutámico, serina, alanina, valina y cistina, determinando ser más

altos los contenidos que en otras frutas como naranjas, manzanas, duraznos y peras. En cambio, Peterson (1930) destaca la calidad de proteína en palta, comparándola con la proteína de la leche, siendo similar en calidad, como ejemplo dio los siguientes valores:

Proteína	2,37 %
Aminoácidos:	
Lisina	7,1 %
Triptófano	2,1 %
Tirosina	7,0 %
Cistina	2,0 %
Histidina	0,6 %

Coinciden estos valores con los obtenidos por Bréese y Gersdorff (1929).

En cuanto a carbohidratos, Love (1944) reporta un contenido de 5 - 6% como promedio. Mientras que Peterson (1930), había indicado un 4,15% de promedio general. En el estudio de CORFO (Anónimo, 1980) se obtuvo para cultivares chilenos un 2,53%, en cambio, en cultivares californianos se observó un contenido de azúcares totales algo menor, en un 1,72%. En relación a cambios en carbohidratos y proteínas, Appleman (1941), midiendo los azúcares totales encontró que sus contenidos eran altos en los primeros estados de desarrollo, pero a medida que el fruto crece, sus niveles decrecen marcadamente. Otros autores como

Davenport y Ellis (1959), trabajando con periodos de almacenaje de paltas, encontraron que perseitol y manoheptulosa tienden a desaparecer, sucrosa se mantiene sin cambios y fructosa con disacaridos aumentan marcadamente.

Para proteína estos mismos autores reportaron pequeños incrementos, coincidiendo con observaciones realizadas por Slater et al. (1975), en cultivares Fuerte y Hass, que confirma el incremento de proteína a través del desarrollo, al aumentar a su vez el contenido de aceite.

Pero quizás el cambio más obvio, es el asociado con la maduración y proceso de ablandamiento, el cual se caracteriza por una rápida disminución de protopectina y un aumento en pectina soluble, habiendo una disminución en el grado de esterificación de ésta.

Respecto al contenido vitamínico, Haendler (1965) destaca la presencia de vitaminas liposolubles por lo general inexistentes en otros frutos, siendo la palta un fruto rico en vitamina A y B, aunque medianamente rica en vitaminas D y E y pobre en vitamina C. Otros autores, como, Polansky y Murphy (1966) citados por Biale y Young (1971), determinaron que el nivel de pyridoxina en la palta es más alto que en otros frutos, excepto banana, alcanzando los 0,59 mg./100 grs. de parte comestible. A su vez Frenen y Abbot (1948) citados por Biale y Young (1971), comparando dos cultivares respecto de su contenido en vitaminas

A y C, encontraron que la variedad Pollock presentó niveles mucho más altos que la variedad Lula. Hall et al (1955) citado por Biale y Young (1971), determinó los niveles de tiamina y riboflavina en el cultivar Fuerte, a través de su período de cosecha demostrando diferencias no significativas.

El contenido de elementos minerales en la palta es alto en relación a otros frutos (Jaffe y Gross, 1923) citados por Biale y Young (1971). Los valores en porcentaje expresados sobre el total de cenizas, dados a continuación coinciden con datos proporcionados por Haendler (1965). La composición dada por estos autores es:

K_2O	26,2 %
Na_2O	18,60 %
CaO	4,70 %
MgO	5,30 96
Fe_2O_3	1,51 %
Al_2O_3	2,58 %
Mn	trazas
P_2O_5	17,40 %
SO	11,24 %
SiO_2	0,50 %
Cl	14,36 %

En 1953, Giral y Castillo citados por Biale y Young (1971), determinaron el contenido de Cu, en 1,79 p.p.m. En la Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos Schmidt - Hebbel (1979), encontraron los siguientes valores de minerales en mg./100 grs.: Ca, 47; P, 34 Fe, 2,2 ; Na, 3,9; K, 513.

Un componente importante en las paltas, son los lípidos, pudiendo representar, según Schwob (1951), del 4 - 20 % del peso de materia fresca y 50 a 75 % de la materia seca, según cultivar.

Las tres razas de palta difieren marcadamente en los contenidos de lípidos: por lo que afirman Biale y Young (1971), los cultivares Antillanos tendrían de 4-7%, en cambio los cultivares Guatemaltecos varían de un 10 - 13% y por último los cultivares mexicanos tendrían de un 15 - 25% en California. Estos contenidos serian excepciones a la generalidad y no se ajusta a cifras obtenidas por otros autores. Así por ejemplo Slater (1975), trabajando con dos variedades, Fuerte y Hass, obtuvo valores promedios para Hass de 19,5%, pudiendo llegar a 21,8% y para Fuerte cita un promedio de 15,1% llegando a obtener contenidos máximos de 22,8%. Otros autores confirman lo obtenido por Slater (1975), dando incluso valores hasta 25,0% para el cultivar Fuerte.

En 1965, Haendler estimó a su vez que el contenido promedio de lípidos en la pulpa de palta es de 20,6% respectivamente, cifras obtenidas del análisis de 83 cultivares en California. Coincidiendo

con el promedio anterior de 20,6%, resulta lo obtenido por Jaffe y Gross (1923), Hall et al (1955) citados por Biale y Young (1971), y Wolfe et al (1934). Estos mismos autores reportaron que variedades cultivadas en California dieron un rango, en contenido lipídico de 20 - 25% mientras que en Florida se obtuvieron niveles más bajos, coincidiendo que, a medida que el fruto avanza en su desarrollo y aumenta el nivel lípidos disminuye su humedad. A medida que mayor es el contenido de aceite, menor es el contenido de humedad, dándose una correlación inversa en el contenido de humedad y de aceite (Anónimo, 1980),

Los lípidos están constituidos principalmente por ácidos grasos y en menor proporción por glicerol, fosfolípidos y una fracción insaponificable.

Mazliak (1971), determinó que la fracción insaponificable alcanza un 1-2%, la cual estaría constituida por:

Hidrocarburos	20 %
Alcoholes Alifáticos	3 %
Alcoholes Terpénicos	30 %
Esteróles	45 %

Los insaponificables de la palta presentan un verdadero interés terapéutico según conceptos emitidas por Thiers (1971).

Kikuta (1968), hizo un exhaustivo estudio de los lípidos en frutos de cultivares Hass y Fuerte en el Sur de California. El separó varias clases de lípidos por cromatografía de ácido salicílico, luego hidrolizó cada fracción de lípido purificado y determinó la composición de ácidos grasos por cromatografía de gases. El porcentaje de las fracciones de lípidos encontrados en palta Fuerte en base a peso fresco fueron:

Ácidos grasos libres	0,10 %
Trigliceridos	19,96 %
Digliceridos	1,29 %
Monogliceridos	0,76 %
Fosfolípidos	0,39 %

Los gliceridos encontrados se caracterizan por una riqueza en ácido oleico.

El mismo Kikuta (1968), encontró que todas las fracciones lípidos son bajas en ácido esteárico, digliceridos I y las fracciones monogliceridos son más insaturados que las trigliceridas; mientras que la fracción diglicerido II es similar a la fracción diglicerido. Así mismo, las fracciones de glicolípidos I y II, y las de fosfolípidos son muy diferentes a todas las fracciones, estando constituidas en alta proporción de ácidos insaturados.

Ahora bien, la fracción componente más importante son

los triglicéridos; ésta, así como el resto de las fracciones, están constituidas por los ácidos grasos como principales componentes. Mazliak (1965) cita, además, alcoholes, parafinas y trazas de algunos ácidos. Este mismo autor analizando los lípidos de las diferentes partes del fruto, encontró los mismos ácidos grasos, en aproximadamente las mismas proporciones en las tres partes del pericarpio. Entre los principales ácidos grasos determina:

Acido oleico	67,0 - 72,0 %
Acido linoleico	10,4 - 11,3 %
Acido palmitoleico	3,0 - 5,0 %
Acido palmítico	13,0 - 16,7 %
Acido linoléico	1,5 - trazas

En 1943 Jamieson encontró contenidos similares, analizando los constituyentes grasos de la palta, estimando que el ácido linoleico constituía el 10,3%, oleico 74,0%, palmítico 6,26% y menos de 1% de ácido mirístico y esteárico.

A su vez para el cultivar Hass, Slater (1975) cita como promedios los siguientes valores como porcentajes del total de ácidos grasos:

Acido palmitoleico	4,0 %
Acido oleico	78,4 %
Acido linoleico	7,2 %
Acido palmítico	10,1 %

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Mazliak (1965), Para el mismo cultivar. Este mismo autor afirma, que los ácidos palmítico, palmitoleico, oléico y linoleico representan el 95 % de los ácidos grasos que conforman los lípidos, estando en mayor proporción el ácido oleico.

Lime (1969), dice que el 98,0 % a más de los ácidos grasos están en los lípidos neutros, mientras que el 1,5% están en la fracción de fosfolípidos y solamente 0,14% son ácidos grasos libres.

Según la composición molecular de todas las categorías de ácidos grasos, las ceras se caracterizan por su riqueza en ácidos grasos de cadena larga, mientras que los glicéridos del mesocarpo de frutos maduros se caracterizan por ser ricos en ácidos oleíco. Los glicolípidos se caracterizan por una composición totalmente diferente: estos son ácidos grasos poliinsaturados con 2 y 3 dobles enlaces. Mazliak (1965).

En relación a la formación de la fracción lípidos en las paltas, Schroeder (1966), afirma que el mesocarpio del fruto, presenta

una estructura celular uniforme de células parenquimáticas isodiamétricas de alrededor de 60 micras de diámetro, en las que se forman, entre vacuolas, pequeñas gotitas de aceite que aumentan de volumen durante el desarrollo del fruto, desalojando posteriormente el agua fuera de las células, cuya característica se mantiene mientras la fruta está en el árbol.

Antes, Cumming y Schroeder (1942-1943), ya habían mencionado que esparcidos por el parenquima se encuentran idioblastos especializados que contienen aceite, los cuales se distinguen por su gran tamaño.

La formación de las grasas estaría dada a través de la síntesis de los ácidos grasos, los cuales serían sintetizados a partir del ácido palmítico. Este ácido saturado y de cadena larga, es sintetizado por un complejo enzimático; la ácido-grasa sintetasa del citosol, que utiliza como portador de grupos acilos a una proteína que contiene pantoteína. A su vez, el malonil CoA formado a partir de Acetil CoA y HCO por la acetil CoA carboxilasa es el precursor directo de siete de las ocho unidades de dos carbonos del ácido palmítico. El acetil ACP formado a partir del acetil CoA reacciona con malonil ACP, que deriva del malonil CoA, produciendo aceto acetil ACP y CO_2 , luego la reducción del aceto acetil ACP a su 8, hidroxiderivado y la deshidratación de éste último al compuesto A_2 no saturado, van seguidas de la reducción a

butiril ACP a expensas del NADPH. Seis moléculas más de malonil ACP reaccionan sucesivamente sobre el extremo carboxilo de la cadena en crecimiento del ácido graso para formar finalmente palmitoil ACP, que es producto final normal. Así entonces el ácido palmítico es el precursor de todos los demás ácidos de cadena larga, saturados y no saturados (Lheninger, 1967).

El largo de la cadena de ácidos grasos sintetizados, está en función de la concentración y actividades de una extensa variedad de sustratos, cofactores y enzimas. La síntesis según Weaire y Kek-uich (1970), ocurre en los cloroplastos u otras partículas de sedimentación y la ruptura de éstas daría alzas en la síntesis de ácidos grasos en la fracción del citoplasma y mitocondria.

Las grasas mismas, junto a los otros principales componentes en la palta están sujetos a cambios en sus niveles a través del desarrollo del fruto. Es así como han sido reportados estudios sobre cambios de lípidos asociados al desarrollo, por Church (1921 - 1922), Appleman y Moda (1941), Davenport y Ellis (1959), Mazliak (1965), Dolendo et al (1966) y Slater (1975).

Appleman (1941), por ejemplo, en sus estudios reporta cambios en la cantidad de aceite y azúcares, así como cambios en las propiedades de los lípidos. En cambio Kikuta (1968), midió los cambios en

la clase de lípidos asociados con el desarrollo, en frutos del cultivar Fuerte, al principio cuando los frutos pesaban 100 grs. o menos, los fosfolípidos, ácidos grasos y niveles de hidrocarburos permanecen sin cambiar en base al porcentaje del peso fresco. Los monoglicéridos decrecen ligeramente, mientras la fracción diglicérido aumenta, y los cambios más fundamentales en ácidos grasos ocurren en la fracción triglicérido.

El mismo Kikuta (1968), midiendo los cambios de los ácidos grasos, encontró que el ácido linoleico permanece sin cambiar a través del período de desarrollo, Palmítico, palmitoleico y linoleico, incrementan ligeramente sus niveles, mientras que el mayor cambio fue un gran incremento en ácido oleico.

Similares conclusiones ha obtenida Mazliak (1971), quién agrega que los contenidos de lípidos aumentan durante el desarrollo del fruto; esto es particularmente propio en el cultivar Fuerte; pero menos marcado ocurre en paltas del cultivar Hass. Este aumento del contenido de lípidos es paralelo al aumento de peso en el fruto y se acompaña de una disminución del contenido de agua. El mismo Mazliak (1971), trabajando con paltas después de cosechadas, llegó a concluir que, el aceite de palta, a la maduración del fruto queda un producto único; es decir, que no habrían cambios significativos en la composición de ácidos grasos durante la maduración de post-cosecha (ablandamiento).

III. MATERIAL Y MÉTODO

A. Descripción del ensayo

El material de trabajo para realizar esta investigación se obtuvo de la Estación Experimental "La Palma" de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en La Palma, provincia de Quillota en la Quinta Región.

Los análisis químicos fueron realizados en los laboratorios del Departamento de Horticultura, en el Área de Ciencias y Tecnología de los Alimentos de esta Estación Experimental.

El ensayo consistió en determinar la variación del contenido de humedad, contenido de aceite y nivel de ácidos grasos presentes en paltas del cultivar Hass.

La recolección de las muestras se realizó en la segunda semana de cada mes, entre Diciembre 1979 y Mayo de 1980.

El diseño estadístico empleado fue completamente aleatorio, utilizando en las determinaciones químicas un total de 20 repeticiones.

El muestreo consistió en cosechar completamente un árbol, elegido al azar cada mes. Una vez obtenidas las muestras, se procedió a tomar un número de 20 paltas del total, en forma aleatoria, a las cuales se les realizó el análisis correspondiente al momento de cosecha. Sobre estas 20 unidades se efectuó cada mes, un análisis de intervalo confidencial, para determinar tres muestras, que fueron analizadas por cromatografía.

Se utilizó análisis de varianza para determinar si hay efecto del factor época sobre: los contenidos de aceites y humedad expresado en porcentaje sobre la materia fresca y materia seca. La separación de medias se realizó mediante Test de Duncan.

Se realizó un análisis de correlación, entre el contenido de aceite, expresado en porcentaje de la materia fresca y materia seca con el contenido de humedad y a su vez con el tamaño de fruto expresado en peso.

En cuanto a las determinaciones fisicoquímicas efectuadas a las muestras del total cosechado, se tomaron al azar 20 paltas, se limpiaron y cada una se pesó. Posteriormente, se pelaron, pesándose separadamente la pulpa a usar de cada palta. A la pulpa obtenida de cada muestra, se le determinó el contenido de humedad en horno microondas

hasta peso constante. Con el resto de la pulpa se procedió a determinar el contenido lipídico.

El contenido lipídico de cada palta, se determino utilizando el método descrito por Bligh and Dyer (1959). El aceite extraído de cada palta, se depositó en un tubo de ensayo, el cual fue sellado e identificado y se guardó en completa oscuridad. Las tres muestras seleccionadas fueron analizadas mediante cromatografía Gas-líquido. El método para preparar los metil esterres de los ácidos grasos consistió en una rápida saponificación, seguida de una esterificación con metanol, utilizando como catalizador trifloruro de boro.

La separación de los metil esterres de ácidos grasos disueltos en éter de petróleo, en una columna de dietilenglicol succinato (D.E.G.S.), de 5' x 1/8" S.S., al 20% en Chromosorb W 60/80, utilizando para el análisis en Cromatógrafo Varian Aerograph mod. 2740, equipado con detector de ionización de llama de hidrógeno y un registrador Shimadzu mod. R-12 M. Las condiciones fueron las siguientes: Presión 10 psi., Temperatura 150°C/ise., Velocidad de la carta 0.20 cm./min., Atenuación entre 32 a 128 x 10", Gas eluyente: Nitrógeno.

El análisis de los cromatogramas se realizó en dos etapas: primeramente se hizo la identificación de los ácidos grasos, mediante

la inyección de patrones. En segundo lugar, se realizó la cuantificación de los ácidos grasos, mediante la integración del área del peak, con esto se determina el contenido relativo en % de ácidos grasos totales. Los patrones de ácidos utilizados fueron los siguientes: ácido palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico, araquídico y ácido behénico.

IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. Variación estacional del contenido de aceite en paltas del cultivar Hass.

1. Análisis del contenido de aceite expresada en porcentaje de la materia fresca.

Los resultados obtenidos del contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia fresca de paltas del cultivar Hass, se presentan en la Figura 2.

Se puede apreciar que no hubo incremento estadísticamente significativa en el contenido de aceite entre los dos primeros meses muestreados, siendo significativo el aumento sólo entre Enero y Febrero.

Se observa, en la Figura 2, que paltas del cultivar Hass alcanzan ya en Febrero un contenido de aceite promedio de 18,19%, para luego mantenerse sin aumentos significativos, acercándose estos valores al contenido promedio obtenido por otros investigadores (Slater, 1975).

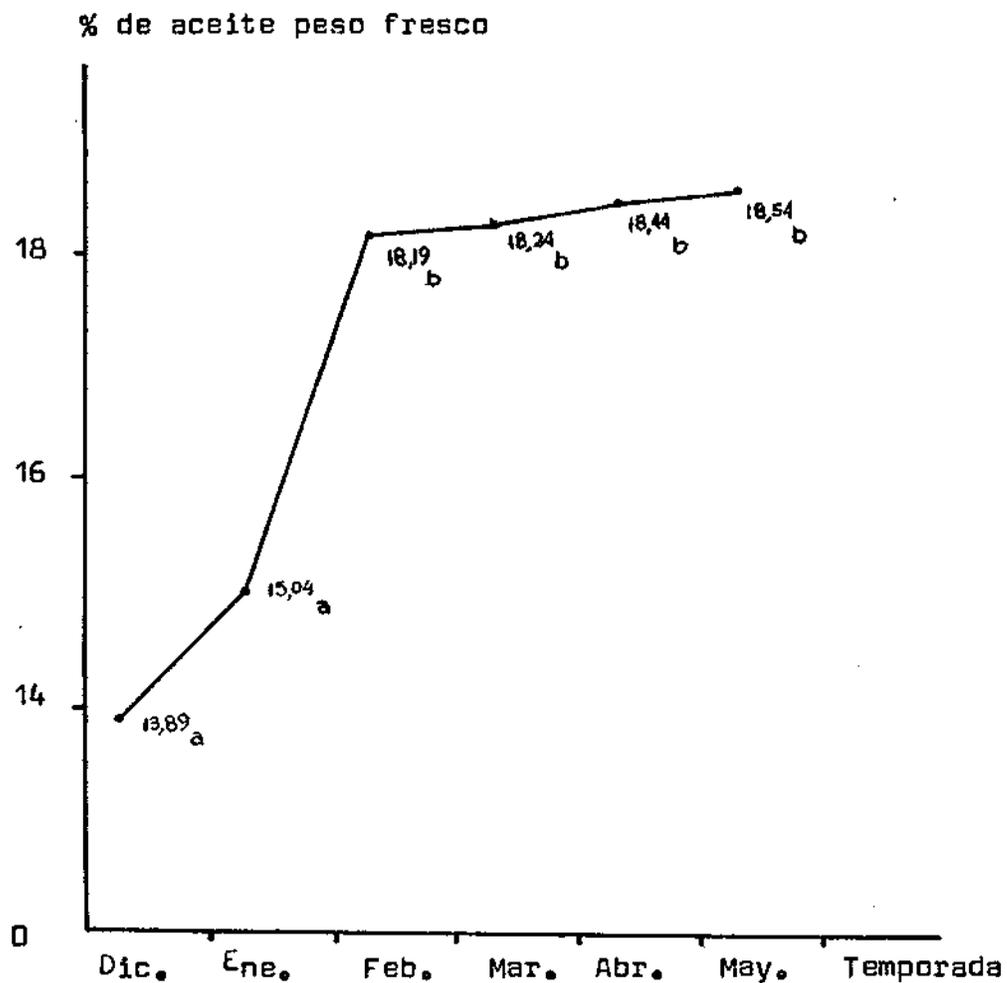


Figura 2. Variación estacional del contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia fresca en paltas cultivar Hass.

- Los valores son promedios de 20 repeticiones
- Las medias acompañadas por igual letra no son significativamente diferentes según Test Duncan $P = 0,05$.

El aumento significativo en el contenido de aceite que se registra, está de acuerdo a lo establecida por varios investigadores (Schroeder, 1966 y Kikuta, 1968) en el sentido que durante el transcurso de la madurez fisiológica se produce una acumulación de aceite en las células. Sin embargo, cabe destacar que durante gran parte del período analizado hasta finalizar no hubieron nuevas alzas significativas, debido, posiblemente, al pequeño período muestreado o a características propias del cultivar, donde una vez alcanzado un determinado contenido de aceite, no experimente nuevos incrementos significativos. Además, los valores pueden depender de las condiciones ecológicas en que creció el árbol. (Biale y Young, 1971).

2. Análisis del contenido de aceite, expresado en porcentaje de la materia seca.

La variación estacional del contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia seca en paltas del cultivar Hass, es presentado en la Figura 3.

Se puede apreciar que el contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia seca, aumenta significativamente desde Diciembre a Enero alcanzando un 51,07%, mientras que desde Enero hasta Mayo no registra alzas significativas, llegando a tener hasta un 56,08%.

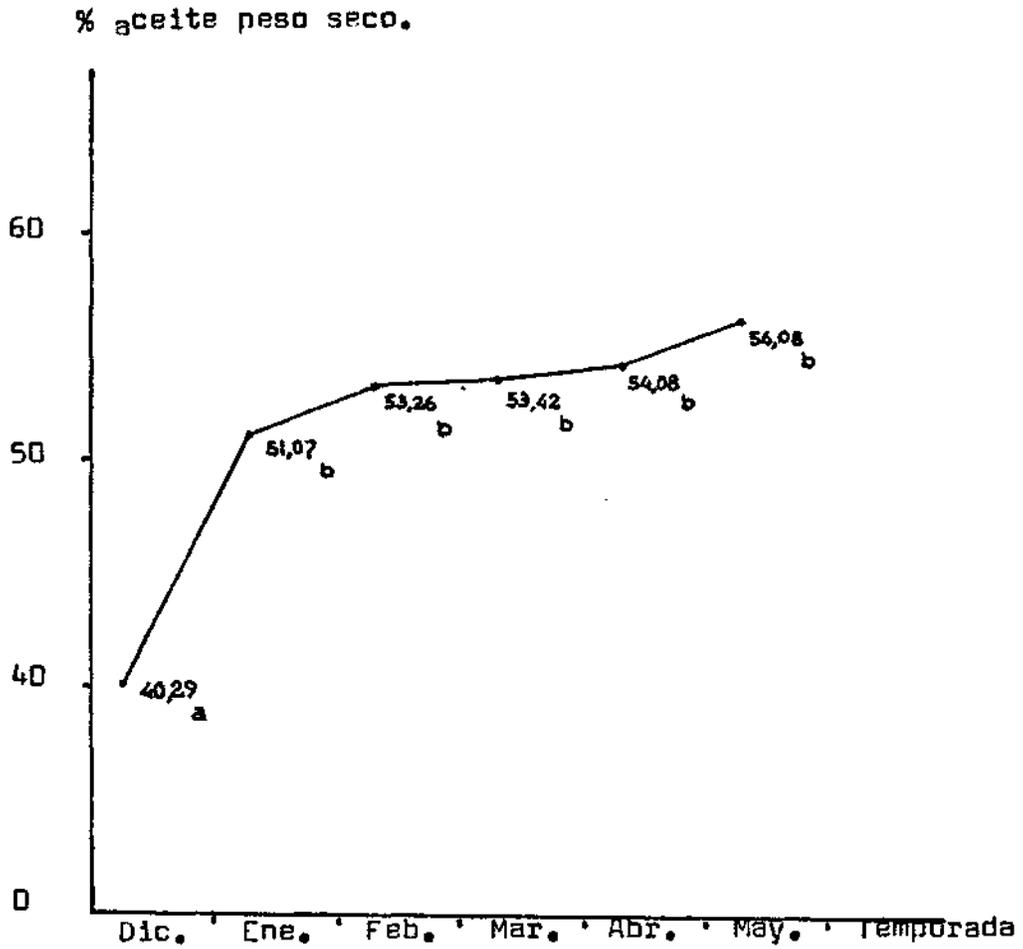


Figura 3. Variación estacional del contenido de aceite, expresado en porcentaje de la materia seca en paltas cultivar Hass.

- Los valores son promedio de 20 repeticiones.
- Las medias acompañadas por igual letra no son significativamente diferentes según Test Duncan $P = 0,05$.

El contenido de aceite, en base a la materia seca resulta ser una medida adecuada del proceso de acumulación de aceite durante el crecimiento y desarrollo de los frutos como lo establecen Mazliak (1965) y Kikuta (1968).

B. Variación estacional del contenido de humedad en paltas del cultivar Hass.

El análisis del contenido de humedad expresado en porcentaje de la materia fresca, se presenta a continuación.

En la Figura 4, se observa la variación que se produce en el porcentaje de humedad. Entre Diciembre y Enero el contenido de humedad disminuye en forma significativa desde 70,25% a un 66,33%, para luego mantenerse sin cambios significativos desde Enero hasta Mayo.

Si se compara la disminución significativa del contenido de humedad de la Figura 4, con el aumento significativo del contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia seca (Figura 3), se aprecia que ambas variaciones ocurren entre los mismos meses; es decir, entre Diciembre y Enero (Figura 5). Esta apreciación coincide con lo establecido por otros autores, en que, a medida que disminuye el contenido de humedad, se incrementa el contenido de aceite, mientras el fruto avanza en su desarrollo (Appleman, 1941; Schwob, 1951; Mazliak, 1971 y Slater, 1975).

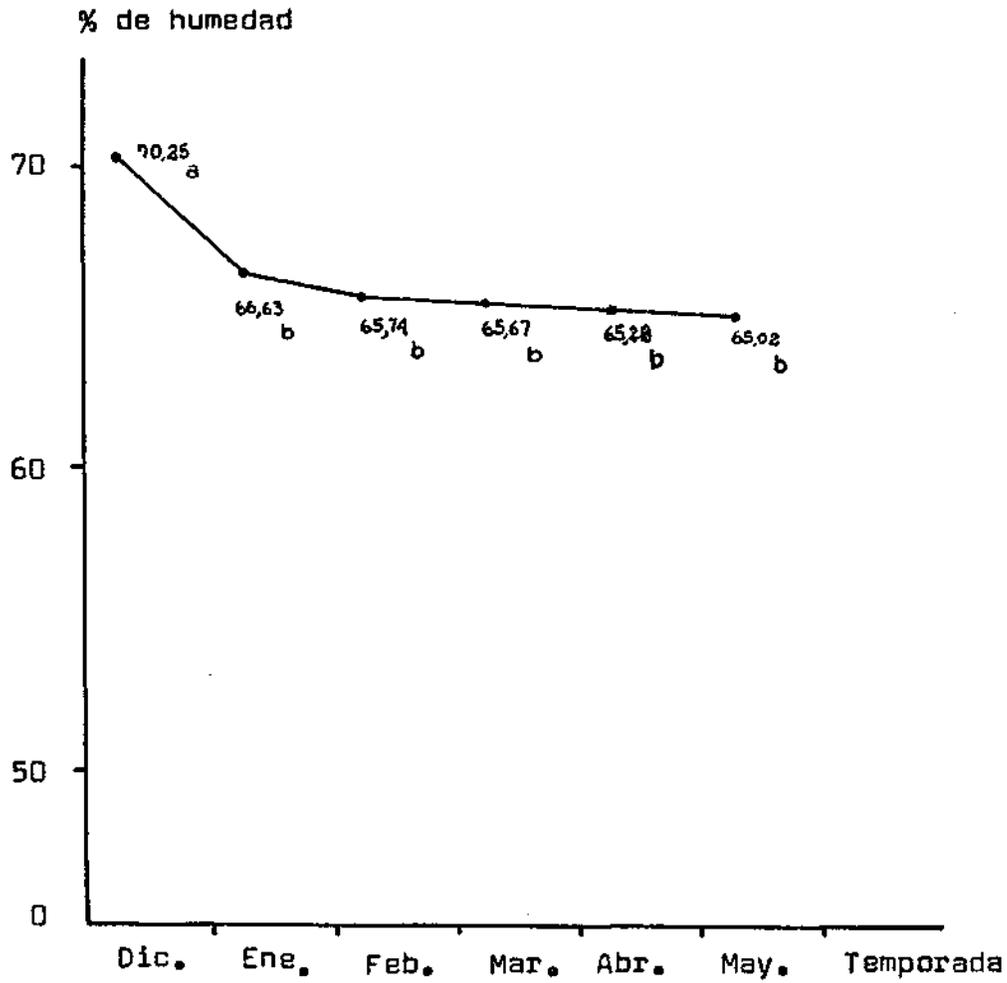


Figura 4. Variación estacional del contenido de humedad en paltas del cultivar Hass.

- Los valores son promedio de 20 repeticiones.
- Las medias acompañadas por igual letra no son significativamente diferentes según Test Duncan $P = 0,05$.

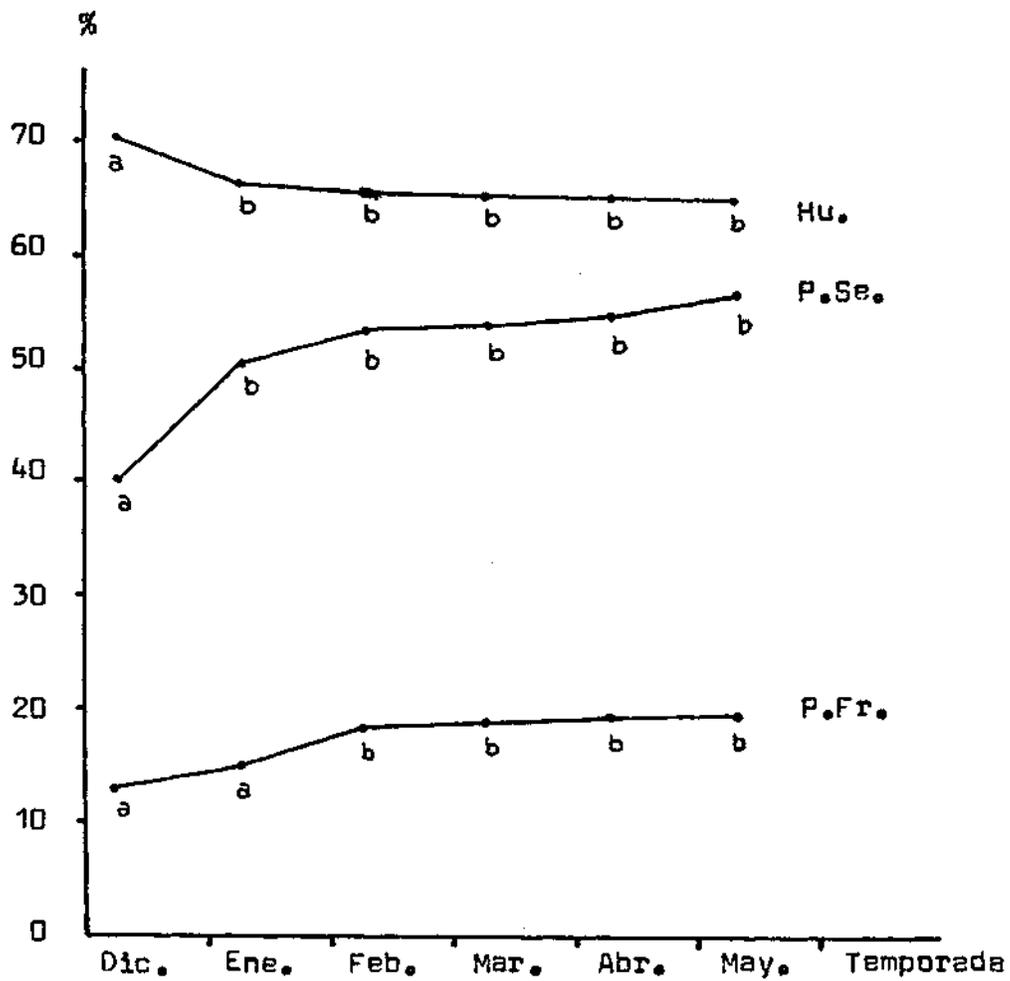


Figura 5. Variación estacional del contenido de humedad y aceite en paltas cultivar Hass.

- Los valores son promedio de 20 repeticiones
- Las medias acompañadas por igual letra no son significativamente diferentes según Test Ouscan $P = 0,05$.

Así mismo, la no variación significativa del contenido de humedad y del contenido de aceite en base a la materia seca, es coincidente entre los meses de Enero a Mayo. Esto se explicaría por el hecho que una vez alcanzando un determinado contenido de aceite, característico para el cultivar, no habrían nuevos incrementos estadísticamente significativas, no habiendo disminución significativa del contenido de humedad.

C. Variación estacional del tamaño de fruto en paltas del cultivar Hass.

La variación del tamaño de fruto, expresado en peso, (gramos), se analiza en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Variación estacional del tamaño de fruto expresado en gramos (grs.) en paltas del cultivar Hass.

Cultivar	Madurez fisiológica (meses)					
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
Hass	208,58 a	184,00 a	246,13 b	242,12 b	198,38 a	195,59 a

- Los valores son promedios de 20 repeticiones
- Las medias acompañadas por igual letra son significativamente iguales según Test Duncan P = 0,05.

El Cuadro 1, muestra las variaciones de tamaño de fruto a través de los meses muestreados. Los resultados obtenidos en los meses de Diciembre, Enero, Abril y Mayo son estadísticamente iguales, pero significativamente diferentes a los obtenidos en Febrero y Marzo, entre los cuales hubo un incremento significativo del tamaño de los frutos, con respecto a los meses restantes.

El hecho que, los dos últimos meses muestreados el tamaño no fuese mayor, puede estar explicado por razones de que cada mes era cosechado un árbol diferente, el cual puede haber tenido menor desarrollo, atraso en floración o haber sido afectado por condiciones ambientales durante la temporada en que se realizó el ensayo.

Las variaciones en el tamaño de fruto se deberían entonces a factores tales como: el medio ambiente, desarrollo, posición en el árbol, etc.; más que al efecto de la madurez fisiológica.

D. Estudio de correlación entre el contenido de aceite y el contenido de humedad.

En los Cuadros 2 y 3 se observan los resultados del estudio de correlación entre el contenido de aceite y el porcentaje de humedad.

CUADRO 2. Correlación entre el contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia fresca, porcentaje de humedad y época, en cultivar de paltas Hass.

Epoca	Madurez fisiológica (mes)					
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
Humedad % 1	70,25	66,63	65,74	65,67	65,28	65,02
Aceite p.f. ¹	13,89	15,04	18,19	18,24	18,44	18,54

- Los valores son promedios de 20 repeticiones.

$$X_0 = 53,418977$$

$$X_1 = 0,462669 \text{ (época)}$$

$$X_2 = -0,571740 \text{ (porcentaje de humedad)}$$

$$R^2 = 0,859752$$

$$R = 0,92722$$

Luego la ecuación de regresión es:

$$\% \text{ aceite} = 53,41 + 0,46 X_2 - 0,57 X_2$$

CUADRO 3, Correlación entre el contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia seca, porcentaje de humedad y época, en cultivar de paltas Hass.

Epoca	Madurez fisiológica (mes)					
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
Humedad % 1	70,25	66,63	65,74	65,67	65,28	65,02
Aceite p.s.% ¹	40,29	51,07	53,26	53,42	54,08	56,08

- Los valores son promedios de 20 muestras analizadas.

$$X_0 = 241,16671$$

$$X_1 = 0,04526 \text{ (época)}$$

$$X_2 = -2,859456 \text{ (porcentaje de humedad)}$$

$$R^2 = 0,9914510$$

$$R = 0,99725$$

Luego la ecuación de regresión es:

$$\% \text{ aceite} = 241,166 + 0,045 X_1 - 2,659 X_2$$

Los resultados obtenidos en ambos casos indican que hay una correlación inversa entre el contenido de humedad y el contenido de aceite en relación con la época. Es decir, cuanto mayor es el contenido de aceite y a medida que se avanza en el tiempo, menor es el contenido de humedad.

La relación entre el contenido de humedad y el de aceite, durante el crecimiento y desarrollo de paltas concuerda con lo establecido por Church y Chace (1922); Appleman y Moda (194-1); Hall et al (1955) citados por Slater (1975).

Sin embargo, por los coeficientes de correlación obtenidos, habría que indicar que esta estrecha relación entre el contenido de aceite y el de humedad es dependiente de la madurez fisiológica.

E. Variación estacional de los principales ácidos grasos constituyentes del aceite

Otro aspecto estudiado fue la evolución de los ácidos grasos, expresados en grs/100 grs. de pulpa seca.

CUADRO 4. Variación estacional de los principales ácidos grasos constituyentes del aceite, expresado en grs./100 grs. de pulpa seca, en paltas cultivar Hass.

Acidos Grasos	Madurez fisiológica (meses)					
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
ác. Palmítico C 16-0	4,84 _a	6,13 _a	8,31 _a	7,70 _a	7,94 _a	8,21 _a
ác. Palmitoleico C 16-1	1,33 _a	1,35 _a	1,99 _a	3,64 _b	3,50 _{bc}	4,68 _c
ác. Oleico C 18-1	27,34 _a	34,16 _a	36,23 _a	30,34 _a	26,46 _a	29,68 _a
ác. Linoleico C 18-2	2,46 _a	2,90 _a	4,40 _a	8,33 _b	6,90 _b	8,68 _b

- Los valores son promedias de 3 muestras analizadas
- Las medias acompañadas por igual letra no son significativamente diferentes según Test Duncan P = 0,05

En el Cuadro 4, se observa que sólo los ácidos palmitoleico y linoleico presentan incrementos significativos. En cambio los

ácidos palmítico y oleico se mantienen sin aumentos significativos durante todo el período analizado.

Los contenidos en gramos del ácido palmitoleico son iguales estadísticamente entre Diciembre, Enero y Febrero, para luego incrementar su contenido en forma significativa desde 1,99 gramos en Febrero a 3,64 gramos en Marzo, mantenerse igual hacia Abril y aumentar nuevamente, con significancia hacia Mayo, sólo con respecto al resto de los meses ya que no hay diferencia con lo obtenido en Abril.

El ácido linoleico, en cambio, no varió entre Diciembre y Febrero pero si fue mayor durante Marzo, Abril y Mayo, no encontrándose diferencia entre estos meses. Hay, por lo tanto, un aumento brusco en el contenido del ácido entre los meses de Febrero a Marzo.

El escaso aumento de algún ácido puede estar dado por transformación de otro ácido, como el ácido oleico y palmítico, que no presentaron cambios significativos durante el período muestreado y que en el caso del ácido oleico, al contrario de lo que se esperaba mostró una ligera tendencia a disminuir, mientras que el ácido palmítico tuvo una tendencia a aumentar registrando 4,84 gramos en Diciembre, hasta alcanzar 8,21 gramos en Mayo. El ácido oleico en cambio, de 36,23 gramos alcanzados en Febrero, sólo registró 29,68 gramos en Mayo. Cabe destacar

que los aumentos significativos de los ácidos palmitoleico y linoleico, ocurre justo en el período que el ácido oleico tiende a disminuir.

El incremento de los ácidos grasos presentes en el aceite de palta, durante la madurez fisiológica planteado por Kikuta (1968), sobre todo en el contenido del ácido oleico, no se aprecia de igual forma en el presente análisis. Ello debida, quizás, a que el período muestreado fue corto y muy hacia el final de la temporada, cuando la biosíntesis de aceite no es significativa y sólo ocurren cambios a nivel de ácidos grasos.

A modo de visualizar mejor la evolución de los ácidos grasos, durante la última etapa de la madurez fisiológica se presentan en la Figura 6, las tendencias gráficas de cada uno de los ácidos. Las gráficas obtenidas son similares, en su tendencia, a las obtenidas por Kikuta (1968) citado por Mazliak (1971).

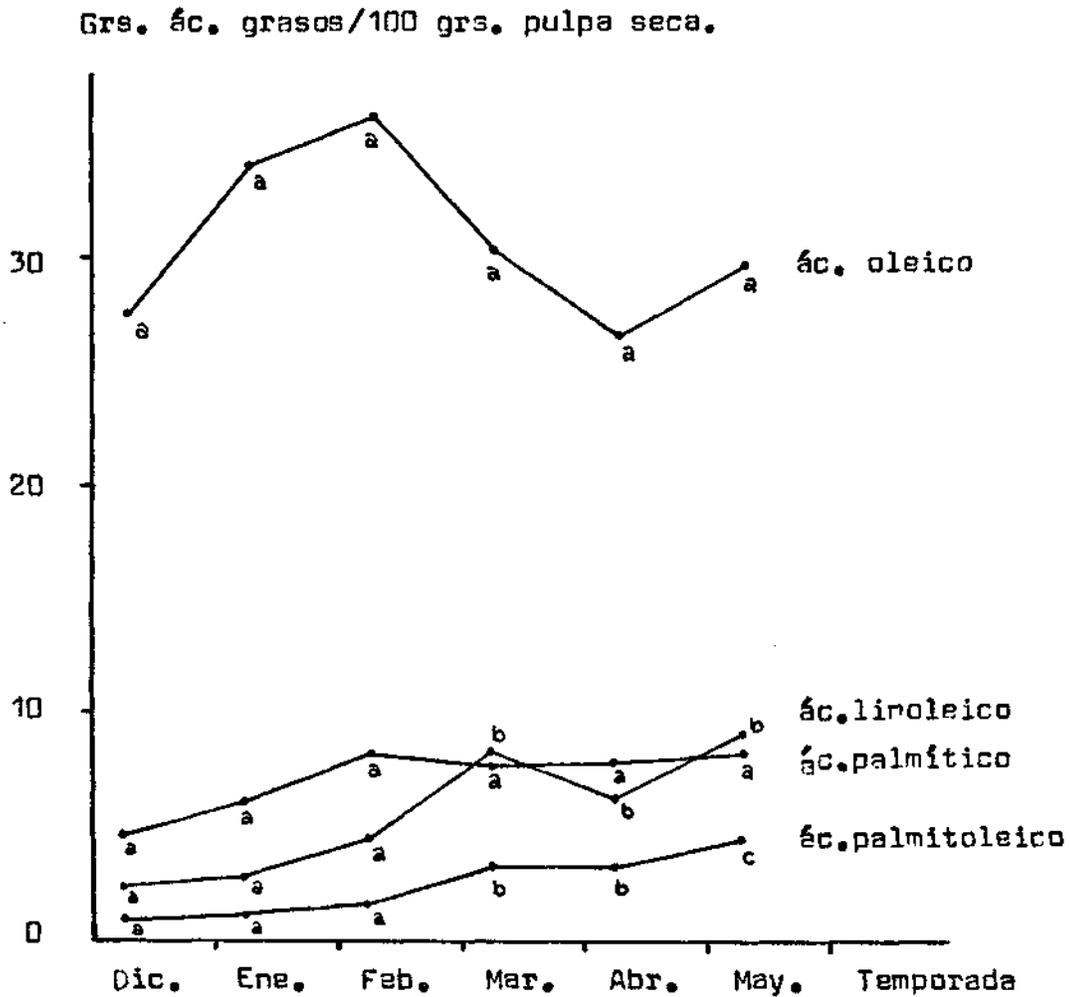


Figura 6, Variación estacional de los principales ácidos grasos constiuyentes del aceite, expresados en gramos/100 grs. de pulpa seca en paltas cultivar Hass.

- Los valores son promedio de 3 muestras analizadas.
- Las medias acompañadas por igual letra no son significativamente diferentes según Test Duscan $P = 0,05$.

V. CONCLUSIONES

1. El contenido de aceite del cultivar Hass, expresado en porcentaje de la materia fresca y en porcentaje de la materia seca, presentó aumento en la primera parte del período maestreado.
2. El contenido de aceite, expresado en porcentaje de la materia fresca y en porcentaje de la materia seca, presentó una correlación inversa con el contenido de humedad, durante el período en que la variación fue significativa. A medida que avanza el tiempo de madurez fisiológica del fruto, el contenido de aceite tiende a incrementarse mientras que el contenido de humedad, tiende a disminuir.
3. El tamaño de fruto expresado en peso, no presentó correlación con el contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia fresca y en porcentaje de la materia seca durante el período analizada.
4. Los ácidos grasos encontrados en el aceite extraído de la pulpa de paltas, cultivar Hass y su contenido expresados en gramos/100 grs. de pulpa seca, fueron los siguientes: ácido palmítico 4,84 a 8,21 gramos; ácido palmitoleico 1,33 a 4,68 gramos; ácido oleico 27,34 a 36,23 gramos y ácido linoleico 2,46 a 8,68 gramos. Se encuentran

además en pequeñas cantidades de ácidos esteáricos, linolénico y araquídico.

5. En la última etapa de la madurez fisiológica, los ácidos palmitoleico y linoleico, aumentan, mientras que el ácido palmítico y oleico permanecen sin cambios significativos entre Diciembre y Mayo.

VI. RESUMEN

Se estudió el comportamiento del contenido de aceite y de sus principales ácidos grasos en paltas del cultivar Hass.

Se realizó un muestreo mensualmente desde Diciembre de 1979 a Mayo de 1980, cosechando la segunda semana de cada mes, determinando el contenido de aceite, contenido de humedad y peso de fruto. Se analizó mediante análisis de varianza el contenido de aceite expresado en porcentaje de la materia fresca y de la materia seca, además se correlaciona el contenido de aceite con el contenido de humedad. Los ácidos grasos se analizaron mediante cromatografía de gases, en una columna de dietilenglicol succinato (D.E.G.S.).

El material de trabajo se obtuvo de la Estación Experimental La palma, de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en Quillota.

Los resultados obtenidos indican que el contenido de aceite en paltas del cultivar Hass, tuvo aumento significativo sólo en los primeros meses del período analizado, para mantenerse después sin cambios.

Se observó una correlación inversa entre el contenido de aceite y el contenido de humedad a través de la época muestreada.

Los ácidos grasos determinados y su contenido medido en gramos de ácidos por 100 gramos de pulpa seca fueron: ácido palmítico 4,84 a 8,21 gramos; ácido palmitoleico 1,33 a 4,6B gramos; ácido oleico 27,34 a 36,23 gramos y ácido linoleico 2,46 a 8,68 gramos. Sólo los ácidos palmítico y oleico no registraron aumentos significativos a través de todo el período analizado.

VII. LITERATURE CITADA

- ANONIMO, 1970. 1980. "Journée d'information sur l'huile d'avocat fruits" 25(12): 910-912.
- ANONIMO, 1960. Seminario CORFO. "Alternativas de industrialización de la Palta". Bolet. 13. p. Chile.
- APPLEMAN D., and NODA, L. 1941. "Biochemical studies of the fuerte Avo-cado fruit". Calif.Soc.Yearb. 60-67.
- BERGER, K. 1972 -73. "Avocado marketing problem". Calif.Avoc.Soc.Yearb. 55: 28-30.
- BIALE, J.B. and YOUNG, R.E. 1971. "The avocado pear. The Biochem. Of. fruits and Products". Ed.by A.C.Hulme.Acadenic Press. 63 p.
- BLIGH, E.G. and DYER, W.J. 1959. "Extracting of Lipids". Biochem Phy-siology. 37: 911.
- BREESE, J. and GERSDORFF, C.E. 1929. "Proteins of the avocado". Calif. Avoc.Soc.Yearb. (2): 141-145
- CHURCH, C.G. and CHACE, E.M. 1922. "Some changes in the compositions of California avocados during growth".U.S. Dpt.Agr.Bull 1073.
- CUMMINGS, K. and SCHROEDER, C.A. 1942. "Anatomy of the avocado fruit". Calif .Avoc.Soc.Yearb. 56-64 p.
- DAVENPORT, J.B., and ELLIS, S.C. 1959. "Chemical changes during growth and storage of the avocado fruit". Aust. Jour. Biol. Science. 12: 445.
- DOLENDO, A.L. , and LUHT, B.S., and PRATT, H.K. 196S. "Relation of pec-tic and fatty acid changes to respiration rate during ripening of avocado fruits". J.Food Sci. 31:332-336
- FERREIRA, E. 1973. Extracción de aceite de palta usando calor y agua". Revista CERES. 20: 488.
- FOGET, J.L. , and OSTE, C.A. 1977. "Composition characteristics and uses of avocado pulp and oil". Bolet.Est.Exp.Agric.de Tucuman N° 124 (Argentina).

- GRANT, W.C. 1960. "Influence of avocado on serum cholesterol". Calif. Avoc.Soc.Yearb. 44:79-88.
- HAENDLER, L. 1965. "L'huile d'avocat et les produits derives du fruit". Fruits 20(11): 625-645.
- JAMIESON, W.F., BAUGHMAN, and RAYMOND, M.H. 1928. "Avocado Oil, the composition and constants of a little Known pericarp oil". Oil and Fat Industries. Vol. 5:24
- KIKUTA, Y., and ERICKSON, L.C. 1963. "Seasonal changes of avocado lipids during fruits development, and storage". Calif.Avoc.Soc. Yearb. 52: 102-108.
- LOVE, H.T. 1944. "Study of avocado oil". Calif .Avoc.Soc.Yearb. 35.
- LIME, B.J. 1969. "Preparation and storage studies of freeze dried avocado salad". Food Technol. 23(3): 43-56
- LEWIS, C.E. 1978. "The Maturity of Avocado". J. Sci. Food. Agric. 29: 857-866.
- LEHNINGER, A.L. 1976. "Bioquimica". Ed.Omega, ex. 286-287.
- LEWIS, C.E., MORRIS, E. and O'BRIEN, K. 1978. "Contenido de aceite del mesocarpo de la palta". J. Sc. Food Aprlc, 29 (II) : 62-67.
- MATILL, H.A. 1916. "The digestibility of the fat of the avocado". Univ. Calif .Calif. Avoc.Soc. Yearb. p. 24.
- MAZLIAK, P. 1965. "Les lipides de l'avocat". Fruits. 20(2): 49-57
- MAZLIAH, P. 1971. "Constitution lipidique de l'avocat". Fruits 26(09): 615-623
- PETERSON, A. 1930. "The nutritional value of the avocado". Calif. Avoc. Soc.Yearb. 95-99.
- SMITH, L.M., and WINTER, F.H. 1970 -71. "Research on avocado processing in the Univ. of California". Davis. Calif. Avoc. Soc. Yearb. 54: 79.

- SLATER, G.G., SHANKMAN, S., SHEPHERD, J.S. and ALFIA SLATER, R.B. 1975. "Seasonal variation in the composition of California avocados". J.Agric.Food,Chem. 23(3): 468-474.
- SCHWOB, R. 1951. "Composition chimique de L'avocat". Fruits. 6(5): 177-183
- SCHMIDT - HEBBEL, H. 1979. "Tabla de Composición química de alimentos chilenos". Fac.Qui. y Farm. U. de Chile.
- SCHROEDER, C.A. 1966. "Cytology of the avocado pericarp cell". Calif. Avoc.Soc.Yearb. 50:107-110.
- SCHRADER, C.A. 1950. "The structure of the skin or rind of the avocado". Calif.Avoc.Soc.Yearb. p. 169-176
- THIERS, H. 1971. "L'huile d'avocat et son insaponifiable en cosmetologia et en therapeutique dermatologiques ou medicales". Fruits. 26(2): 133-136
- DUPAIGNE, P. 1970. "Une nouvelle specialite pharmaceutique L'insaponifiable de L'huile d' avocat Fruits." 25(12):915-916.
- WOLFE, H.S., TOY, L.R. and STAHL, A.L. 1934. "Avocado production in Florida". Univ.Florida. Agric.Exp.Sta.Bull. 272:46
- WARDLAW, C.U. 1937. "Trinidad low temperature". Trop.Agric.Trin 14*:34
- WEAIRE, P.J., and KEKWICK, R.G.O. 1970. "Site of fatty acid biosynthesis, in the avocado pear". Opt.Quim.Univ.Birmingham, Eng. Biochem. 3. 119(5): 48-49.