

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, VETERINARIAS Y FORESTALES

**CARACTERIZACION Y COMPORTAMIENTO EN POST COSECHA
DE PALTAS RAZA MEXICANA CULTIVADAS EN CHILE
(PERSEA AMERICANA MILL)**

TESIS PRESENTADA COMO PARTE DE LOS
REQUISITOS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
MENCION PRODUCCION FRUTICOLA

JUVENAL GUILLERMO LUZA ZAMORA
PROFESOR DE BIOLOGIA Y CIENCIAS

SANTIAGO - CHILE

1981

INDICE

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION GENERAL	1
1. PARTE I: Caracterización frutal de paltos (<u>Persea americana</u> Mill). raza Mexicana cultivados en Chile	2
1.1 INTRODUCCION	3
1.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	4
1.2.1 Aspectos generales	4
1.2.2 Características botánicas	6
1.2.3 Características químicas	9
1.2.4 Variaciones en el contenido de aceite	12
1.2.5 Pardeamiento enzimático	14
1.3 MATERIALES Y METODOS	15
1.3.1 Localización del estudio y origen de la fruta	15
1.3.2 Fruta utilizada	15
1.3.3 Características botánicas	16
1.3.4 Características químicas	16
1.3.5 Descripción de la metodología	16
1.3.6 Análisis de datos	17
1.4 RESULTADOS	17
1.4.1 Características botánicas de los frutos	17
1.4.2 Características químicas de los frutos	25
1.4.3 Descripción de los frutos	28
1.5 DISCUSION	36
1.6 CONCLUSIONES	39
2. PARTE II: Almacenaje en frío de paltas (<u>Persea americana</u> Mill.) cvs. Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte	41

2.1	INTRODUCCION	42
2.2	ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	43
2.2.1	Temperaturas de almacenaje	43
2.2.2	Desórdenes fisiológicos e incidencia fungosa	44
2.2.3	Indices de madurez	45
2.2.4	Respiración	47
2.3	MATERIALES Y METODOS	48
2.3.1	Localización del estudio y fruta utilizada	48
2.3.2	Condiciones y períodos de almacenaje	48
2.3.4	Análisis de los índices de madurez	49
2.3.5	Respiración	51
2.3.6	Diseño experimental	51
2.4	RESULTADOS	51
2.4.1	Desórdenes fisiológicos e incidencia fungosa	51
2.4.2	Almacenaje a 4°C	52
2.4.3	Almacenaje a 7°C	53
2.4.4	Almacenaje a 18°C	55
2.4.5	Indices de madurez	55
2.4.6	Intensidad respiratoria	58
2.5	DISCUSION	62
2.6	CONCLUSIONES	67
3.	PARTE III: Análisis del contenido lipídico de paltas (<u>Persea americana</u> Mill) cvs. Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte, durante su almacenaje	68
3.1	INTRODUCCION	69

3.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	70
3.2.1 Aspectos generales	70
3.2.2 Composición y rendimiento de ácidos grasos	71
3.3.3 Acidos grasos en fruta almacenada	72
3.3 MATERIALES Y METODOS	74
3.3.1 Localización del estudio	74
3.3.2 Fruta utilizada, condiciones y período de almacenaje	74
3.3.3 Extracción lipídica	74
3.3.4 Obtención de ácidos grasos	75
3.3.5 Identificación de ácidos grasos	75
3.3.6 Diseño experimental	76
3.4 RESULTADOS	77
3.4.1 Composición y rendimiento de ácidos grasos	77
3.4.2 Comportamiento y de ácidos grados en fruta almacenada	78
3.5 DISCUSION	83
3.5.1 Composición y rendimiento de ácidos grasos	83
3.5.2 Comportamiento de ácidos grasos en fruta almacenada	86
3.6 CONCLUSIONES	91
4. RESUMEN	92
5. SUMMARY	94
6. BIBLIOGRAFIA	96

INTRODUCCION GENERAL

En Chile se cultivan paltos de la raza Mexicana, Guatemalteca e híbridos entre ambos. Durante los últimos años este frutal ha conseguido un lugar muy importante fluctuando la producción nacional con alrededor de 15.000 toneladas de las cuales el 50% corresponden a la raza Mexicana, (Chile, 1974).

En la actualidad se puede considerar que casi la totalidad de la producción se consume en el país al estado fresco y solo recientemente se han abierto posibilidades para futuras exportaciones. Sin embargo existen dos problemas fundamentales para realizar una óptima comercialización y cumplir con las exigencias de calidad.

En primer lugar existe una gran variedad de paltas de raza Mexicana, las cuales varían ampliamente en sus características, y en segundo término la información del manejo y comportamiento de esta fruta en su periodo de postcosecha es muy escasa; situación crítica por los grandes volúmenes de frutas existentes en momentos determinados para la comercialización.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar tipos sobresalientes de palta raza Mexicana mediante características botánicas y químicas de los frutos, usando como comparación frutos de la variedad Fuerte.
2. Determinar el comportamiento y capacidad potencial de almacenaje en frío de paltas Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte.
3. Analizar la composición, rendimiento y comportamiento de ácidos grasos del aceite extraído de paltas, Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte, almacenadas bajo tres regimenes de temperatura.

PARTE 1

1. CARACTERIZACION FRUTAL DE PALTOS (Persea americana Mill.) RAZA MEXICANA CULTIVADOS EN CHILE

1.1 INTRODUCCION

Alrededor de 1935 se introdujeron a Chile, importadas desde California las principales variedades Guatemaltecas denominándose comúnmente "Paltas Californianas", en contraste con las llamadas "Palta Chilenas" de raza Mexicana, introducida por los españoles presumiblemente a comienzos del siglo XVII (Schmidt, 1965; Hodgkins, 1939).

Chile es un importante productor de paltas con aproximadamente 5.000 ha, la mitad de las cuales corresponden a variedades de la raza Mexicana conocidas como "Palta Chilena"; entre las cuales están las Peuminas, Quillotanas, Princesa Eugenia, Ortega, Torcaza y otras; nombres otorgados localmente (Chile, 1974; Chile, Ministerio de Agricultura, 1957). Los centros productores más importantes en Chile, son áreas reducidas de microclima como: La Ligua, La Calera, La Cruz, Quillota, Buin y Peumo. Se cosecha casi exclusivamente por fecha calendario, existiendo poca variación en época de madurez de año en año.

La propagación del palto raza Mexicana se ha realizado fundamenalmente por semillas, que a través del tiempo han sufrido una selección natural de adaptación. Por esto en la actualidad la comercialización de esta fruta se ve complicada por la presencia de gran variedad de tipos que difieren ampliamente en morfología, peso, composición y apariencia. Debido a esta variabilidad es difícil evaluar el comportamiento de los frutos. El conocimiento y selección de las mejores variedades comerciales permitiría determinar metodolgías específicas capaces de estandarizar la producción, mejorar su conservación y calidad.

El objetivo de este estudio fue evaluar, mediante características botánica y químicas de los frutos, tipos sobresalientes de palta chilena, usando como comparación frutos de la variedad Fuerte.

1.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

1.2.1 Aspectos generales

A comienzos del presente siglo se propagaron selecciones de paltos Mexicanos provenientes de semilla por sus características de productividad, distribución de cosecha, resistencia a heladas, por los agricultores en la región de Peumo-San Vicente. Estos son conocidos como Peuminas y son las variedades comerciales más antiguas de Chile (Hodgson, 1950). Respecto a la variedad Fuerte, híbrido entre la raza Guatemalteca y Mexicana, la introducción a Chile fue realizada por el Ministerio de Agricultura en el año 1928 (Magdahl, 1958).

Este frutal crece en buenas condiciones desde Tarapacá ($17^{\circ}30'S$, $69^{\circ}30'W$) a Colchagua ($34^{\circ}45'S$, $71^{\circ}5'W$), más al sur su cultivo sólo es posible en pequeños sectores abrigados. Las regiones principales de producción se ubican en los microclimas de las provincias de Valparaíso, Aconcagua, Santiago y O'Higgins, en las zonas de la Cruz, Quillota, San Vicente y Peumo (Ortega, 1977).

En 1974 la producción mundial de paltas fue de 954.000 toneladas, esto significa un aumento del 50% de los promedios del período 1961-1965. La distribución de la producción mundial en 1974 fue la siguiente: Continente Americano 94% (subdividido como USA 7%, América Central y Antillas 52%, Sud America 35%), Africa 3% y Asia 4%; Europa y Ocea-

nía producen sólo cercano a 1.000 Ton. La principal exportación comercial se realiza a Europa Occidental (Lewis, 1978).

En Chile, estimaciones realizadas entre los años 1963-1965 señalaron que para esta fecha se tendrían aproximadamente 3.000 ha plantadas, sin embargo en la actualidad, se ha comprobado que la superficie plantada ha sobrepasado las 5.000 ha con una producción nacional de alrededor 15.000 toneladas: es interesante observar que alrededor del 50% corresponde a "palta chilena" (Ortega, 1977). El catastro frutícola nacional, realizado por la Corporación de Fomento de la Producción, el año 1974, entregó la siguiente información:

CUADRO 1. Superficie plantada (ha) de paltos (Chile, 1974).

Lugar	Fuerte	Hass	Otras	Chilenas	Total
Aconcagua	208,99	66,29	67,08	301,08	643,44
Va' paraíso	720,65	323,29	129,63	437,29	1.610,86
Santiago	261,58	31,44	120,00	413,74	836,76
Colchagua	33,33	0,40	0,43	52,72	86,88
O'Higgins	204,62	9,86	27,72	955,19	1.197,39
Talca	0,93	-	3,75	0,45	5,13
TOTAL	1.430,10	431,28	358,61	2.160,47	4.380,46

Fuente: Catastro Frutícola Nacional. Corfo 1974.

CUADRO 2. Producción (ton) de Paltas (Chile, 1974)

Lugar	Fuerte	Hass	Otras	Chilenas	Total
Aconcagua	604,0	142,0	169,0	1.058,0	1.973,0
Valparaíso	2.967,2	808,9	792,6	1.870,6	6.239,3
Santiago	789,1	45,6	397,8	1.271,6	2.494,1
Colchagua	37,6	0,6	-	77,3	115,5
O'Higgins	533,7	23,1	4,78	2.722,5	3.347,1
Talca	3,2	-	16,6	0,8	20,6
TOTAL	4.954,8	1.020,2	1.223,8	6.890,8	14.189,6

Fuente: Catastro Frutícola Nacional Corfo 1974.

1.2.2 Características botánicas

Es ampliamente conocido que son tres los grupos hortícolas generales o razas de paltas, Mexicana, Guatemalteca y Antillanas (Popenoe, 1920; Hodgson, 1950 y Ruehle, 1963). En general, la raza Mexicana es más resistente al daño por heladas, las hojas tienen un aroma de anís, el fruto presenta una piel suave y delgada, de tamaño más pequeño, pero con mayor contenido de aceite que las razas (Rhodes *et al*, 1971). Entre las paltas raza Mexicana que se cultivan en el país se encuentran las Peuminas, Quillotanas, Princesa Eugenia (Chile, Ministerio de Agricultura, 1975), Mexícola, Duke, Pueblo Auger, Champion, Marcina y otras (Abascal, 1973). Actualmente la clasificación no es tan precisa, por el aumento de variedades híbridas y el descubrimiento de tipos intermedios (Hatton, 1969).

Cumming y Schroeder, 1942, estudiaron la anatomía de palta Fuerte y otras variedades comerciales por las pronunciadas diferencias entre ellas. La capa externa del exocarpo es una fina cutícula de cera que cubre la superficie del fruto. El exocarpo consiste en una epidermis simple, 1-3 capas de células hipodermales, varias capas de células parenquimáticas y una capa de esclerenquima o células petreas limitando la superficie interna de la piel. Diferencias varietales en el grosor de la corteza se han descrito, como la cantidad y densidad de células petreas. Las variedades de la raza Guatemalteca, de cáscara gruesa, se caracterizan por un esclerenquima muy denso, mientras que las variedades Mexicanas, las células petreas están esparcidas y poco compactas.

En cuanto a la textura y morfología de la pared del pericarpo Schroeder, 1953, señala que es homogénea excepto para el tejido vascular en todas las partes del fruto maduro. En contraste a la palta "Fuerte", ciertas variedades Mexicanas presentan un exocarpo rojo, debido al corcho que se forma en las lenticelas pueden unirse para formar grandes manchas rojas de suber. En el caso de variedades de piel fina, parte de la textura rojiza se debe al desarrollo de tejido esclerenquimático y suber.

Murray et al., 1963, al examinar el mesocarpo encontró que estaba constituido de células parenquimáticas polihédricas aproximadamente de igual tamaño, 60 u de diámetro en el fruto maduro. En el tejido hay células especializadas con aceite o idioblastos, se distinguen por su gran tamaño y paredes lignificadas; observaciones similares encontró Schroeder, 1966, al observar los idioblastos revestidos con una fina película de material semejante a la suberina, presentan plasmodios prominentes. El sistema ramificado de los cordones vasculares, los cuales atraviesan el

pericarpo desde el pedicelo hasta el ápice, también se encuentra en el mesocarpo. El endocarpo consiste en pocas corridas de células parenquimáticas, más pequeñas que las del mesocarpo (Biale y Young, 1971).

En relación a la morfología frutal del palto, Muñoz, 1960, lo describe para la especie Persea americana Mill., como una baya piriforme verdosa o purpurina, hasta negro azulada; alcanza 20 cm de largo por 10-15 cm de diámetro, con mesocarpo grueso, comestible. Cumming y Schroeder, 1942, lo describe como baya, constituida por un solo carpelo y una semilla.

Descripciones morfológicas más específicas, es decir a nivel de variedad hortícola o clon han sido comunicadas por Abascal, 1973, quien ha caracterizado algunas variedades de paltos presentes en Chile considerando color, forma, tamaño y porcentaje de grasa de la fruta. Vasquez, 1975, caracterizó fruta de variedad Fuerte en base a tamaño, forma y peso y rendimiento de pulpa cáscara y semilla, obteniendo los siguientes resultados: fruta pequeña a mediana, piriforme, con un peso de 200 g y un rendimiento en porcentaje de pulpa, cáscara y semilla de 18,5; 66,2 y 15,3% respectivamente.

Lewis, 1978 señala que cada cultivar tiene su forma característica, las personas que están familiarizadas con cultivares específicos, pueden determinar la variedad y el tiempo de cosecha por la forma. Slor y Spodheim, 1972, han considerado la forma, color, exocarpo, peso promedio, textura y color de la pulpa, porcentaje de semilla y porcentaje de aceite de la fruta, como las mejores características para una selección de variedades en Israel.

1.2.3 Características químicas

La palta al igual que la leche es un alimento casi perfecto es la única fruta conocida que contiene todos los elementos alimenticios (carbohidratos, proteínas y lípidos) tanto como una gama amplia de vitaminas y minerales. Su valor calórico es muy elevado, teniendo como competidor más cercano al plátano; se puede apreciar rápidamente que la palta madura es un alimento energético de real importancia (Pierce, 1959). La composición química de este fruto ha sido estudiada por numerosos investigadores (Hatton, Jr. *et al.*, 1957; Pearson, 1975; Slater *et al.*, 1975), Biale y Young, 1971 señalan los antecedentes indicados en los Cuadros 3, 4 y 5.

CUADRO 3. Composición de variedades de palta (% base peso fresco)

Biale y Young, 1971

Variedad	Meso- carpo	Humedad	Proteína	Aceite	Carbo- hidratos	Cenizas
Fuerte	71,3	65,7	1,51	26,6	4,62	1,60
Hass	75,0	68,4	1,80	20,0	7,80	1,20
Lula	63,3	73,9	1,21	13,6	1,78	0,92

La característica más sobresaliente es el alto contenido lipídico del mesocarpo, muy superior a toda fruta conocida, pudiendo alcanzar a un 50-70% de peso de materia seca y un 20% de materia fresca (Mazliak, 1971).

Las tres razas difieren en el contenido de aceite, variedades Antillanas son las más bajas con un 4 a 7%, los frutos Guatemaltecos varían desde 10 a 13% mientras las razas Mexicanas producen 10 a 15% en México y 15 a 25% en California (Biale y Young, 1971); en cambio Lewis, 1978 plantea que variedades Guatemaltecas, Mexicanas y sus híbridos pueden exceder el 40%, aunque figuran desde 10 a 30% como las comás comunes.

En cuanto a los hidratos de carbono, el mesocarpo presenta alcoholes y azúcares poco usuales como perseitol, D-eritro-D-Galacto-ocitol, D-mano-heptulosa, D-Glicero-D-mano-octulosa, D-talo-heptulosa, D-Glicero-D-Galacto heptosa, D-Glicero-L-galacto-octulosa, D-entro-L-glucomanulosa, D-eritro-L-galacto-manulosa; además glucosa, fructosa y sucrosa (Biale y Young, 1971; Lewis, 1978).

Los niveles de proteína son bastante altos, presentando un promedio de 2,1%, mientras que la mayoría de la fruta contiene menos de 1%, siendo influenciados estos valores por las regiones que procede la fruta. Los aminoácidos principales son asparagina, ácido aspártico, glutamina y ácido glutámico; también se han detectado serina, treonina, alanina, valina y cisteína (Biale y Young, 1971).

La palta, en comparación con otras frutas, es bastante pobre en vitaminas A, C, K y ácido fólico, pero es rica en vitamina B.

Véase Cuadro 4.

CUADRO 4. Composición vitamínica de paltas. Biale y Young, 1971

Vitamina	mg/100 g P.F
A Caroteno	0,13 - 0,51
B Tiamina	0,08 - 0,12
Riboflavina	0,21 - 0,23
Piridoxina	0,45
Niacina	1,45 - 2,16
Acido pantoteico	0,90 - 1,14
Acido fólico	0,018- 0,040
Biotina	0,003- 0,006
C Acido Ascórbico	13, 0 - 37,0
D Calciferol	0,01
E - Tocoferol	3,0
K 2-metil- 1,4- naftoquinona	0,008

En relación al contenido mineral, este es mayor que en otras frutas Véase Cuadro 5.

Platanos y paltas presentan los niveles más altos de potasio encontrados en frutos frescos; el magnesio se encuentra universalmente en los alimentos, la literatura señala pocos datos para palta, pero el California Avocado Yearbook de 1943 encontró un nivel de 41 mg % de pulpa comestible en palta Fuerte, el mismo valor promedio encontrado por Slater et al., 1975.

CUADRO 5. Composición mineral del mesocarpo de palta. Biale y Young, 1971

Mineral	% total de cenizas	Mineral	% total cenizas
K_2O	26,2	Mn	trazas
Na_2O	18,6	P_2O_5	17,40
CaO	4,7	SO_4	11,24
MgO	5,3	SiO_2	0,50
Fe_2O_3	1,51	Cl	14,36
Al_2O_3	2,58		

1.2.4 Variaciones en el contenido de aceite

La variabilidad del contenido de aceite es difícil de evaluar en este tipo de fruta; Slor y Spodheim, 1972, encontraron gran similitud en el contenido de tres variedades de palta en Israel, Tova con un 12-22%, Netain 12-20% y Horshim 12-25%. Mayores diferencias se encontraron en fruta de una misma variedad. El promedio de porcentaje de aceite para frutas de la variedad Lula con alto contenido fue de 15,8% y para las de menor contenido 11,1% (Hatton y Soule, 1957).

La localidad es otro factor determinante, por presentar diferencias de clima, suelo y manejo; Pearson, 1975, encontró contenidos de aceite para frutos Sud-Africanos de 40%, mientras que los datos más altos que se han encontrado para paltas de California son del orden del 31,6%; Biale y Young, 1971, señalan grandes variaciones de los niveles lipídicos en la madurez de variedades californianas, desde 8 a 31,6%; en Flo-

rida son más bajos, desde 4,7 a 18,8%.

El contenido de lípidos del mesocarpo aumenta rápidamente durante el desarrollo del fruto y lentamente una vez alcanzada la madurez (Kikuta y Erickson, 1968).

Otros estudios han determinado un continuo y rápido aumento de aceite desde los primeros estados de desarrollo hasta que los frutos estuvieron sobremaduros (El Barkouki, et al. 1970). Algunos investigadores no han observado cambios significativos en el porcentaje de aceite entre fruta cosechada antes de su época y fruta colectada después de la época de cosecha; sin embargo, se sabe ampliamente que las paltas al alcanzar una mayor madurez, su nivel de aceite aumenta significativamente (Hodgson, 1950).

Otro aspecto a considerar es el tamaño, por estar relacionado con la edad cronológica del fruto, de tal modo los frutos más grandes serían fisiológicamente más maduros y tendrían contenido más alto de aceite que los más pequeños (Hatton Jr. y Reeder, 1964). Estudios realizados en Inglaterra con fruta importada desde Sud Africa en el verano y desde Israel en invierno, determinaron como principal cambio experimentado a lo largo de 12 meses, el aumento de aceite extraído; para frutos Sud-Africanos desde 13 a 40% (58,5 a 82,0% de su peso seco) y para frutos de Israel desde 11 a 23% (50,2 a 74,2% de su peso seco) (Pearson,

1.2.5 Pardeamiento enzimático

La catalisis del pardeamiento enzimático, provocaría una pérdida del sabor y valor nutritivo, las polifenolasas (también designadas como polifenoloxidasas o fenolasas) están entre las enzimas más destructivas de la calidad en frutos y hortalizas; diferentes autores las han encontrado en peras, manzanas, champiñones, camotes y papas, (Knapp, 1965).

Las polifenolasas son enzimas con cobre, se han encontrado que compuestos tales como 1-fenil-1-tiourea, son inhibidores efectivos debido a que ligan dicho metal; el 4-chlororesorsinol inhibió las polifenolasas en papas y el floroglucinol en duraznos. Knapp, 1965, al trabajar con paltas Guatemaltecas y Antillanas determinó que los polifenoles presentes en mayor cantidad fueron el ácido nor-dihidrogairético, grupos difenólicos y catecol.

La susceptibilidad a la decoloración disminuye con la madurez de la fruta, pero aumenta con el tiempo de almacenaje; las sustancias fenólicas las cuales sirven de sustrato a las polifenoloxidasas presentan un comportamiento similar. Sin embargo, la actividad de las polifenoloxidasas aumentan con la madurez y disminuyen durante el almacenaje. La acumulación de compuestos fenólicos puede ser el resultado de la baja actividad de la polifenoloxidasa en almacenaje, los que a su vez acresentan la susceptibilidad a la decoloración por roce. Se ha encontrado que la decoloración es causada por una combinación de daños físicos y reacciones bioquímicas; un roce superficial seguido por la oxidación de compuestos fenólicos produjo la formación de sustancias color café; esta oxidación

fue catalizada por polifenoloxidasas, situaciones similares se han descrito en zanahoria, platanos y papas (Mellenthin y Wang, 1974).

1.3 MATERIALES Y METODOS

1.3.1 Localización del estudio y origen de la fruta

La presente investigación se realizó en los laboratorios de post-cosecha del Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, Santiago. Se utilizó fruta proveniente de la localidad de Peumo, provincia de O'Higgins en la VI Región del país, cosechada el 18 de junio de 1978. La fruta se obtuvo de árboles de la variedad Fuerte y de árboles injertados cuyas yemas provienen de selecciones locales de paltos de la raza Mexicana (productores directos) que han sido seleccionados a través de los años por los agricultores de la zona por características comerciales diferenciables.

1.3.2 Fruta utilizada

Se emplearon 280 paltas obtenidas de catorce tipos diferentes de árboles raza Mexicana y veinte frutos de la variedad Fuerte. Los quince tipos diferentes de frutos fueron:

- | | | |
|---------------------|----------------------|----------------|
| 1. Ampolleta grande | 6. Huevo de Perdiz | 11. Número Uno |
| 2. Ampolleta chica | 7. Lágrima | 12. Ortega |
| 3. Auger | 8. Marcina | 13. Peumina |
| 4. Chiclé | 9. Mexícola | 14. Torcaza |
| 5. Escondida | 10. Negra de la Cruz | 15. Fuerte |

1.3.3 Características botánicas

Se efectuaron evaluaciones para los siguientes aspectos de la fruta

Forma,

Peso total,

Area total,

Peso del exocarpo,

Area del mesocarpo,

Peso del mesocarpo,

Area de la semilla,

Peso de la semilla,

Color del exocarpo,

Textura del exocarpo,

Color del mesocarpo.

1.3.4 Características químicas

Se efectuaron evaluaciones para los siguientes aspectos del mesocarpo de la fruta:

Contenido de aceite,

Contenido de humedad,

Tiempo de pardeamiento.

1.3.5 Descripción de la Metodología

Para determinar la forma se utilizaron frutos completos y secciones longitudinales (plano polar) de ellos, los cuales se compararon con formas geométricas establecidas (circular, oval, piriforme, etc.). El peso total de cada fruto se obtuvo utilizando una balanza Ohaus de precisión 0,1 g; para los pesos de semilla y exocarpos se empleó una balanza Mettler H10W de precisión 0,0001 g; los pesos de mesocarpos se obtuvieron por diferencia.

Las diferentes áreas se midieron en base a secciones longitudinales de frutos con un planímetro tipo Bieguncnyr FLU N° 3380. La textura del exocarpo se determinó como Liso, Rugoso y sus estados intermedios mediante apreciaciones visuales y táctiles. El color se evaluó utilizando tablas específicas del Diccionario de Color (Maerz y Rea, 1930).

La humedad del mesocarpo se determinó colocando 25 g a estufa a 85°C hasta obtener peso constante, siendo éste de 48 horas (Horwitz, 1970). Para la extracción lipídica se utilizaron tres lavados por muestra, de 5 g del mesocarpo, con eter dietílico en el extractor Soxhlet a 60-80°C durante 8 horas cada uno (Lewis et al., 1978, modificado).

El cálculo de tiempo e intensidad de pardeamiento se obtuvo de fruta partida en mitades, en estas secciones se maceró la pulpa dejándola al medio ambiente durante cuatro horas. Se efectuaron evaluaciones cada 60 minutos, según la escala presentada en el Cuadro 6.

1.3.6 Análisis de datos

Para establecer las diferencias entre los tipos de fruta se realizó una prueba de F, utilizando la técnica de análisis de varianza; se escogieron 20 unidades, completamente al azar, por cada tipo de fruta.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Características botánicas de los frutos

Se presentó una gran variación en el peso de la fruta en los 14 clo-

CUADRO 6. Escala para medir la intensidad de pardeamiento, su alteración y aceptabilidad en la pulpa de fruta macerada de paltos (aguacates)

Nº	Descripción alteración	Aceptabilidad según apariencia	Número en tabla de color (1)
1	Sin alteración	Muy buena	17-C-2 10-I-1 18-F-3
2	Tejido vascular con pardeamiento incipiente	Buena	19-J-1
3	Tejido vascular con pardeamiento intenso	Aún aceptable	20- J
4	Pulpa con pardeamiento incipiente	No aceptable	22-L-1
5	Pulpa con pardeamiento generalizado	Mala	23-L-3
6	Pulpa negra	Muy mala	24-C-2

(1) Diccionario de color Maerz y Rea, 1930.

CUADRO 7. Peso total de la fruta de 14 clones de Paltos (Aguacates) Raza Mexicana cultivados en Chile y del clon Híbrido Fuerte, peso de sus componentes Mesocarpo, Exocarpo y Semilla (g) y porcentaje relativo de incidencia de c/u de ellos (1).

Clones Nº Nombre	Mesocarpo (g)	%	Exocarpo (g)	%	Semilla (g)	%	Total (g)
4 Chicle	65,2	71,9 d	8,1	8,9 a	17,4	19,2 b	90,7 a
6 Huevo de Perdiz	65,0	65,0 b	7,5	7,5 a	27,5	27,5 d	100,0 a
13 Peumina	77,6	66,0 b	9,7	8,2 a	30,3	25,8 d	117,6 a
8 Marcina	83,9	65,2 b	7,3	5,6 a	37,6	29,2 d	128,8 a
12 Ortega	87,9	67,2 b	7,6	5,8 a	35,3	27,0 d	130,8 a
2 Ampolleta chica	87,7	66,1 b	10,0	7,3 a	36,1	26,6 d	135,8 a
11 Número uno	89,9	66,0 b	9,2	6,7 a	37,2	27,3 d	136,2 a
7 Lagrima	94,7	67,1 b	12,7	9,0 a	33,7	23,9 d	141,1 a
5 Escondida	86,2	60,8 a	10,9	7,7 a	44,7	31,5 d	141,8 a
3 Auger	108,0	75,5 f	10,9	7,6 a	24,2	16,9 a	143,1 a
14 Torcaza	112,8	76,5 f	12,2	8,3 a	22,4	15,2 a	147,4 a
1 Ampolleta grande	114,4	68,0 b	11,2	6,6 a	42,7	25,4 d	168,3 b
10 Negra de la Cruz	145,2	69,5 c	20,5	9,8 a	43,3	20,7 c	209,0 c
9 Mexicola	151,3	65,1 b	10,5	4,5 b	70,7	30,4 d	232,5 c
15 Fuerte	230,1	74,2 e	28,5	9,2 a	51,5	16,6 a	310,1

(1) En las columnas, distintas letras indican diferencias significativas al 0,05 ($P \leq 0,05$).

nes de la Raza Mexicana. Comparativamente el clon híbrido Fuerte presentó la fruta de mayor tamaño con 310.1 g (Cuadro 7). Dos clones presentaron frutos con un peso inferior a 110,0 g Chile y Huevo de Perdiz, nueve se encuentran ubicados entre 110 y 150 g de peso y solamente 3 de los clones de raza Mexicana presentaron pesos de frutos superior a 150 g., estos fueron Ampolleta Grande (168,3 g), Negra de la Cruz (209,0 g) y Mexicola (232,5 g) cuyos rangos de variación en peso, en relación a la variación de peso total de toda muestra fueron distintas. ($P \leq 0,05$)

En relación al peso de la semilla la variación fluctuó entre 17,4 g (Chicle) a 70,7 g (Méxicola). Solamente 3 clones presentaron pesos de semilla inferior a 25 g; 7 clones entre 25 y 35 g; 4 entre 35 y 45 g y sólo uno de 70,7 g que fue el de mayor peso (Cuadro 7). Sin embargo la influencia de peso de semilla en el total del peso del fruto, nos proporcionan cuatro grupos que son significativamente distintos entre sí. En el primer grupo el peso del carozo constituye entre el 15% y 17% del peso total (Fuerte, Auger y Torcaza); con una incidencia del 19,2% se presentó el clon Chicle; con un 10,7% el clon Negra de la Cruz; el resto de los diez clones presentaron de un 25,4 a 32% de incidencia del carozo en el peso total del fruto.

El mesocarpo también dio diferencias en su peso entre clones y en la incidencia en el peso total del fruto. La variación del peso de pulpa fue entre 65,0 y 230 g. Los clones que presentaron la mayor cantidad de pulpa, en relación al peso total, fueron Negra de la Cruz (70%), Chicle (71,9%), Fuerte (74,2%), Auger (75,5%) y Torcaza (76,5%). El resto

de los clones presentó una proporción de pulpa entre 60 y 68%, que fueron diferentes con los cinco anteriores ($P \leq 0,05$)

Muchos menos variación entre clones presentaron los pesos de los exocarpos en su incidencia del peso total del fruto, variando entre 5,6% a 9,8%. El clon Mexícola presentó el menor valor porcentual de exocarpio por fruto con un 4,5% (Cuadro 7). La relación porcentual de incidencia de los parámetros medidos, semilla, mesocarpo y exocarpo se presenta en la Fig. 1.

Según la medida del área total de la fruta, efectuada en el corte longitudinal (de ápice a base), podemos dividir las frutas en 5 categorías de (Fig. 3). Los clones agrupados en estas categorías son los siguientes: Categoría 1 (área entre 29,3 y 33,6 cm²): Huevo de Perdiz (N° 6), Ampolleta Chica (N° 2), Ortega (N° 12) y Chicle (N° 4). Categoría 2 (Área entre 36,8 a 40 cm²): Marquina (N° 8), Peumina (N° 13), Auger (N° 3) y Econdida (N° 5). Categoría 3 (área entre 44,17 y 50 cm²): Número uno (N° 11), Torcaza (N° 14), Ampolleta Grande (N° 1), Lágrima (N° 7) y Mexícola (N° 9). Categoría 4 (58,8 cm²): Negra de la Cruz (N° 10). Categoría 5 (72,5 cm²): Fuerte (N° 15).

Sin embargo, a pesar de existir diferencias marcadas entre los frutos según el área total medida, que nos da una idea de tamaño no se encontraron diferencias significativas entre las relaciones del área de pulpa sobre el área total. La variación numérica de esta relación para todos los frutos muestreados fue entre 59,6 y 74,2 (Cuadro 8).

Fig. 1. Distribución porcentual de semilla, mesocarpo y exocarpo en fruta de 14 clones de paltos (aguacate) raza Mexicana y del híbrido Fuerte, cultivados en la zona de Peumo, Chile.

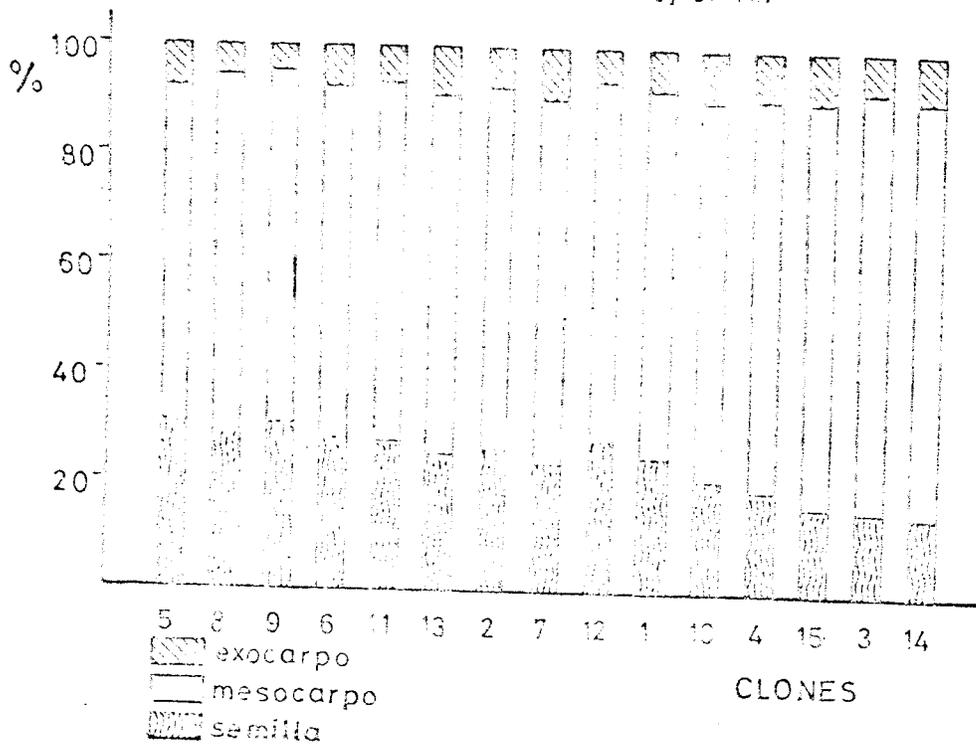
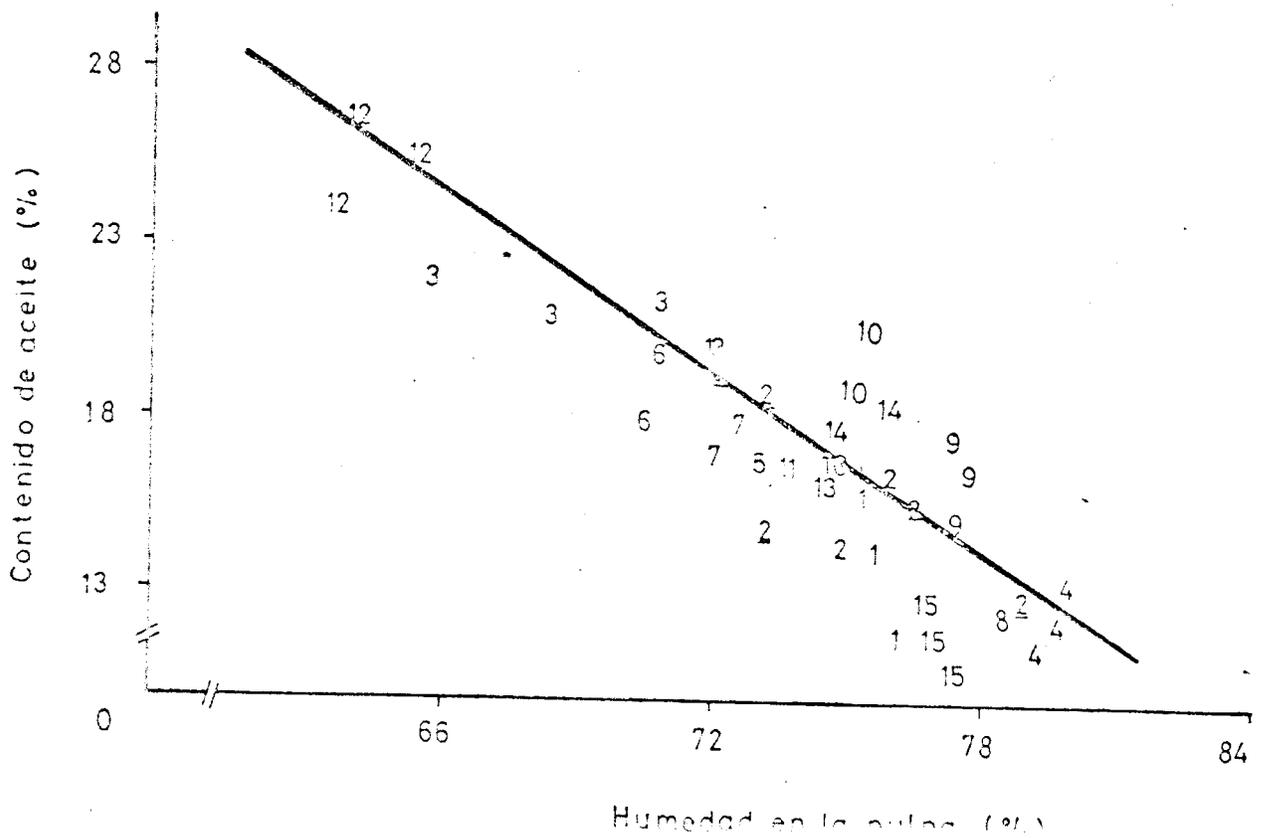
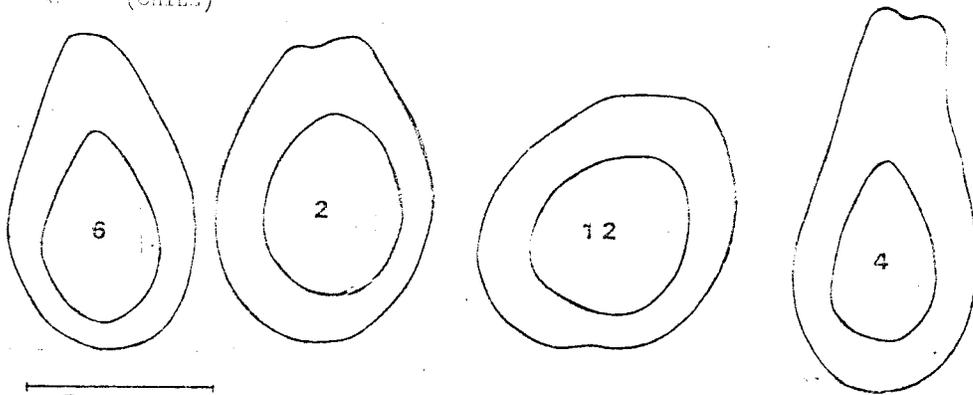


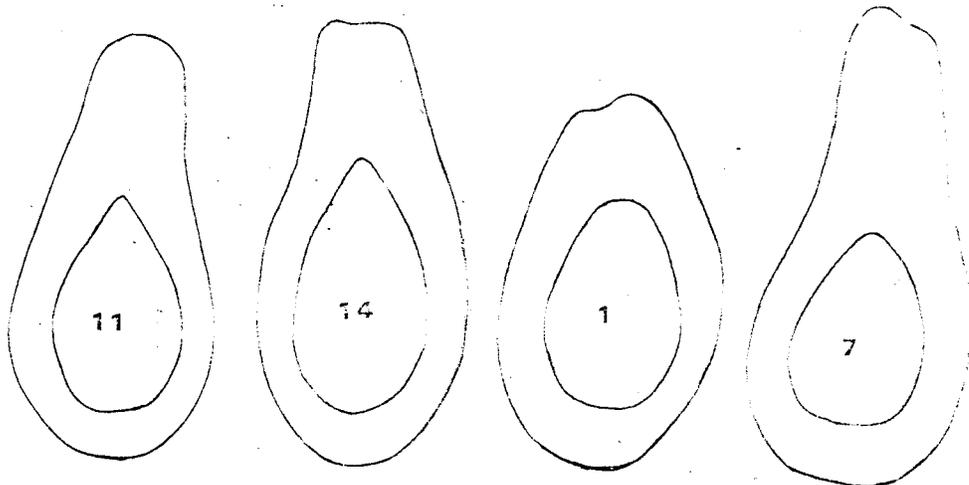
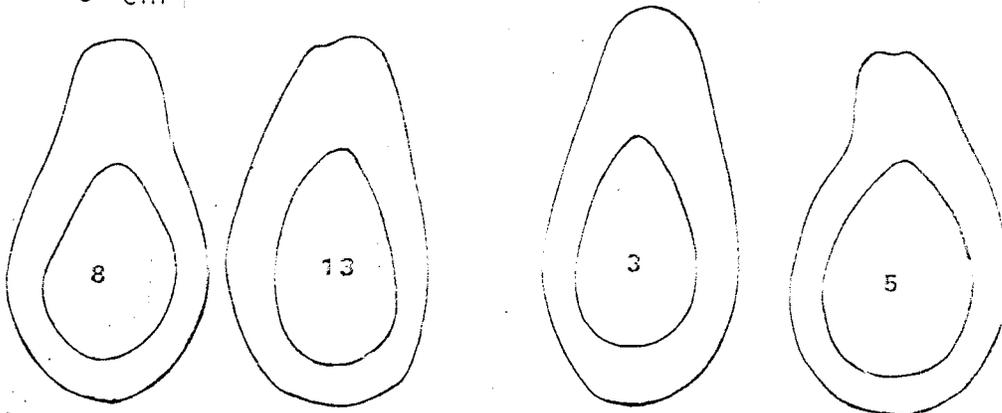
Fig. 2. Relación entre humedad de la pulpa y contenido de aceite (% P.F.) en frutos de 14 clones de paltos (aguacate) raza Mexicana y del clon híbrido Fuerte, cultivados en Peumo (CHILE)



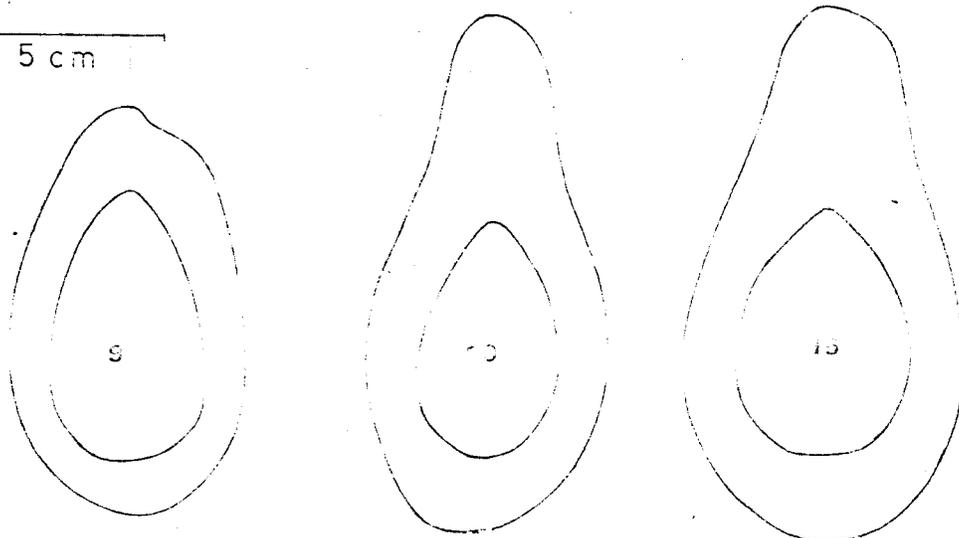
(CHILE)



5 cm



5 cm



Con excepción del clon Ortega todo el resto de los clones de raza Mexicana presentan frutos con color de piel negro violáceo a negro rojo violáceo. Existen diferencias muy sutiles en coloración entre estos dos extremos, presentándose en algunas oportunidades claros tintes rojizos. El color detectado en cada clon, es el de la fruta madura, puesto que durante el período de cosecha, que puede ser de varios meses, en un principio la fruta puede presentar coloración interferida por los pigmentos verdes (clorofila).

El color amarillo de la pulpa se puede, en general, considerar similar, y se presenta más homogéneo que el color de la piel en los distintos clones. Sin embargo se pueden notar diferencias en relación al amarillo; un amarillo blanquecino o amarillo lechoso, típico de los clones Peumina, Lágrima y Negra de la Cruz; clones que presentan una pulpa de color amarillo verdoso, Ampolleta chica, Ampolleta grande, Chicla, Marcina y Número uno. El color típico amarillo que presenta el clon híbrido Fuerte, se encontró en los seis clones restantes (Cuadro 8).

El color de la pulpa, observado al corte aparece siempre con unos milímetros inmediatamente bajo la piel de color verde intenso; este sector no se consideró en la evaluación, solamente la región media y próxima a las semillas, que en todas las muestras era uniformes. Los colores, tanto para piel como pulpa, se efectuaron en forma descriptiva, asociando ellos a los colores estandares del diccionario de color (Maerz y Rea, 1930), para una referencia más estandarizada. La relación entre los colores puros del diccionario de color y los encontrados, a pesar de que varían sutilmente en algunos casos, representan lo observado con un razonable margen de seguridad.

CUADRO 8. Descripción del fruto de 14 clones de paltas (Aguaicate) raza Mexicana y del híbrido Fuerte cultivados en Peumo (Chile) según forma, relación área pulpa/área total, textura de la piel, color de la piel y color de la pulpa.

N° Clones Nombre	Forma	Relación Área pulpa Área total	Textura de la piel	Color de la piel		N° en tabla de color (1)	Color de pulpa		N° en Tabla de color (1)
				Descripción	Descripción		Descripción	Descripción	
12 Ortega	Redonda	64.1	Lisa	Verde (v.oscuro)	Amarillo	23-J-9	Amarillo		10-I-1
2 Anpolleta chica	Redonda-ovalada	60.8	Semi-lisa	Negro-violáceo	Amarillo verdoso	48-H-12	Amarillo verdoso		18-F-3
1 Anpolleta grande	Ovalada	64.0	Semi-rugosa	Negro-violáceo	Amarillo verdoso	48-H-12	Amarillo verdoso		12-F-3
9 Mexicola	Ovalada	62.2	Lisa	Pardo-rojizo oscuro	Amarillo	48-L-3	Amarillo		10-I-1
13 Feumina	Ovalada	65.7	Semi-lisa	Negro-rojo-violáceo	Amarillo blanquecino	56-E-12	Amarillo blanquecino		17-C-2
6 Nuevo de Perdiz	Oval-piriforme	63.1	Lisa	Pardo-rojizo oscuro	Amarillo	48-L-3	Amarillo		10-I-1
3 Auger	Oval-piriforme	70.8	Lisa	Pardo-rojizo oscuro	Amarillo	47-J-2	Amarillo		10-I-1
4 Chicile	Piriforme	73.8	Lisa	Negro violáceo	Amarillo verdoso	48-H-12	Amarillo verdoso		18-F-3
5 Escondida	Piriforme	59.6	Semi-rugosa	Negro violáceo	Amarillo	48-H-12	Amarillo		10-I-1
7 Lagrima	Piriforme	76.1	Semi-rugosa	Negro violáceo	Amar. blanquecino	48-H-12	Amar. blanquecino		17-C-2
8 Marcina	Piriforme	63.8	Lisa	Pardo-rojizo-oscuro	Amar. verdoso	47-J-2	Amar. verdoso		18-F-3
10 Negra La Cruz	Piriforme	70.0	Semi-rugosa	Negro-rojo-violáceo	Amar. blanquecino	56-E-12	Amar. blanquecino		17-C-2
11 Número uno	Piriforme	66.8	Lisa	Negro violáceo	Amar. verdoso	48-H-12	Amar. verdoso		18-F-3
14 Torcaza	Piriforme	67.7	Lisa	Pardo-rojizo oscuro	Amarillo	48-L-3	Amarillo		10-I-1
15 Fuerte	Piriforme	74.2	Semi-rugosa	Verde (verde oscuro)	Amarillo	23-J-9	Amarillo		10-I-1

(1) Diccionario de Color, MAEIZ y REA, 1930.

1.4.2 Características químicas de los frutos

El contenido de aceite de los distintos clones se presenta en el Cuadro 9. No hay diferencias significativas al expresar los valores en porcentaje de peso seco de la pulpa. Sin embargo los valores fluctuaron entre 56,7% (Peumina) y 72,9% (Torcaza). En cambio al expresarlo en base a peso fresco se encuentran dos clones que tienen diferencias significativas con el resto, Ortega (25,2%) y Auger (21,4%).

CUADRO 9. Contenido de aceite (% Peso fresco (P.F.) y Peso Seco (P.S.)) y humedad de la pulpa de frutas de 14 clones de paltos (Aguacate) raza Mexicana y del Híbrido Fuerte cultivados en Peumo (Chile)

Nº	Clones Nombres	Aceite % P.F.	Aceite % P.S.	Humedad %
15	Fuerte	11,8 a ⁽¹⁾	69,1	77,0
4	Chicle	12,2 a	62,7	79,6
8	Marcina	12,6 a	60,1	78,7
1	Ampolleta Grande	14,2 a	57,9	75,6
2	Ampolleta Chica	15,4 a	64,0	75,8
9	Mexicola	16,1 a	71,2	77,4
5	Escondida	17,0 a	63,5	73,1
11	Número uno	17,1 a	63,8	73,3
14	Torcaza	17,7 a	72,9	75,2
13	Peumina	18,2 a	56,7	68,9
7	Lágrima	18,2 a	64,8	72,1
10	Negra La Cruz	19,0 a	67,3	75,0
6	Huevo de Perdiz	19,2 a	67,3	71,0
3	Auger	21,4 b	68,2	68,3
12	Ortega	25,2 c	71,2	64,2

(1) Promedios en la columna seguidas de distintas letras indican diferencias a $P \leq 0,05$.

El contenido de humedad se presentó en todos similar, sin presentar diferencias al $P \leq 0,05$. Sin embargo existe una clara correlación entre el contenido de humedad y el porcentaje de aceite presente en la pulpa fresca de los clones estudiados ($r = -0,788$) Fig. 2.

En relación al pardeamiento de la pulpa, que se produce al estar en contacto con el aire, y que constituye un factor bastante importante de calidad, se presentaron variaciones considerables entre los distintos clones (Cuadro 6). Para el análisis se agruparon según su color inicial de pulpa (Cuadro 8), en amarillo-blanquecino (Fig. 4), amarilla (Fig. 5) y amarillo verdoso (Fig. 6). Del total de clones, Negra de la Cruz, Peumina, Fuerte y Auger fueron los que presentaron un menor índice de pardeamiento, llegando en el peor de los casos a presentar pardeamiento incipiente de los haces vasculares de la pulpa a las 4 horas de exposición. La excepción la constituye el clon Auger que no mostró alteración alguna en el tiempo señalado.

En cambio el clon Ortega presentó la pulpa con pardeamiento generalizado a los 60 minutos de exposición al aire, y a las 4 horas un 100% de la pulpa negra. El mismo comportamiento a las 4 horas lo presentaron los clones Escondida, Marcina, Ampolleta chica y Número uno. El resto de los clones se comportó en forma intermedia alcanzado Chicle, Huevo de Perdiz y Lágrima el estado de pulpa con pardeamiento incipiente a las 4 horas.

Es interesante notar la diferencia en el inicio de los síntomas de pardeamiento, puesto que algunos clones, empiezan a cambiar de color casi inmediatamente de iniciar la exposición al aire. Otro, como el caso

Fig. 4 Intencidad de pardeamiento en pulpa de palta; de color inicial amarillo-blanquizco, expuesta a medio ambiente.

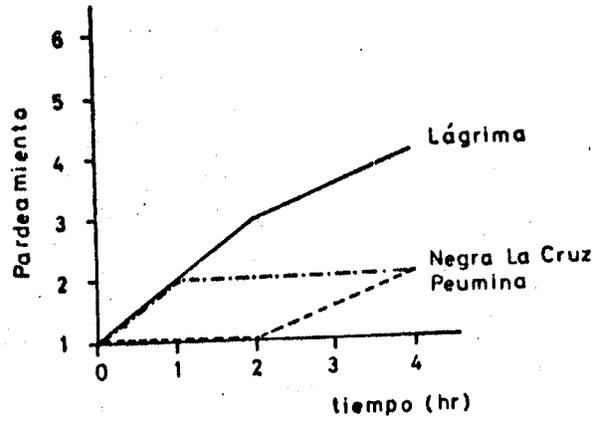


Fig. 5 Intencidad de pardeamiento en pulpa de palta, de color amarillo, expuesta a medio ambiente.

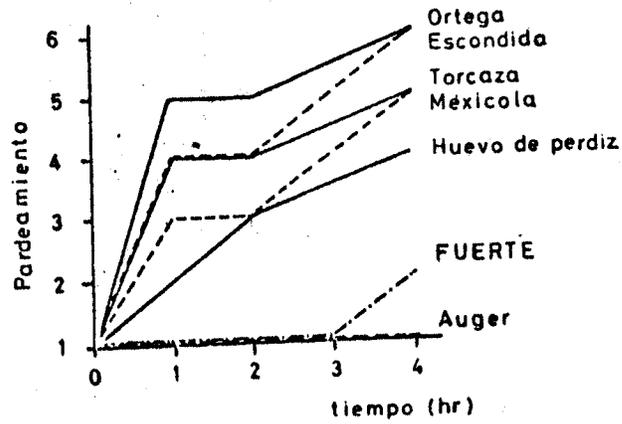
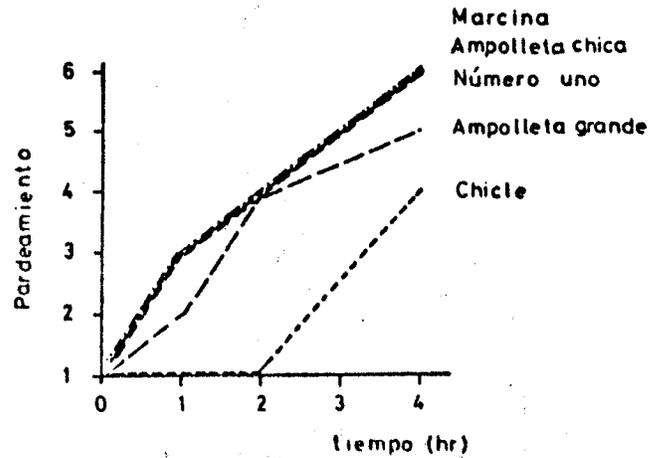


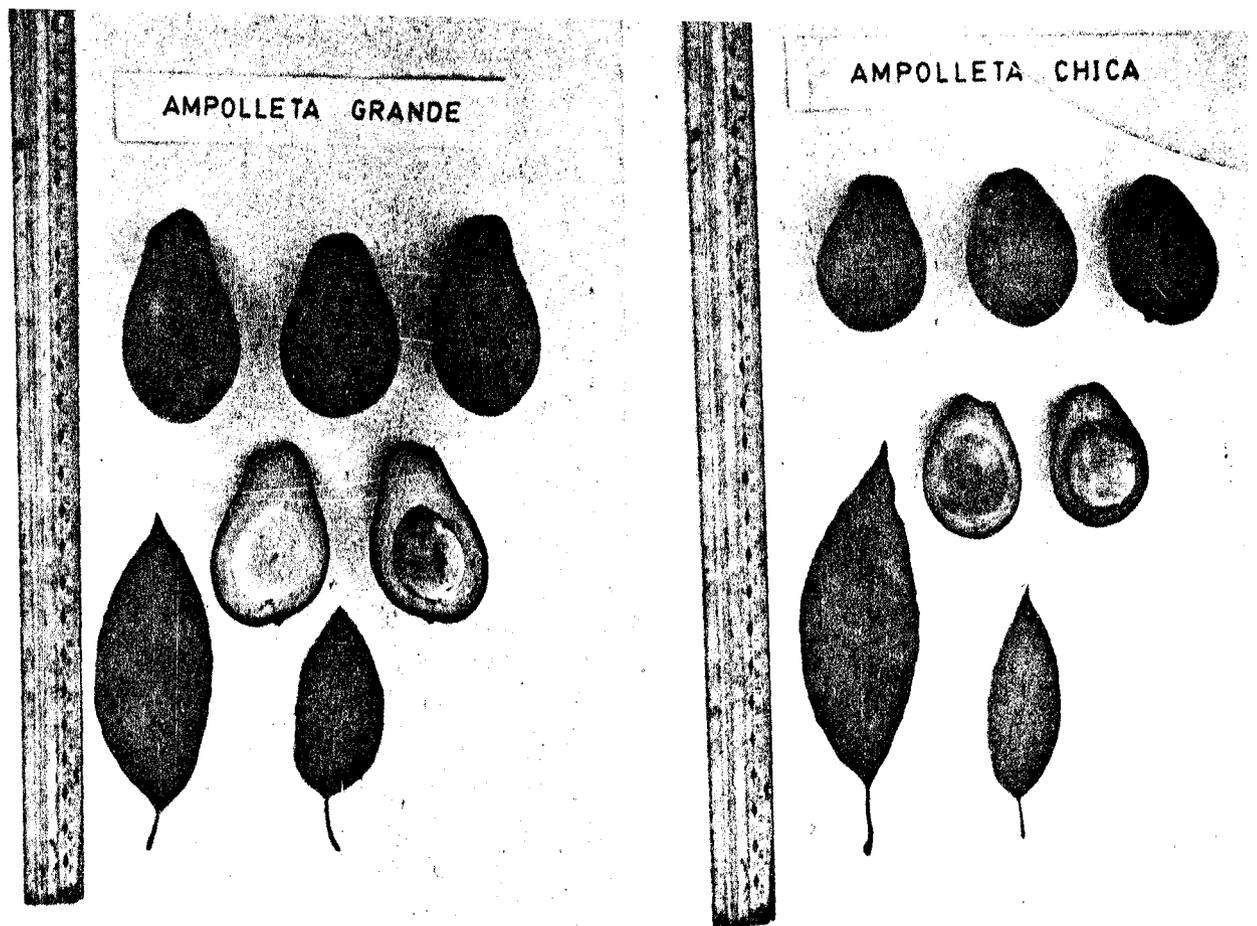
Fig. 6 Intencidad de pardeamiento de pulpa de palta, de color amarillo-verdoso, expuesta a medio ambiente.



de Chicle y Peumina, inician los síntomas visibles después de dos horas de exposición. Sin embargo, la velocidad de la reacción de cambio de color es más lenta en Peumina que alcanza en las dos horas siguientes solamente un pardeamiento incipiente en el tejido vascular, mientras que en Chicle en el mismo tiempo, además de presentar un pardeamiento intenso en el tejido vascular, lo presenta incipiente y generalizado en la pulpa.

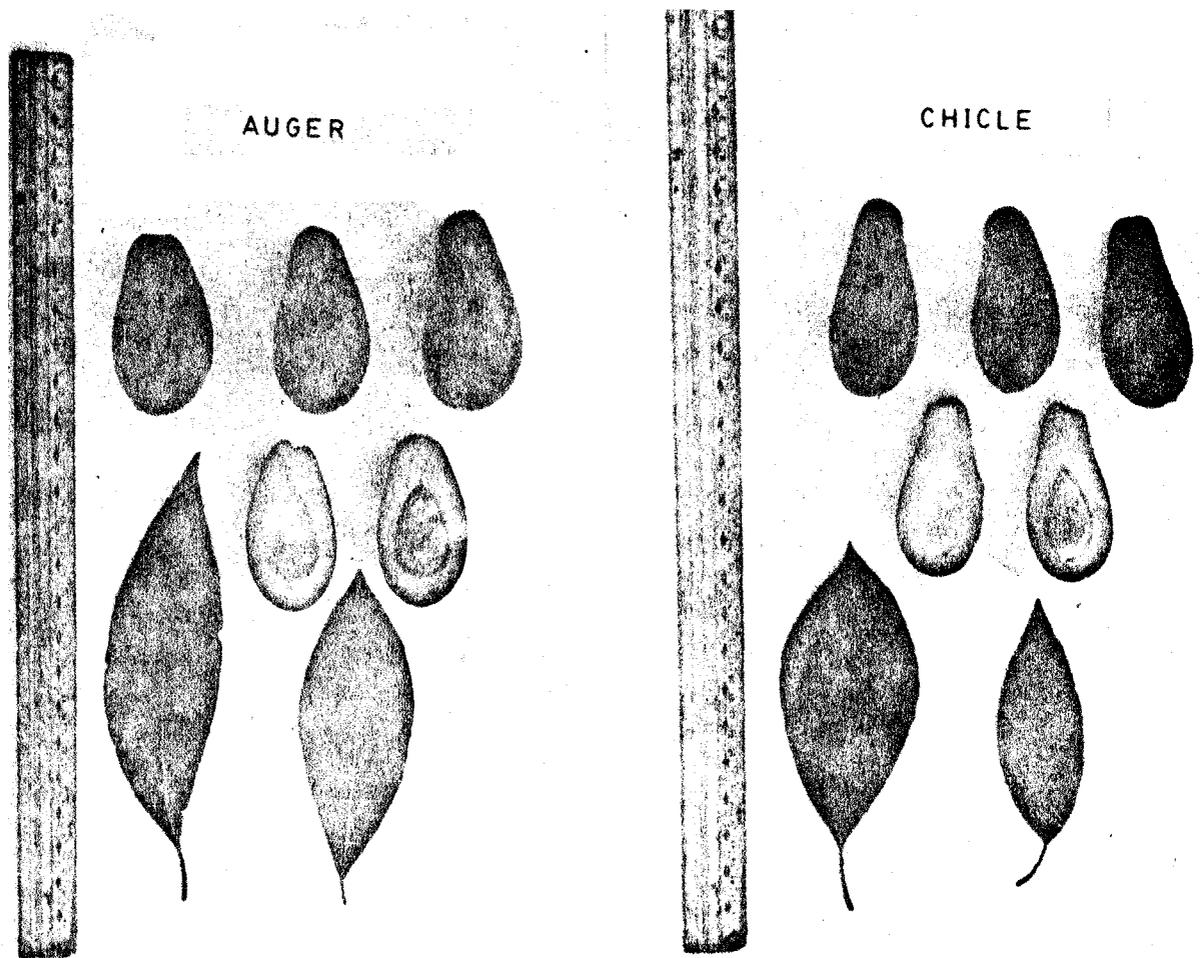
En las frutas seccionadas longitudinalmente y sin macerar la pulpa, se observó en todos los casos que el pardeamiento se inicia en los haces vasculares y al generalizarse se presenta en la pulpa. La primera zona que inicia el pardeamiento es la parte distal (base). El clon híbrido Fuerte denota inicios de alteración después de 3 horas de exposición. Otros, como el clon Negra de la Cruz, manifiesta un pardeamiento inicial rápido alcanzando en la primera hora un pardeamiento incipiente en su tejido vascular, que se mantiene sin alteración durante las 3 horas siguientes.

1.4.3 Descripción de los frutos



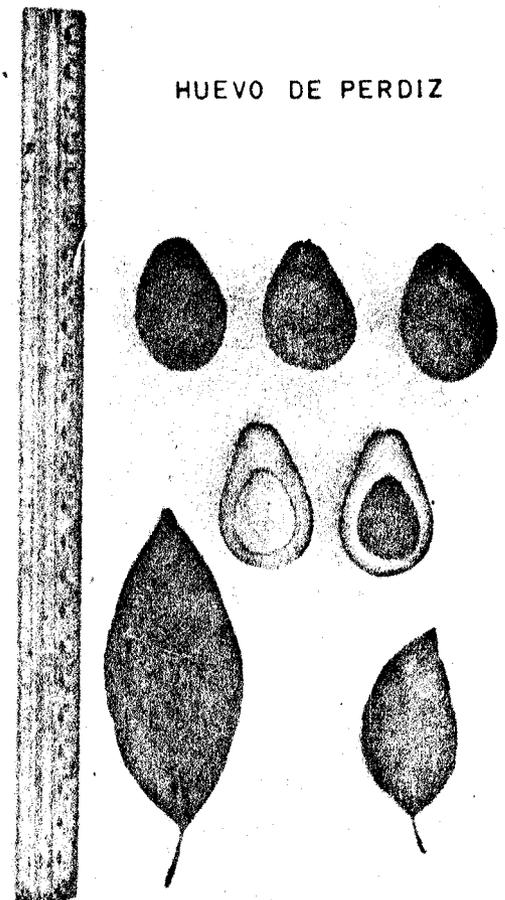
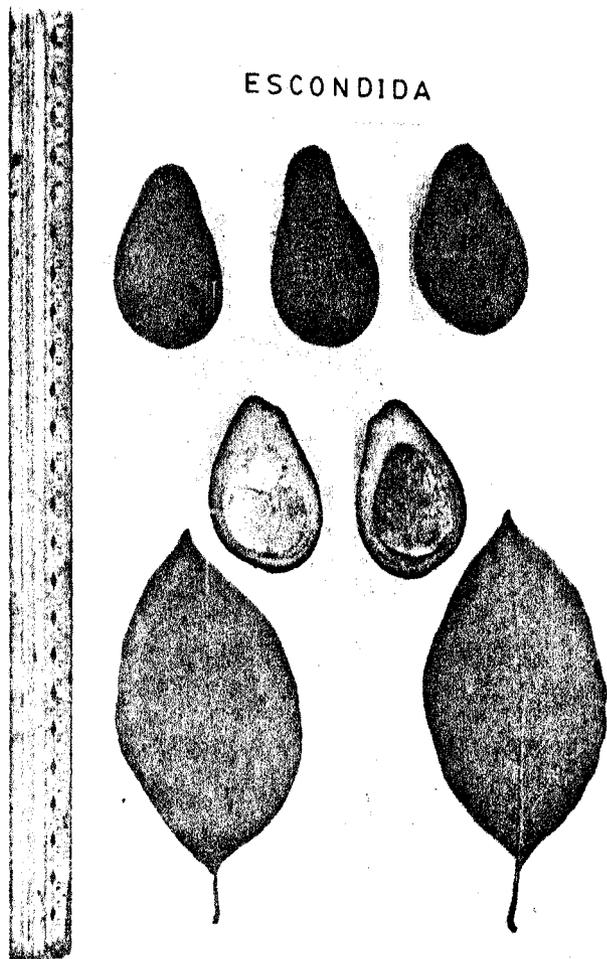
Ampolleta Grande. Fruto ovoide de peso promedio 168,3 g, piel semirugosa, negra violácea, fluctúa en un 6,6% del peso total. La pulpa amarilla verdosa, tiene un contenido de aceite de 14,2% y una humedad de 75,6%, representa el 68,0% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 5 (véase Cuadro 6.) a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 25,4% del peso del fruto.

Ampolleta Chica. Fruta redondeada ovalada de peso promedio 135,8 g, piel semi lisa, negra violácea, fluctúa en un 7,3% del peso total. La pulpa amarilla verdosa, tiene un contenido de aceite de 15,4% y una humedad de 75,8%; representa el 66,1% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 6 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 26,6% del peso del fruto.



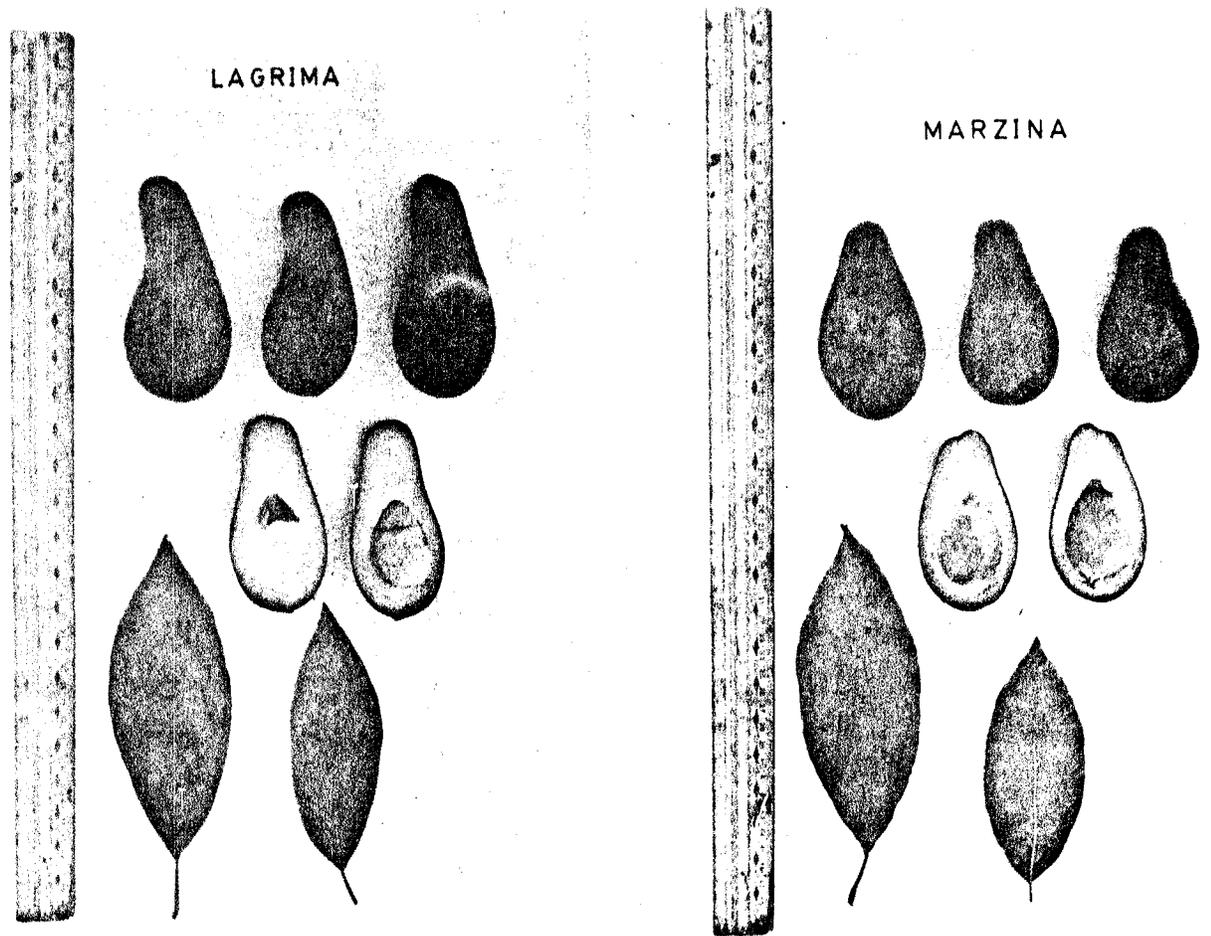
Auger. Fruto ovalado piriforme de peso promedio 143,1 g, piel lisa de color pardo rojizo oscuro, fluctúa en un 7,6% del peso total. La pulpa amarilla, tiene un contenido de aceite de 21,4% y una humedad de 68,3%, representa el 75,5% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 1 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 16,9% del peso del fruto.

Chicle. Fruto piriforme de peso promedio 90,7 g, piel lisa, negra violácea, fluctúa en un 8,9% del peso total. La pulpa amarilla verdosa, tiene un contenido de aceite de 12,2% y una humedad de 79,6%, representa el 71,9% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 4 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 19,2% del peso del fruto.



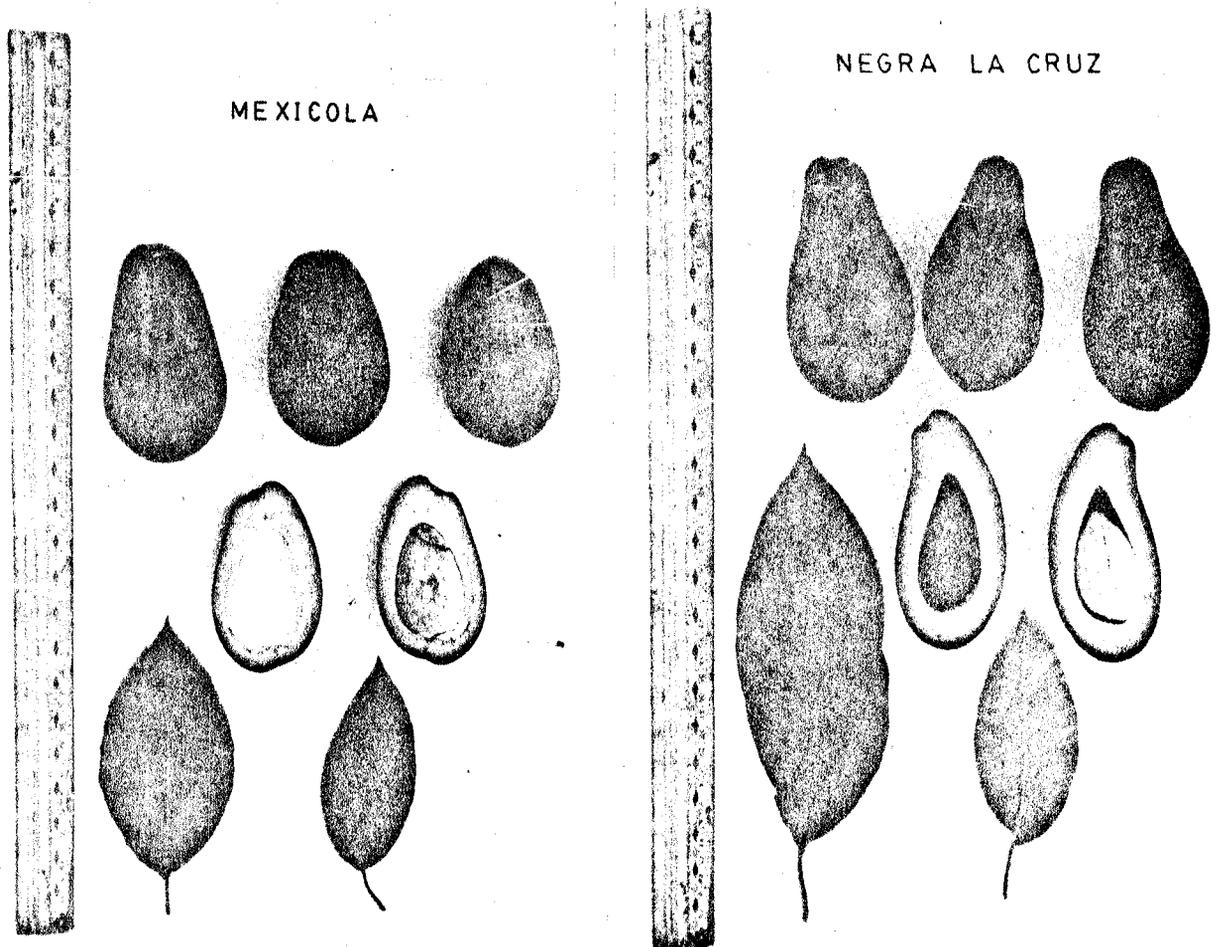
Escondida. Fruto piriforme de peso promedio 141,8 g, piel semi-rugosa, negra violácea, fluctúa en un 7,7% del peso total. La pulpa amarilla, tiene un contenido de aceite de 17,0% y una humedad de 73,1%; representa el 60,8% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 6 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 31,5% del peso del fruto.

Huevo de Perdiz. Fruto ovalado piriforme de peso promedio 100,0 g, piel lisa, de color pardo rojizo oscuro, fluctúa en un 7,5% del peso total. La pulpa amarilla, tiene un contenido de aceite de 19,2% y una humedad de 71,0%, representa el 65,0% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 4 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 27,5% del peso del fruto.



Lágrima. Fruto piriforme de peso promedio 141,1 g, piel semirugosa, negra violácea, fluctúa en un 9,0% del peso total. La pulpa amarilla blanquecina, tiene un contenido de aceite de 18,2% y una humedad de 72,1% representa el 67,1% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 4 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 23,9% del peso del fruto.

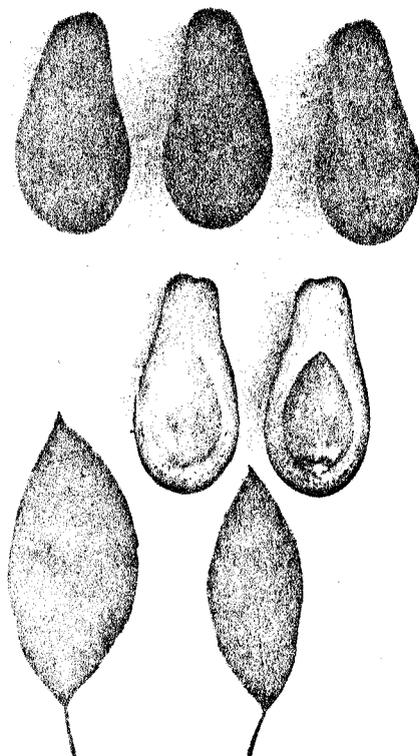
Marcina. Fruto piriforme de peso promedio 128,8 g, piel lisa, de color pardo rojizo oscuro, fluctúa en un 5,6% del peso total. La pulpa amarilla verdosa, tiene un contenido de aceite de 12,6% y una humedad de 78,7%, representa el 65,2% del peso total. Muestra pardeamiento N° 6 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 29,2% del peso del fruto.



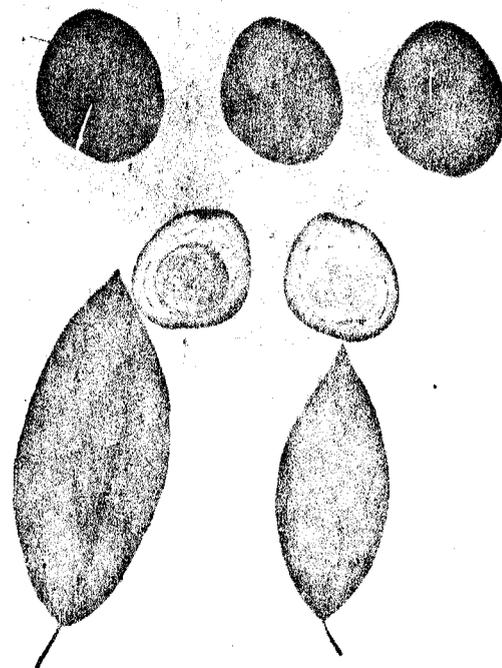
Mexicola. Fruto ovalado de peso promedio 232,5 g, piel lisa, de color pardo rojizo oscuro, fluctúa en un 4,5% del peso total. La pulpa amarilla, tiene un contenido de aceite de 16,1% y una humedad de 77,4%; representa el 65,1% del peso total. Muestra pardeamiento N° 5 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 30,4% del peso del fruto.

Negra de la Cruz. Fruto piriforme de peso promedio 209,0 g, piel semirugosa de color negra rojiza violácea, fluctúa en un 9,8% del peso total. La pulpa amarilla blanquecina, tiene un contenido de aceite de 19% y una humedad de 75,0%; representa el 69,5% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 2 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 20,7% del peso del fruto.

NUMERO 1

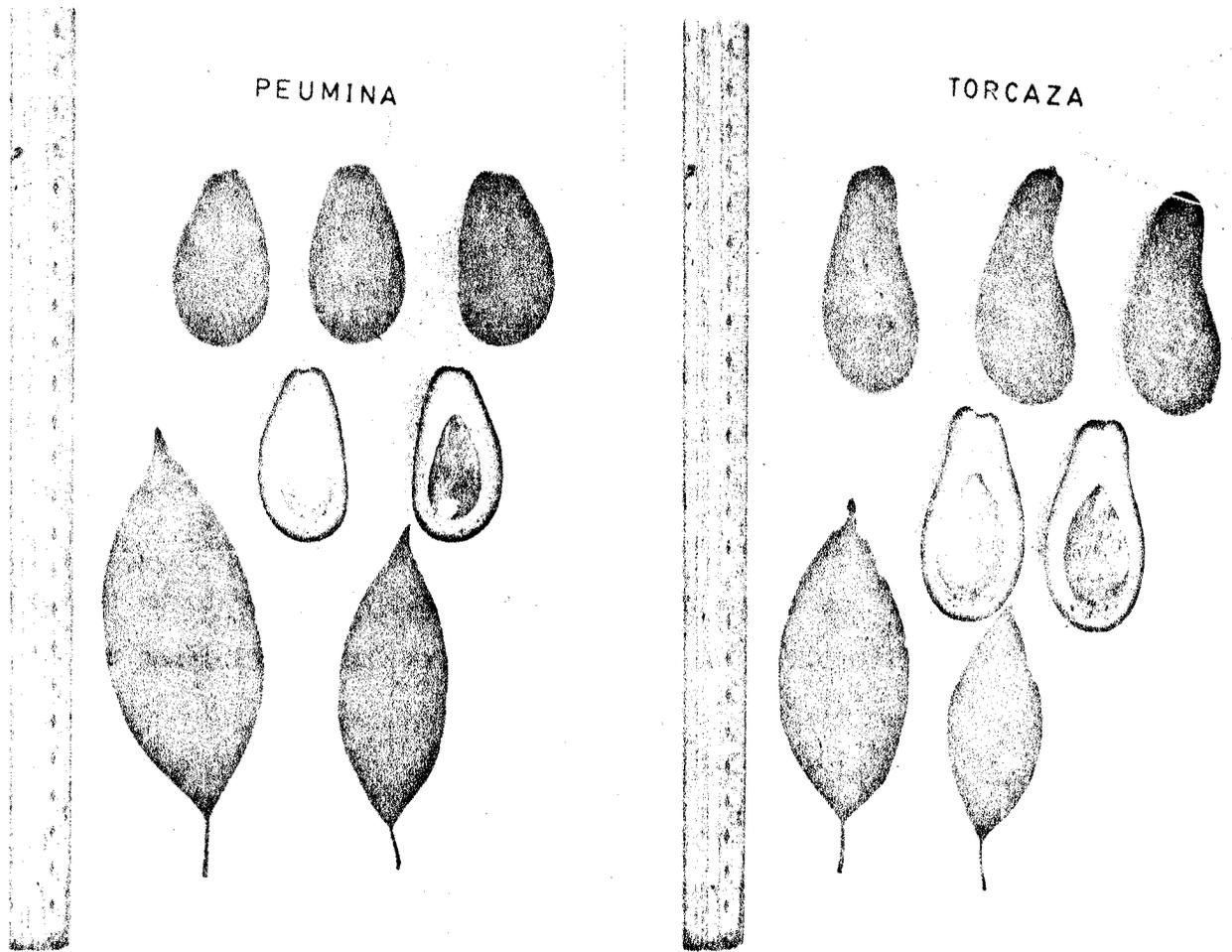


ORTEGA



Número Uno. Fruto piriforme de peso promedio 136,2 g, piel lisa, negra violácea, fluctúa en un 6,7% del peso total. La pulpa amarilla verdosa, tiene un contenido de aceite de 17,1% y una humedad de 73,3%; representa el 66,0% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 6 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 27,3% del peso del fruto.

Ortega. Fruto redondeado de peso promedio 130,8 g, piel lisa, verde, fluctúa en un 5,8% del peso total. La pulpa amarilla tiene un contenido de aceite de 25,2% y una humedad de 64,2%, representa el 67,2% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 6 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 27,0% del peso del fruto.



Peumina. Fruto ovalado de peso promedio 117,6 g, piel semilisa, de color negro rojizo violáceo, fluctúa en un 3,2% del peso total. La pulpa amarilla blanquecina tiene un contenido de aceite de 18,2% y una humedad de 68,9%, representa el 66,0% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 2 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa un 25,8% del peso del fruto.

Torcaza. Fruto piriforme de peso promedio 147,4 g, piel lisa, de color pardo rojizo oscuro, fluctúa en un 8,3% del peso total. La pulpa amarilla tiene un contenido de aceite de 17,7% y una humedad de 75,2%; representa el 76,5% del peso total. Muestra un pardeamiento N° 5 a las cuatro horas de exposición al aire. Su semilla ocupa el 15,2% del peso del fruto.

1.5 DISCUSION

Las características descriptivas botánicas y químicas de frutos de clones identificables de paltos de raza Mexicana cultivados en Peumo (Chile) han sido presentados. Estos clones han sido seleccionados durante más de 100 años por agricultores locales por características que ellos han considerado comerciales. Sin embargo no existe una descripción más detallada de sus características, y en el manejo comercial actual presentan algunas deficiencias.

Si la selección se hace por tamaño de fruta, todos los clones analizados presentan fruta de inferior tamaño en relación al clon híbrido Fuerte. Sin embargo se podrían estimar interesante los clones Mexícolita, Negra de la Cruz y Ampolleta Grande. Estos son los más difundidos de los 14 clones analizados, existiendo plantaciones comerciales de ellos en distintas localidades. Sin embargo, este criterio de selección ha sido solamente por aspecto externo, puesto que el clon Mexícolita, uno de los más plantados comercialmente de este grupo, presenta un 30,4% de su peso en semilla, teniendo por lo tanto menor porcentaje comestible que otros clones; además presenta una velocidad alta de pardeamiento de su pulpa, y no se destaca por el contenido de aceite en relación a otros clones.

Al analizar la relación pulpa-carozo, que determina el porcentaje de parte comestible de la fruta hay dos clones que presentarían una mejor relación que el híbrido Fuerte; estos son Auger y Torcaza secundariamente Chicle y Negra de la Cruz que están inmediatamente bajo los valores de Fuerte.

En relación a la forma y considerando la Fuerte como típica (piriforme) la mitad de los clones tiene esta forma en sus frutos. Puede también ser atractiva comercialmente la forma oval-piriforme que fueron presentados por dos de los clones. En relación al color de la piel, la preferencia por las paltas de este tipo indica que la selección natural de los agricultores ha tendido al color negro-rojizo con la sola excepción del clon Ortega. El color de pulpa presentó menor variación, siendo todos ellos atractivos.

Uno de los factores que puede eliminar la fruta comercialmente es la velocidad de pardeamiento de la pulpa. Según esto, solamente los clones Negra de la Cruz, Peumina y Auger presentan condiciones aceptables. El pardeamiento se produce por la oxidación de los fenoles por la enzima polifenol-oxidasa. Esta enzima ha sido encontrada en paltas y se demostró la preferencia por sustrato con algunos fenoles (Knapp, 1965). Se puede sugerir que la velocidad de pardeamiento pudiera estar relacionada con el fenol presente en la fruta, puesto que Knapp, 1965 demostró (Cuadro 10) que habría diferentes reacciones según el sustrato que estuviera presente.

El contenido de aceite es de bastante importancia porque está relacionado con la madurez y la palatabilidad de la fruta. Hodgkins, 1939, estableció una relación directa entre el contenido alto de aceite y una preferencia en el consumidor. Estudios realizados en Florida por Brooke, 1959, indican que la aceptabilidad del consumidor por la fruta se produciría con un contenido de aceite sobre 8%. En nuestro caso todos los clones analizados están sobre el 8% mínimo establecido para California como criterio de cosecha.

CUADRO 10. Especificidad de substrato de la polifenol oxidasa aislada de paltos (aguacates) (Knapp, 1965)

Substrato	Velocidad relativa de reacción
Catecol	100
Acido chlorogenico	33
Acido cafeico	33
Catequina	81
Dihidroxifenilamina	12
Quercetina	6
Hidroquinona	0
Resorsinol	0

Sin embargo, El Barkouki, et al., 1970, señalan que al emplear este standar propuesto por U.S.D.A. reduce la calidad del fruto; se recomienda que fruta del clon Fuerte se corte para exportación al alcanzar un 15-17% de aceite; al considerar un 17% de aceite nueve clones del estudio cumplirían este requisito, siendo significativamente más altos los clones Ortega y Auger. También se debería considerar secundariamente Huevo de Perdiz, Negra de la Cruz, Lágrima y Peumina.

Según las características analizadas los clones más promisorias serían Negra de la Cruz que se destaca por sus características de tamaño (peso) relación pulpa carozó, reacción tardía al pardeamiento y un contenido de aceite relativamente bueno. El clon Auger, aunque de menor tamaño, presenta las mismas cualidades, siendo su contenido de

aceite el segundo más alto de los clones estudiados.

Es interesante analizar algunas características sobresalientes parciales de los otros clones, que presentan el resto de sus condiciones de menor aceptación. El caso del clon Ortega que contiene el mayor porcentaje de aceite de todos los estudiados o el clon Peumina que presenta una baja incidencia de pardeamiento. Estos se pueden considerar en caso de algún programa de hibridación donde se busquen estas características sobresalientes.

1.6 CONCLUSIONES

De acuerdo con las características presentadas, todas las variedades estudiadas de paltas Raza Mexicana cultivadas en Chile presentaron cualidades inferiores al híbrido Fuerte, especialmente al referirse al tamaño de la fruta.

Mexícola, una de las variedades más plantadas comercialmente, ha sido seleccionada solo por su aspecto externo, pero presenta alrededor de un tercio de su peso en semilla, y su pulpa muestra una alta velocidad de pardeamiento.

De acuerdo al porcentaje de mesocarpo, las variedades más recomendables serían Negra La Cruz, Chicle, Auger y Torcaza; pero considerando el contenido de aceite se deberían considerar las variedades Auger y Ortega por ser superiores al resto.

De todos los clones estudiados Negra la Cruz, Peumina y Fuerte sobresalen por el leve pardeamiento del mesocarpo destacándose Auger que no mostró alteración alguna; esta última fruta debería considerarse como una de las variedades más recomendables de mantener.

PARTE II

2. ALMACENAJE EN FRIO DE PALTAS (Persea americana Mill) cvs. AMPOLLETA
GRANDE, NEGRA DE LA CRUZ Y FUERTE

2.1 INTRODUCCION

Normalmente las frutas tropicales presentan una escasa duración después de su cosecha y además son muy sensibles al frío (Wilkinson, 1970). Los llamados daños por frío aparecen al ser expuestas a temperaturas que oscilan entre niveles ligeramente superior al punto de congelación y los 14°C. La naturaleza del daño es muy variable y como consecuencia jamás el fruto llega a obtener su óptima calidad.

En el caso particular de la palta, hay diferencias marcadas entre las distintas variedades en cuanto a su comportamiento en almacenaje frigorizado. Se sabe que los frutos pertenecientes a las razas Guatemaltecas y Mexicanas son más tolerantes al frío que las de la raza Antillana existiendo amplias diferencias aún entre variedades de la misma raza (Hatton, 1969; Lynch y Stahl, 1939; Mustard, 1959).

Debido a la producción creciente de estos últimos años y frente a la necesidad de conservar la fruta por algunas semanas, se hace necesario conocer las temperaturas y períodos de almacenaje para este tipo de fruta, la cual presenta una elevada tasa de respiración y por lo tanto muy perecible; no obstante en la actualidad son escasos los antecedentes nacionales acerca de almacenaje en frío de variedades de raza Mexicana.

El objetivo de este trabajo fue: determinar el comportamiento y capacidad potencial de almacenaje en frío de paltas Ampolleta Grande Negra de la Cruz y Fuerte.

2.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

2.2.1 Temperaturas de almacenaje

Al exponer la fruta a temperaturas extremas, algunas reacciones son aceleradas o retardadas y la maduración se ve afectada; debido a una baja de producción de sustancias indispensables o sobre producción de sustancias tóxicas, produciéndose desordenes fisiológicos. La temperatura límite depende en gran medida del lugar de origen de la fruta: frutos tropicales como citrus, paltas y piñas tienen una temperatura crítica bajo los 8°C (Wilkinson, 1970).

Somoyoa, 1973, observó que palta Fuerte almacenada a 30, 25, 15 y 10°C maduraron a los 5, 6, 12 y 14 días respectivamente. A 7°C la fruta se guardó en buenas condiciones por 15 días; pero al mantenerlas por 20 días tuvo que ser pasada a 25°C para madurar, mostrando daño por frío. Resultados similares indica Chandler, 1958. En cambio Berger et al. 1978, encontraron como temperatura más conveniente 7°C, para almacenar palta Fuerte y Hass durante 35 días; la fruta presentó una buena calidad durante los siguientes tres días de comercialización, apareciendo anomalías en el mesocarpo al quinto día fuera de frío.

Al estudiar el almacenaje de paltas Antillanas, se determinó que la fruta muestra daño por frío bastante alto, al ser almacenadas bajo 13°C; no se presenta daño por frío a altas temperaturas, pero la vida de almacenaje es corta (Thompson, 1971). Estudios de temperaturas mínimas en paltas, indican que uno de los factores de sensibilidad a ba-

Las temperaturas es su relación en el climacterio; el estado menos sensible es el post climacterico, pudiendo mantener la fruta por 7 semanas a 2°C sin mostrar daño. En cambio fruta que se almacenó en el período del alza respiratoria mostró daño a los 19 días, por ser éste el estado más sensible. Otro factor de sensibilidad al frío está determinado por el cultivar; algunos son intolerantes al frío requiriendo temperaturas sobre 12,8°C otros son tolerantes pudiendo ser almacenados a 45°C (Kosiyachinda y Young, 1976).

El Servicio del Mercado Agrícola del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos recomienda que la mayor parte de las variedades se conserven a 7,2°C durante su transporte, con excepción de las variedades Antillanas que deben transportarse a 12,8°C, debiendo calentarse los embarques cuando la temperatura ambiente sea inferior a la de congelación (Ruehle, 1968).

2.2.2 Desordenes fisiológicos e incidencia fungosa

Uno de los síntomas más común de daño por frío, es una decoloración café grisacea del mesocarpo, especialmente del tejido vascular, y un tono café o un oscurecimiento del exocarpo. En casos de daño severo puede ocurrir una maduración anormal, desarrollo de aromas y sabores no deseables y depresiones en la piel. La fruta puede presentar una apariencia satisfactoria mientras permanezca en frío, más al ser transportada a temperaturas más altas se desarrollan síntomas de daño (Hatton, Jr. y Reeder, 1965).

Peralta, 1977 determinó cuatro desordenes fisiológicos en palta Fuerte almacenada a bajas temperaturas, ellos fueron pardeamiento de la pulpa, manchas cristalinas, oscurecimiento de fibras y manchas grises circulares; en cambio Vásquez, 1975, menciona como principales daño por frío un oscurecimiento externo de la cáscara, fibras vasculares parduzcas y pulpa acuosa.

En relación a la incidencia de pudriciones se han identificado como hongos más agresivos en almacenaje de palta Fuerte y Negra de la Cruz a Penicillium expansum (Link) Thom; Botrytis cinerea Pers. y Collectotrichum gloesporioides (Penz) Sacc., además se desarrollaron Penicillium italicum When, Cladosporium herbarum (Pers) Link Fr. y Trichotecium roseum (link), todos aumentaron al trasladar la fruta a condiciones ambientales (Morales et al., 1979).

2.2.3 Indices de madurez

Hatton y Soule, 1957, demostró que no hay cambios en la cantidad de sólidos solubles, compuestos fenólicos ni azúcares reductores, en fruta cosechada antes y después de la fecha normal.

En relación a la humedad, desde que el fruto es cosechado y guardado hasta que se consume, hay una continua pérdida de peso, por pérdida de agua (Kikuta y Erickson, 1968). La deshidratación está en estrecha relación con la humedad relativa y la temperatura de almacenaje, factores que determinan el déficit de presión de vapor entre la fruta y el ambiente. La pérdida de agua equivalente a un 5% da como resultado una apariencia poco atractiva, disminuyendo su calidad, debido a esto se

recomienda una humedad relativa cercana a 92-95% por presentar la mayoría de las frutas una presión de vapor de agua equivalente a 99% (Claypool, 1975).

Numerosos trabajos indican que el contenido de aceite aumenta y el contenido de agua disminuye en la fruta madura; Hughes sugirió la relación (% aceite + % agua) = constante (≈ 91) para palta Fuerte. Pearson plantea que el contenido energético de esta fruta depende del contenido de aceite, el cual podría ser calculado a partir del contenido de agua; por lo tanto es importante como índice de madurez, al encontrar resultados similares en palta de Israel y Sud-Africa; sin embargo, Stahl, considera que el contenido de agua varía con el clima y especialmente el último riego (Lewis, 1978).

Kikuta y Erickson, 1968, observaron una leve pérdida de la reserva lipídica durante la maduración y un aumento durante el almacenaje posterior; sin embargo Mazliak, 1970, no encontró una correlación entre el contenido de aceite y la madurez total, planteando que el contenido de aceite no cambia durante el almacenaje de la fruta; esto podría significar que la reserva de lípidos no juegan un rol importante en los cambios metabólicos de la maduración.

La firmeza de la pulpa, presenta un ablandamiento durante la maduración, representando uno de los cambios más marcados en este período; no se pudo detectar actividad de la enzima poligalacturonasa en palta Fuerte inmadura, pero si se observó una gran actividad en la fruta madura. Pareciera estar relacionada la enzima con la disminución del

tamaño molecular de las pectinas (Spencer, 1966). En paltas almacenadas se determinó que frente a una mayor firmeza de la pulpa, la enzima pectinesterasa reducía su actividad, respecto de los frutos blandos (Barmore y Rouse, 1976).

2.2.4 Respiración

Entender el proceso de maduración es de primera importancia para mejorar la calidad y prevenir el desecho, durante la producción y conservación de la fruta, entendiendo como tal una manifestación del envejecimiento del tejido vivo (Spencer, 1966).

El rápido ablandamiento y descomposición de las paltas, después de la recolección, va unido a una respiración relativamente alta. Las paltas al igual que las manzanas, muestran un aumento de la actividad respiratoria después de la recolección e inmediatamente antes al ablandamiento; este aumento crítico en la respiración, comienza más pronto con temperaturas más altas, 21 a 24°C (Chandler, 1958).

El índice de producción de CO_2 de la fruta, se ha usado ampliamente como el promedio del índice respiratorio (Bean, 1956). Se ha determinado un alza en la producción de CO_2 desde 40 mg/kg-h en palta pre-climacterica, hasta 170 mg/kg-h durante el pick, a 21°C, produciéndose luego el ablandamiento del mesocarpo (Kikuta y Erickson, 1968). Por su parte, Chandler, 1958, informa para el mismo proceso 65 y 70 mg CO_2 /kg-h en la fase pre climacterica y entre 100 y 150 mg CO_2 /kg-h en el máximo climacterico. Valores similares han sido determinados por Vásquez, 1975, quien encontró 122 mg CO_2 /kg-h para palta Hass y 170 ml CO_2 /kg-h

para palta Fuerte, durante el alza climacterica.

Se ha comprobado que pequeños cambios relativos en temperatura, tienen un marcado efecto sobre la inclinación del alza climactérica, sobre la magnitud del máximo y sobre el largo de la fase (Kikuta y Erickson, 1968). A temperatura de 5°C, no se apreció el aumento crítico de la respiración de palta Fuerte, durante 4 a 5 semanas (Chandler, 1958).

2.3 MATERIALES Y METODOS

2.3.1 Localización del estudio y fruta utilizada

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios y frigoríficos de post cosecha del Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, Santiago. Se empleó palta Ampolleta Grande, Negra de La Cruz, y Fuerte, de la localidad de Peumo, provincia de O'Higgins, VI Región del país. Palta Negra de la Cruz y Ampolleta Grande se cosecharon el 15 de junio de 1978, en cambio la palta Fuerte el 18 de julio del mismo año.

2.3.2 Condiciones y períodos de almacenaje

La fruta se embaló en cajas de madera tamaño uva de exportación (30 x 50 cm), colocando dentro de ellas y entre los frutos capas de viruta de madera (Ruehle, 1968), el número de frutos por caja de 18 unidades distribuidos en una sola capa de frutos. Los tratamientos a que la fruta fue sometida, fueron tres regímenes de temperatura, 4°C, 7°C y 18°C durante períodos de 14, 28 y 33 días; con una humedad relativa en

las cámaras de almacenaje entre 80 y 85%. Durante cada salida de frío se mantuvo la fruta a temperatura ambiente, 18°C, por 6 días, simulando un período de comercialización.

2.3.3 Análisis de las pérdidas por daño

Se consideró daño al pardeamiento del endocarpo e incidencia del ataque fungoso en exocarpo y mesocarpo del fruto. En cada una de las salidas de almacenaje y término del período de comercialización de la fruta, se evaluó la apariencia externa e interna de ella, efectuando una descripción y secuencia del pardeamiento y pudrición; la intensidad de estos se calculó en porcentaje de la fruta afectada para cada tratamiento y tipo de palta.

2.3.4 Análisis de los índices de madurez

Durante el período de almacenaje se midieron los siguientes índices de madurez: contenido de humedad, contenido lipídico y firmeza del mesocarpo; índices de gran valor en la madurez de esta fruta (Campbell y Malo, 1978). Además se probaron como índices pH y acidez en el mesocarpo del fruto. La humedad del mesocarpo se determinó por diferencia de peso al someter 25 g a estufa a 85°C durante 48 horas (Horwitz, 1970).

La extracción lipídica se obtuvo siguiendo la técnica descrita por Bligh y Dyer, 1959 modificada, la cual utiliza como solvente una mezcla de cloroformo-metanol 2:1 v/v. El solvente con las muestras de mesocarpo se homogenizan en un Omni-Mixer y se filtra en un embudo Büchner.

La fase superior se elimina dejando solo el extracto en cloroformo, el cual contiene el aceite; dicho extracto se mide en una probeta graduada. La determinación del porcentaje de lípidos totales se efectúa por diferencia de peso al evaporar una alícuota del extracto en cloroformo bajo ambiente de Nitrógeno.

La firmeza del mesocarpo o resistencia a la presión se midió haciendo uso de un presionómetro tipo U.C. con punta 5/16", para tal efecto se removió el exocarpo en las dos zonas de medición por cada fruta; los resultados se expresaron en libras.

Acidez y pH se midieron en 18 g de mesocarpo macerado a los cuales se les agregó 25 ml de agua destilada; los valores de pH se obtuvieron mediante el uso de un pH metro Beckman; la acidez se evaluó por titulación empleando una solución de NaOH 0,1 N hasta pH 8,1 a 8,3, punto de neutralización de los ácidos débiles; los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítrico. Para los cálculos finales se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{c.c. sol. NaOH} \times \text{N.sol. NaOH} \times 0,070^* \times 100}{\text{peso de la muestra}} = \frac{\text{g de ac.cítrico monohidratado}}{100 \text{ g de muestra}}$$

* valor correspondiente al peso miliequivalente del ácido cítrico monohidratado.

2.3.5 Respiración

La medición de la intensidad respiratoria de las frutas de cada variedad, se realizó según el método colorimétrico de Clapool y Keefer, 1942; se utilizaron seis repeticiones constituidas por tres frutos cada una. Los datos finales fueron calculados según la fórmula:

$$\text{mg CO}_2/\text{kg-h} = \frac{\% \text{ CO}_2 \times \text{cc. aire/h} \times \text{mg CO}_2/\text{c.c. CO}_2}{\text{kg fruta} \times 100}$$

2.3.6 Diseño experimental

Aleatorización completa con estructura factorial de 3 x 3 x 4. Este factorial corresponde a 3 variedades, 3 temperaturas, 4 períodos de almacenaje. Cero día corresponde al cuarto período de almacenaje, fecha de cosecha de la fruta. Se usaron tres repeticiones elegidas de entre nuevo frutos para cada medición. Finalmente se realizaron comparaciones de los tratamientos según test de Duncan, a un nivel de probabilidad de 5%.

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Desórdenes fisiológicos e incidencia fungosa

Los desórdenes fisiológicos se presentaron solo en los tejidos internos del fruto, mesocarpo y endocarpo; en cambio la incidencia fungosa involucró el exocarpo del fruto con la presencia de micelio en el mesocarpo, produciendo un excesivo ablandamiento de aspecto cristalino.

La intensidad de estas alteraciones dependió del tipo de fruta utilizada y temperatura de almacenaje. El análisis de estas observaciones llevó a describir en forma secuencial cada grado de intensidad de estas anomalías en post cosecha:

Anomalia	Grado de intensidad	Descripción
A.	Fruta sana	Sin alteraciones
B.	Fruta con deterioro incipiente	Pardeamiento leve del endocarpo
C.	Fruta con deterioro leve	Pardeamiento del tejido vascular
D.	Fruta con deterioro moderado	Pardeamiento incipiente del mesocarpo
E.	Fruta con deterioro severo	Pardeamiento generalizado del mesocarpo
F.	Fruta con deterioro muy severo	Desarrollo de hongos

2.4.2 Almacenaje a 4°C

La palta Ampolleta Grande a los 14 días de almacenaje presentó una excelente apariencia externa e interna, sin embargo al sexto día de comercialización mostró un leve oscurecimiento del tejido vascular en la región distal del mesocarpo, con 28 días de frío los frutos presentaron un pardeamiento incipiente en la parte comestible, desarrollándose al sexto día un ataque fungoso en el 55% de la fruta.

Los frutos de Negra de la Cruz no presentaron cambios visibles con 14 días de almacenaje, al completar el período de comercialización se

pudo observar un ligero oscurecimiento de las capas del endocarpo. Situación similar se presentó a los 28 días de almacenaje, pero al finalizar el sexto día fuera de frío se observó un oscurecimiento del tejido vascular en todos los frutos.

La palta Fuerte mostró alteraciones solo al finalizar el período de comercialización de la fruta almacenada por 28 días, la cual presentó un leve oscurecimiento del endocarpo. Esta apariencia también se observó en fruta almacenada por 33 días, mostrando además un pardeamiento incipiente del mesocarpo en el 22% de los frutos. Véase Cuadro 11.

2.4.3 Almacenaje a 7°C

Durante la primera salida de almacenaje, a los 14 días, la palta Ampolleta Grande mostró un excelente estado, cambiando rápidamente su apariencia seis días después por presentar tanto su tejido vascular, endocarpo y algunas capas celulares del mesocarpo pardeados. Dicha apariencia se presentó en el 55% de la fruta. Durante el período de comercialización de la fruta almacenada por 28 días, hubo un rápido desarrollo de hongos, alcanzando el 88% de los frutos a su término.

Hasta los 28 días de guarda la palta Negra de la Cruz no presentó síntomas de deterioro, pero al finalizar el período fuera de frío el 22% de la fruta mostró oscurecimiento del tejido vascular y pardeamiento incipiente del mesocarpo.

La palta Fuerte mantuvo su excelente apariencia durante todas las salidas de frío con sus correspondientes días a temperatura ambiente.

Temperatura (°C)	Ampolleta Grande		Negra de la Cruz		Fuerte			
	Almacenaje (ds)	Fuera de frío (ds)	Tipo de alteración	% de fruta alteración	Tipo de alteración	% de fruta alteración	Tipo de alteración	% de fruta alteración
14			A	100	A	100	A	100
21			C-D-F	22	A	100	A	100
18	28		C-D-F	55	E-C-F	55	A	100
33			F	100	E-F	55	E-F	55
14	0		A	100	A	100	A	100
7	28	0	C-D	55	A	100	A	100
		0	B	55	A	100	A	100
	6	6	E-F	88	C-D	22	A	100
33	0	0	B-F	77	A-C	66	A	100
	6	6	E-F	66	F	55	A	100
14	0		A	100	A	100	A	100
4	28	0	A-B-C	77	A-B	77	A	100
		6	D	77	A-B	77	A	100
	6	6	E-F	55	C	100	B	66
33	0	0	E	66	C-D	88	B-C	22
	6	6	E-F	100	E	66	E	55

CUADRO 12. Porcentaje de aceite expresado en peso seco (P.S) y peso fresco (P.F.) de faltas Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte, almacenados bajo tres regimenes de temperatura

Temperatura (°C)	Ampolleta Grande		Negra de la Cruz		Fuerte			
	Almacenaje (ds)	Fuera de frío (ds)	% en P.S.	% en P.F.	% en P.S.	% en P.F.	% en P.S.	% en P.F.
0			59,27 a	14,48 a	67,39 a	19,04 a	69,50 a	11,93 a
7			60,38 a	15,63 a	67,03 a	24,05 a	68,46 a	15,37 a
18	14		59,47 a	17,01 a	67,43 a	25,72 a	68,93 a	15,98 a
21			59,82 a	18,11 a	67,82 a	26,01 a	68,59 a	19,24 a
14	0		58,73 a	14,33 a	69,91 a	20,34 a	69,51 a	19,20 a
7	6	6	58,96 a	16,24 a	68,14 a	21,57 a	69,36 a	20,53 a
33	0	0	59,38 a	15,67 a	67,26 a	20,76 a	70,03 a	21,83 a
	6	6	58,32 a	17,28 a	66,93 a	24,51	68,84 a	24,44 a
14	0		59,60 a	15,07 a	66,83 a	20,98 a	70,34 a	18,68 a
4	6	6	58,31 a	17,64 a	67,91 a	22,56 a	70,08 a	19,67 a
33	0	0	58,83 a	15,30 a	66,98 a	20,80 a	68,84 a	20,85 a
	6	6	58,65 a	18,49 a	67,42 a	22,76 a	69,41 a	23,18 a

Vease cuadro 11.

2.4.4 Almacenaje a 18°C

Este tratamiento carece de días de comercialización, por cuanto es fruta almacenada sin regimen de frío. Los análisis se realizaron cada siete días. Los frutos de Ampolleta Grande mostraron una buena apariencia por 14 días de almacenaje. Posteriormente a los 21 días, se pudo observar oscurecimiento del tejido vascular, pardeamiento incipiente en el mesocarpo, pardeamiento generalizado del endocarpio y un desarrollo fungoso incipiente en la región proximal del 22% de los frutos.

Negra la Cruz mantuvo su buen estado durante 21 días; posteriormente a los 28 días, mostró desarrollo fungoso incipiente en la zona proximal del fruto pardeamiento del endocarpo y tejido vascular y en el 5% de la fruta; dichos daños se acrecentaron con los siguientes días de almacenaje.

En cambio los frutos de la palta Fuerte, presentaron daño a los 33 días de almacenaje, el 55% de la fruta mostró síntomas de deshidratación y en la zona proximal de los frutos desarrollo incipiente de hongos.

Vease cuadro 11.

2.4.5 Indices de madurez

El contenido de aceite, expresado en peso seco (P.S) en frutos almacenados de Ampolleta Grande fluctuó entre 58,31 y 60,38%, Negra de

la Cruz entre 66,83 y 69,91% y Fuerte entre 68,46 y 70,34%. La temperatura, los días de almacenaje y los días de comercialización no influyeron en el contenido de aceite, pues no se observaron diferencias significativas durante el manejo de post cosecha. La misma situación se observó al expresar el contenido de aceite en base al peso fresco (P.F) Vease Cuadro 12.

La humedad tuvo ligeros cambios durante los diferentes tratamientos; Ampolleta Grande presentó una variación entre 72,36 y 68,31%, Negra La Cruz entre 75,06 y 68,09% y Fuerte entre 74,93 y 64,41%. Este índice se vió afectado por los días de almacenaje y el periodo de comercialización, a medida que transcurrió el tiempo, el contenido hídrico aparente resultó ser menor, pero no distinto. Cuadro 13

En relación a los valores de resistencia a la presión del mesocarpio de Ampolleta Grande, Negra de la Cruz, y Fuerte, estos fueron de 44,43 lb; 35,20 lb y 44,67 lb respectivamente, al momento de ser cosechados (cero día de almacenaje). Durante la permanencia en frío (7°C y 4°C) no hubieron variaciones durante los primeros catorce días, observándose sólo a los 33 días. A 7°C los frutos Negra de la Cruz y Fuerte mostraron una presión de 24,83 lb y 21,50 lb respectivamente, en cambio Ampolleta grande 6,77 lb. A 4°C los valores fueron para Ampolleta Grande 2,41 lb, Negra de la Cruz 6,62 lb y Fuerte 19,70 lb. Otro factor determinante para este índice de madurez fue el periodo de comercialización, pues al finalizar éste, la presión alcanzó valores inferiores a 2,5 lb, exceptuando la palta Fuerte almacenada por 14 días,

CUADRO 13. Porcentaje de humedad en paltas Ampolleta Grande, Negra de La Cruz y Fuerte, almacenadas bajo tres regimenes de temperatura

Temperatura (°C)	Almacenaje (ds)	Fuera de frfo (ds)	Ampolleta Grande	Negra de La Cruz	Fuerte
18	0		72,96 a	75,06 a	74,93 a
	7		71,17 a	70,05 a	73,48 a
	14		69,79 a	68,96 a	72,87 a
	21		68,69 a	68,09 a	69,61 a
7	14	0	72,47 a	73,76 a	69,65 a
		6	70,56 a	72,59 a	68,92 a
	33	0	70,72 a	70,52 a	66,82 a
		6	69,52 a	69,59 a	64,41 a
4	14	0	71,73 a	73,12 a	70,17 a
		6	69,16 a	71,54 a	69,18 a
	33	0	69,95 a	72,80 a	67,18 a
		6	68,91 a	71,94 a	65,67 a

la cual mostró valores de 4,0 lb y 5,0 lb para las temperaturas 4°C y 7°C respectivamente. Vease Fig. 7.

Durante el almacenaje de 18°C, el tipo de fruta, es determinante para mantener una buena firmeza del mesocarpio; Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte presentaron esta cualidad durante un período inferior a 6, 12 y 18 días respectivamente. Vease Cuadro 14 y Fig. 7.

En frutos de Ampolleta Grande, Negra La Cruz y Fuerte recién cosechados se determinó un pH de 7,0, 6,6, 7,1 y una acidez de 0,041, 0,078 y 0,040 respectivamente. Estos parámetros no presentaron variaciones entre tipos de fruta, temperatura, ni períodos de almacenaje, aun cuando se observó un aumento aparente de la acidez y una disminución del pH. Cuadro 15.

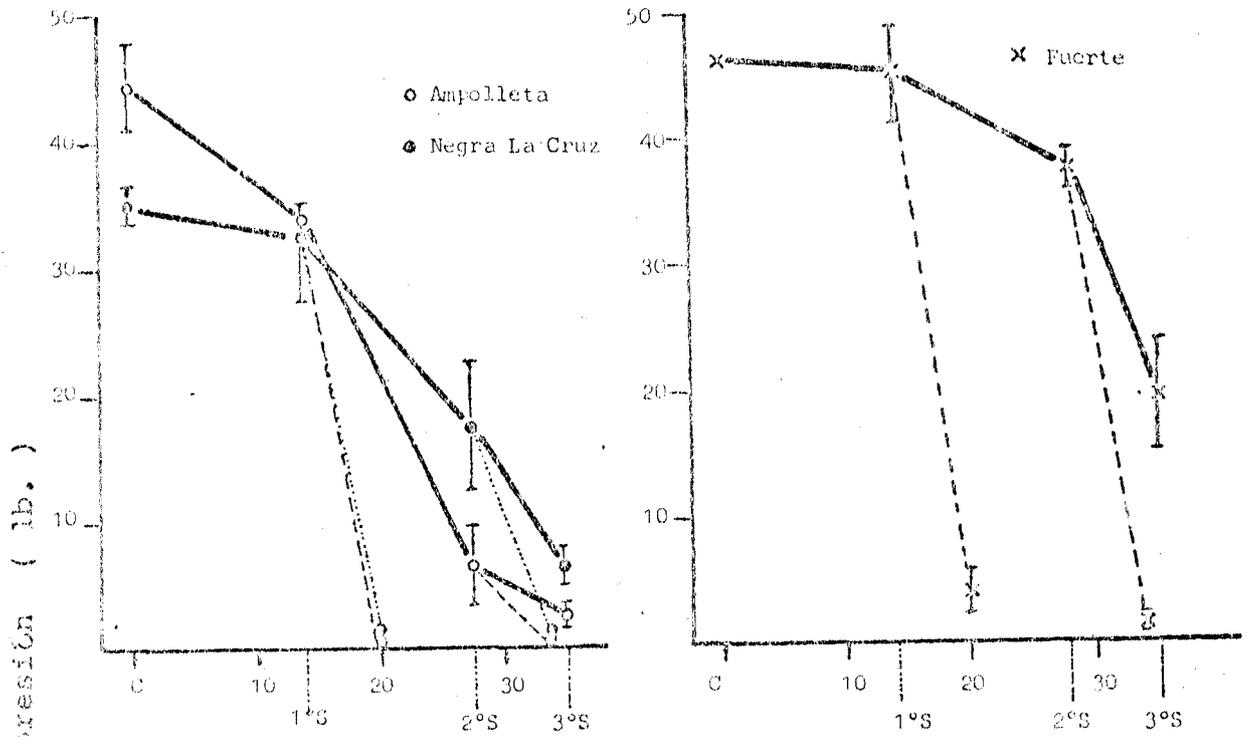
2.4.6 Intensidad Respiratoria

Los niveles de respiración reflejaron grandes diferencias entre los tipos de fruta, indicando una variabilidad del estado fisiológico y comportamiento a través del almacenaje. Durante el estado pre-climacterio de Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte se determinó una producción de CO₂ de 47,81 mg/kg-h, 48,53 mg/kg-h y 100,32 mg/kg-h respectivamente, durante el almacenaje a 18°C. Vease Fig. 8.

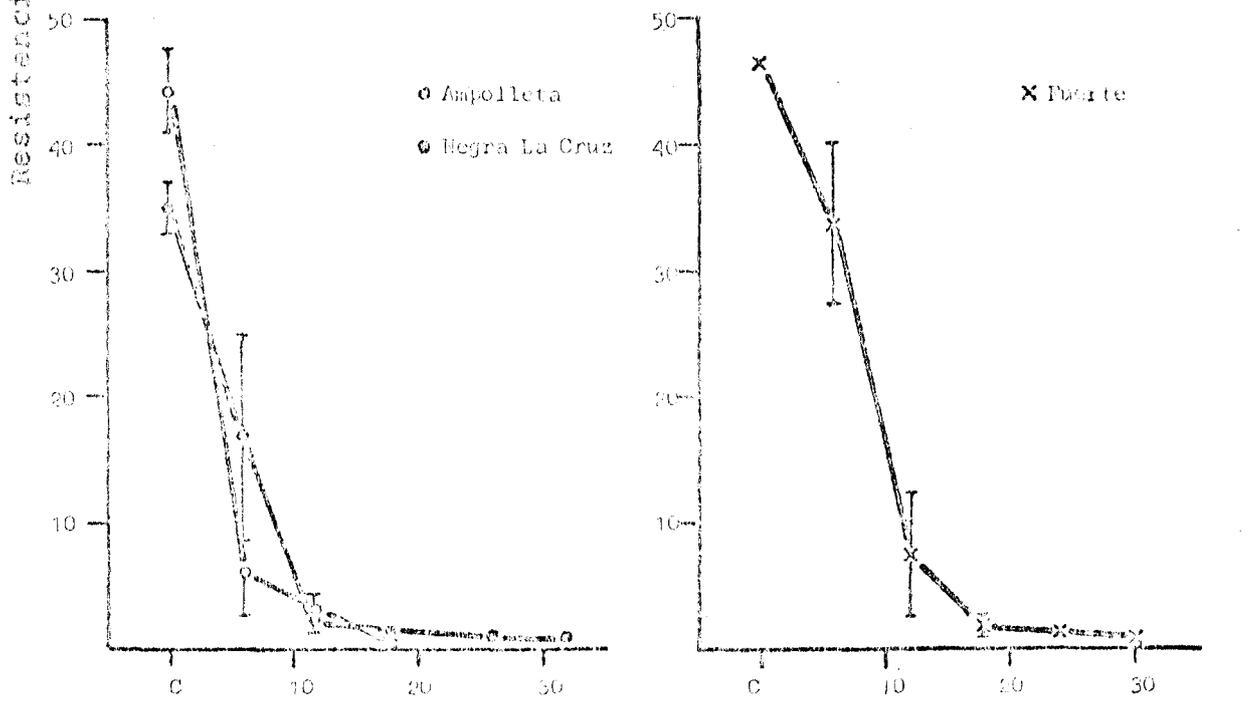
La fruta al alcanzar el climacterio, los valores más altos de respiración se observaron en palta Fuerte, 209,45 mg CO₂/kg-h a los 10 días de cosechada, en cambio Ampolleta Grande y Negra de la Cruz produjeron

Fig. 7. Resistencia a la presión de paltas, durante su cosecha, almacenaje y comercialización.

ALMACENAJE A 4°C



ALMACENAJE A 18°C



C: periodo de cosecha
S: salida de almacenaje

Tiempo de almacenaje (días)

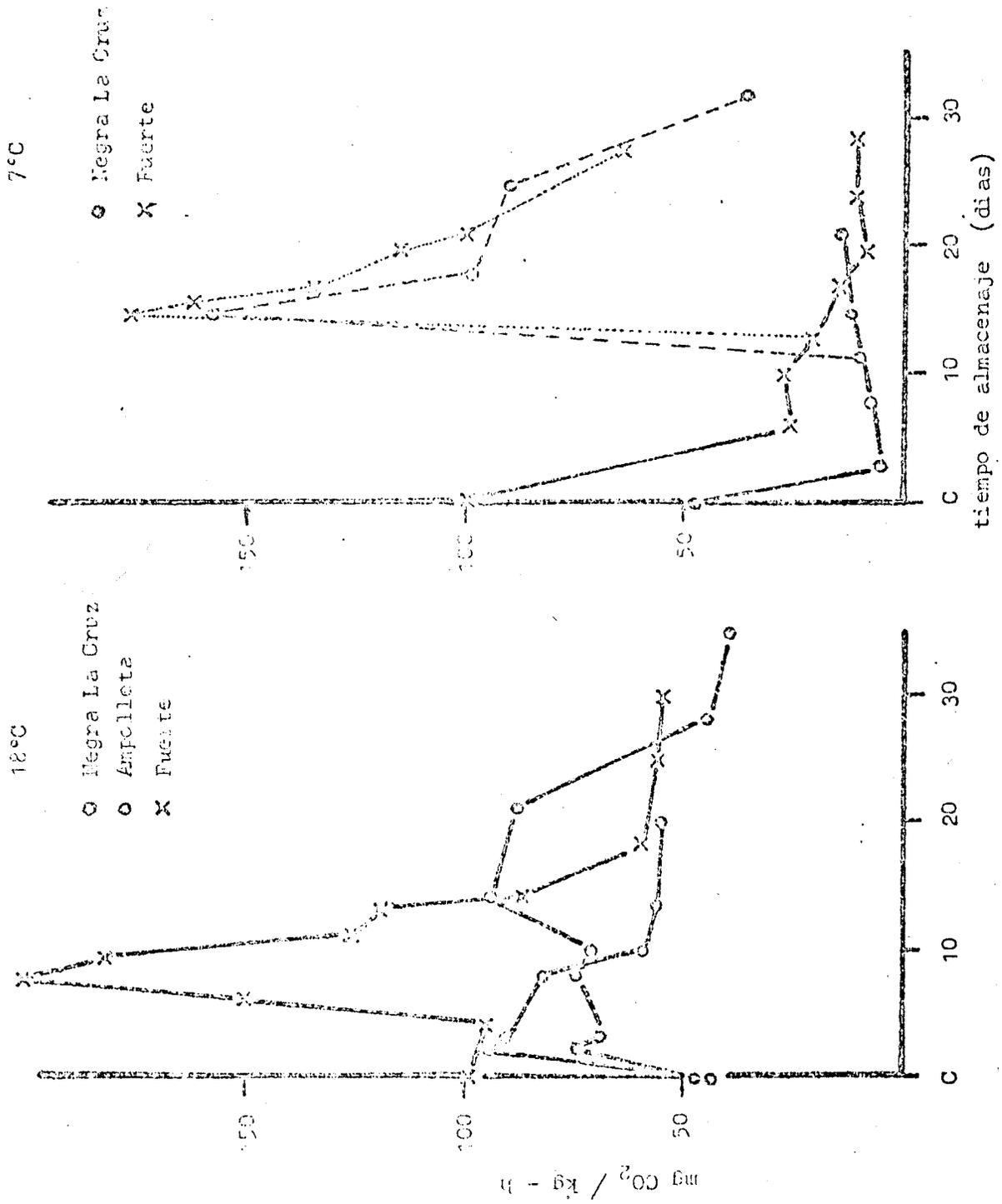


Fig. 8. Respiración de patatas almacenadas a 18° y 7°C.

CUADRO 14. Efecto de la temperatura de fermentación de paltas Ampelleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte, elaboradas bajo tres regímenes de temperatura

Temperatura (°C)	Almacenaje (días)	Fuera de frío (días)	Ampelleta Grande	Negra de la Cruz	Fuerte
18	0	-	40,43 a	35,20 a	40,67 a
	6	-	6,25 b	16,90 b	33,75 a
	12	-	3,11 c	2,35 d	7,25 c
	18	-	0,79 d	1,46 d	1,18 d
7	0	-	-	1,25 d	0,87 d
	14	0	38,25 a	36,25 a	45,50 a
	6	6	1,04 d	2,50 d	5,00 c
	33	0	6,77 b	24,63 b	21,50 b
4	0	6	0,75 d	1,95 d	1,83 d
	14	0	33,95 a	32,91 a	45,70 a
	6	6	0,55 d	1,33 d	4,00 c
	33	0	2,41 c	6,62 c	19,70 b
18	0	-	-	1,68 d	1,50 d
	14	0	6,9 a	6,8 a	7,1 a
	6	6	0,070 a	0,092 a	0,044 a
	33	0	0,084 a	0,120 a	0,053 a
7	0	-	-	6,4 a	6,8 a
	14	0	0,059 a	0,125 a	0,078 a
	6	6	-	0,120 a	0,079 a
	33	0	0,062 a	0,074 a	0,043 a
4	0	6	0,115 a	0,133 a	0,061 a
	14	0	0,126 a	0,106 a	0,089 a
	6	6	0,121 a	0,077 a	0,099 a
	33	0	0,084 a	0,091 a	0,043 a
18	0	6	0,087 a	0,139 a	0,049 a
	14	0	0,061 a	0,122 a	0,096 a
	6	6	0,080 a	0,123 a	0,110 a
	33	0	7,0 a	6,7 a	6,9 a

CUADRO 15. Acidez (% Ac. cítrico) y pH del mesclado de paltas Ampelleta Grande Negra de la Cruz y Fuerte, elaboradas bajo tres regímenes de temperatura

Temperatura (°C)	Almacenaje (días)	Fuera de frío (días)	Ampelleta Grande		Negra de la Cruz		Fuerte	
			Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH
18	0	-	0,041	7,0 a	0,078	6,6 a	0,040	7,1 a
	6	-	0,070	6,7 a	0,092	6,6 a	0,044	7,2 a
	12	-	0,084	6,6 a	0,120	6,5 a	0,053	6,9 a
	18	-	0,059	6,5 a	0,125	6,4 a	0,078	6,8 a
7	0	-	-	-	0,120	6,4 a	0,079	6,8 a
	14	0	0,062	6,9 a	0,074	6,8 a	0,043	7,1 a
	6	6	0,115	6,7 a	0,133	6,5 a	0,061	6,9 a
	33	0	0,126	6,2 a	0,106	6,4 a	0,089	6,6 a
4	0	6	0,121	6,2 a	0,077	6,0 a	0,099	6,6 a
	14	0	0,084	7,0 a	0,091	6,7 a	0,043	6,9 a
	6	6	0,087	6,5 a	0,139	6,5 a	0,049	7,2 a
	33	0	0,061	6,4 a	0,122	6,1 a	0,096	6,5 a
18	0	6	0,080	6,5 a	0,123	6,0 a	0,110	6,5 a

89,88 mg CO₂ /kg-h a los 2 días y 87,12 mg CO₂ /kg-h a los 13 días respectivamente.

La intensidad respiratoria se redujo bastante en fruta almacenada a 4°C y 7°C; Ampolleta Grande tuvo una producción de CO₂ de 10,50 mg/kg-h, Negra de la Cruz 12,00 mg/kg-h y Fuerte 13,61 mg/kg-h. Al sacar la fruta de frío, se produjo inmediatamente el climacterio en los distintos tipos de palta. Vease Fig. 8.

2.5 DISCUSION

El mayor o menor tiempo que una palta puede ser conservada en almacenaje depende, más que de su textura y sabor, de la apariencia externa o interna. Los desordenes o anomalías que aparecen, durante su guarda o después de salir del frigorífico, tienen una secuencia que por lo general es semejante en todas las variedades. Las diferentes anomalías encontradas se traducen en calidad de la fruta y factibilidad de su uso en el mercado. En base a los resultados obtenidos se plantea la siguiente clasificación:

Anomalia	Calidad	Posible destino
A	Calidad muy buena	Exportación
B	Calidad buena	
C	Calidad regular	Consumo interno
D	Calidad pobre	
E	Calidad mala	Desecho
F	Calidad pésima	(no comercializable)

Estas anomalías están influenciadas por la temperatura, tiempo de almacenaje y tipo de fruta utilizada. La temperatura más conveniente para el almacenaje fue de 7°C para Negra de la Cruz por 28 días, aunque debería reducirse en unos cinco días para asegurar un buen período de comercialización; para Fuerte resultó ser óptima esta temperatura durante todo el almacenaje, resultados similares fueron encontrados por Berger et al., 1978 y Ruehle, 1968; en cambio Vásquez, 1975 pudo almacenar palta Fuerte solo por 11 días y Somoyoa, 1973, por solo 15 días.

Con un regimen de 4°C se asegura una buena calidad para paltas Negra de la Cruz y Fuerte almacenándolas por 14 y 28 días respectivamente; Chandler, 1958 señala que el mesocarpo de la variedad Fuerte, se pone negra después de un almacenaje a 45°C; al observar los resultados del presente estudio se concluye que esta situación ocurre al prolongar la guarda por más de 28 días. Ampolleta Grande no presentó aptitudes para ser almacenada en frío con la madurez y temperaturas empleadas; aun cuando mostró una calidad muy buena durante 14 días a 7°C, fuera de frío cambio rápidamente el aspecto de la fruta, tejido vascular y algunas regiones del mesocarpo pardeados; este comportamiento fue descrito por Hatton y Reeder 1965, quienes mantuvieron frutos sanos en almacenaje, pero desarrollaron rápidamente síntomas de daño con temperaturas altas.

Otro aspecto importante a considerar es el posible desarrollo de hongos, esto solo ocurrió con la presencia de heridas, pedicelo desgenerado y período prolongado de almacenaje. Morales et al., 1979, identificó como hongos más agresivos, durante el almacenaje de palta Fuerte y Negra de la Cruz a Penicillium expansum (Link) (Thom, Botrytis cinerea Pers. y Collectotrichum gloesporioides (Penz) Sacc. Todos los daños

mencionados aumentaron al trasladar la fruta a condiciones ambientales.

Al analizar los posibles índices de madurez, se puede indicar que en relación al contenido de aceite, Hatton, Jr. et al., 1957 señalan una correlación estadística entre el porcentaje de aceite y el sabor en paltas de Florida, no para paltas de California; de acuerdo a los presentes resultados se puede concluir que el contenido de aceite como índice de madurez en fruta almacenada tiene escasa o ninguna importancia, puesto que no hay variaciones significativas durante todo el manejo de post cosecha de paltas; sugerencia similar ha sido indicada por Campbell y Malo, 1978, para paltas de Florida.

Analizando el Cuadro 12, se observa que el contenido de aceite tendió a aumentar durante el almacenaje, situación similar fue comunicada por Kiuta y Erickson, 1968, quienes expresaron los valores en relación al peso fresco del mesocarpo; al expresarlos en base a su peso seco, tienden a permanecer constante, significando que el alza aparente se debe a deshidratación de la fruta.

La firmeza del mesocarpo a resistencia a la presión, resultó ser el índice más importante en almacenaje de paltas, pues todas las salidas de frío presentaron diferencias significativas respecto de la fruta recién cosechada y al término del período de comercialización. La palta Fuerte mantuvo siempre los valores más altos y la mayoría de los casos la firmeza del mesocarpo de Ampolleta Grande descendió drásticamente. Este es un índice poco usado al momento de cosecha por no presentar

diferencias los frutos maduros e inmaduros en el árbol, pero sí en el período de consumo (Campbell y Malo, 1978).

La palta se encuentra en su estado óptimo de consumo al presentar una firmeza del mesocarpo entre 2,0 y 3,4 lb (Peralta, 1977); esta firmeza se alcanzó entre los 4 y 8 días de ocurrido el climacterio de la fruta, al aparecer debido a degradación de sustancias pécticas y hemicelulosas durante la respiración (Lewis, 1978).

Puede considerarse que dentro de los márgenes normales de fruta, la acidez y el pH influyen en la calidad organoléptica (Basaez et al, 1977). Diversos investigadores hacen referencia a estos índices, entre ellos Pearson, 1975; indica que en general la acidez del mesocarpo de paltas es muy baja, los valores más altos se han encontrado al comienzo de la estación, con un promedio de 0,56% y al término de ella 0,26%, en frutos Sud-Africanos. Por lo tanto es un factor influenciado por el estado de madurez de la fruta. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, al determinar valores cercanos a 0,139% en fruta almacenada; pero este índice al igual que el pH no tienen valor para manejo en post cosecha de paltas, al no haber diferencias significativas durante este período.

Los niveles de respiración indican una variabilidad del estado fisiológico y comportamiento de la fruta durante su almacenaje. Los valores más altos de respiración se observaron en palta Fuerte 200 mg CO₂ /kg-h a 18°C, en cambio Biale y Young, 1971, señalan una producción de CO₂ desde 40 mg/kg-h durante el pre-climacterio, hasta 170 mg/kg-h a 21.C para la misma variedad.

El aceite, el mayor compuesto energético almacenado, no parece ser sustrato de la respiración, debido a que las cantidades permanecen significativamente inalterables. Lewis, 1978 señala como principal sustrato, la degradación de azúcares, posiblemente hemicelulosa y sustancias pécticas; encontró que los azúcares fructosa y monoheptulosa fueron los sustratos más consumidos en la respiración al presentar un descenso total de azúcar durante este proceso entre 50 a 85%.

El climacterio de la fruta es específico para cada tipo de fruta; los presentes resultados señalan que Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte alcanzaron este estado a los 2, 13 y 10 días respectivamente, estos resultados concuerdan con Biale y Young, 1971, puesto que encontraron el alza climacterica en frutos Fuerte, Nabal y Hass a los 10, 13 y 16 días de cosechados.

Es importante conocer el momento del climacterio de esta fruta, pues la sensibilidad de paltas a bajas temperaturas depende de este estado, siendo el post-climacterico el menos sensible, (Kosiyachinda y Young, 1976). Al trasladar la fruta desde su almacenaje en frío a temperatura ambiente, ocurrió inmediatamente el alza respiratoria; esto señala la factibilidad de someter fruta post - climacterica nuevamente a bajas temperaturas, por un período más prolongado sin mostrar desórdenes que afecten la calidad.

2.6 CONCLUSIONES

De las tres variedades almacenadas la palta Fuerte puede permanecer un mayor tiempo a 7°C; periodo menor lo hace Negra la Cruz y Ampolleta Grande respectivamente.

Durante el almacenamiento de esta fruta no se deben considerar como posibles indices de la maduración al contenido de humedad, aceite, acidez ni pH, puesto que sus valores son similares durante la guarda en frío; solo debería considerarse la firmeza del mesocarpo o resistencia a la presión de la pulpa.

Debe conocerse el periodo del alza en la respiración para cada variedad de la fruta, puesto que cada tipo estudiado mostró su periodo específico del climacterio después de la salida de frío.

La temperatura, tiempo de almacenaje y estado de madurez de la fruta, mostraron gran relación con el porcentaje de pérdida por desordenes y hongos. Se estableció que la secuencia del pardeamiento comienza con el endocarpo, luego tejido vascular y finalmente mesocarpo.

PARTE III

3. ANALISIS DEL CONTENIDO LIPIDICO DE PALTAS (Persea americana Mill.)

cvs. AMPOLLETA GRANDE, NEGRA DE LA CRUZ Y FUERTE, DURANTE SU

ALMACENAJE

3.1 INTRODUCCION

El rol de los lípidos en la dieta reviste gran importancia puesto que aportan los ácidos grasos esenciales, representan una fuente concentrada de calorías, son el vehículo de vitaminas liposolubles e incorporados a los alimentos le comunican cuerpo y mejoran su textura.

En la palta el mayor de los constituyentes químicos, del mesocarpo de la fruta madura, es el aceite, determinándose que es uno de los de mayor valor en ácidos grasos no saturados, característica de los aceites conocidos como agentes anti-colesterol. Por otra parte, numerosos nutricionistas han informado que el valor nutricional de los aceites vegetales o animales se puede determinar usando como índice el cociente de los ácidos grasos no saturados/ácidos grasos saturados (Slater et al., 1975).

En un estudio de la madurez de paltas es importante aclarar los cambios lipídicos durante su almacenaje por lo que las frutas desde que se cosechan y se almacenan, hasta que son consumidas, experimentan numerosos cambios. No obstante, se ha considerado de importancia llegar a un mejor conocimiento del aceite de la palta en cuanto a su aporte en ácidos grasos saturados y no saturados durante su guarda.

El objetivo de este trabajo fue: analizar la composición, rendimiento y comportamiento de ácidos grasos del aceite extraído de paltas Ampolleta Grande, Negra de la Cruz y Fuerte, almacenadas bajo tres regímenes de temperatura.

3.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

3.2.1 Aspectos Generales

La demanda por aceites y grasas vegetales aumenta día a día reemplazando las de origen animal. Esto se debe a que los aceites poliinsaturados presentes en los vegetales parecen ser de mayor calidad para la vida humana, pues disminuyen la reabsorción del colesterol en el intestino y aumentarían su movilización desde los centros donde se depositan, lo cual es de gran interés por la evidencia de que un alto contenido de colesterol predispone a la arteroesclerosis (Kinsell y Wood, 1967).

Según Pierce, 1959, los aceites se pueden dividir en dos grupos, los de origen animal o aceites duros conocidos como saturados y los de origen vegetal o aceites no saturados; distinciones muy importante en la actualidad por su relación con la enfermedad al corazón, conocida como arteroesclerosis coronaria.

La palta es un fruto oleaginoso y se ha usado como alimento en México, América Central y del Sur durante siglos, en los Estados Unidos cubre un período de más de 50 años. Los niveles de aceite en el mesocarpo de buenas variedades oscilan desde 1-2% al comienzo del desarrollo del fruto a más de 30% al final de la estación. Dicho aceite se usa comercialmente en cosmética y tiene propiedades de alto valor nutricional y contenido energético, vitaminas y aceites no saturados, los cuales bajan los niveles de colesterol en la sangre (Lewis et al.,

1978). . Observaciones similares han sido comunicados por Pierce, 1959, quien define el aceite de palta con un gran valor calórico, 180 por 100 g de pulpa siendo su competidor más cercano el plátano con 92 calorías por 100 g, y como uno de los aceites de mayor valor en ácidos grasos no saturados; siendo el quinto en la lista de los aceites más deseables conocidos como agentes anti-colesterol.

Numerosos nutricionistas han determinado que el cociente de ácidos grasos no saturados/ácidos grasos saturados son un gran indicador del valor nutricional (Slater et al. 1975).

3.2.2 Composición y rendimiento de ácidos grasos

En 1965, se pudieron identificar seis ácidos grasos saturados (ácido mirístico, palmítico, estéarico, araquídico, docosanoico y tetracosanoico) y cuatro ácidos grasos no saturados en el mesocarpo de paltas (ácido palmitoleico, oleico, linoleico y linlénico); entre estos ácidos se encontró que solo cuatro de ellos (ácido palmítico, palmitoleico con 16 carbonos y ácido oleico y linoleico con 18 carbonos) representaban casi el 95% del total de los ácidos grasos de la fruta (Mazliak, 1965). Este porcentaje fue similar al encontrado por Pennachiotti y Masson, 1974, aun cuando determinaron solo seis ácidos grasos.

La composición en lípidos de los diferentes tejidos de la palta, no es homogénea, pero en las tres partes del pericarpo (mesocarpo, exocarpo y endocarpo) el ácido predominante es el ácido oleico, con alrededor de un 70% del total de ácidos grasos (Mazliak, 1970).

CUADRO 16. Composición de ácidos grasos de los lípidos de palta Fuerte (% del total de ácidos grasos). Mazliak, 1971.

Fracción	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:2}
Exocarpo	t*	12-22	2,5-5,5	t	59-70	12-15	1,2-2,3	t-0,3
Mesocarpo	t	13-17	3,0-5,1	t	67-72	10-12	t - 1,5	t
Endocarpo	t	13-20	5,0-7,3	t	62-70	10-12	t - 1,2	t
Semilla	0,8	22	3,2	0,6	25	41	5,1	t

* t = trazas

Durante el desarrollo de la fruta se sintetiza principalmente ácido oleico, seguidos por ácido palmítico, palmitoleico, linoleico, en cambio el ácido linolénico permanece constante (Kikuta y Erickson, 1968). Otros estudios han indicado que los ácidos grasos saturados son sintetizados rápidamente durante la primera semana del período de crecimiento del fruto, en cambio los ácidos grasos no-saturados, principalmente el ácido oleico son sintetizados activamente a través de todo el desarrollo de la fruta (Mazliak, 1970).

3.2.3 Ácidos grasos en fruta almacenada

Al estudiar la composición de ácidos grasos durante el almacenaje se ha encontrado que los ácidos grasos saturados y los no saturados tienden a aumentar (Davenport y Ellis, 1959).

Mazliak, 1965, citado por Kikuta y Erickson, 1968, también examinó los cambios en la composición de ácidos grasos de frutos sometidos a atmósfera modificada, llegó a la conclusión general que en todas las clases de lípidos y en todas las regiones del fruto, el porcentaje de ácidos grasos no saturados fue mayor al aumentar la concentración de oxígeno; mientras que los ácidos grasos saturados aumentaron bajo una atmósfera pobre en oxígeno o rica en anhídrido carbónico. Estos resultados sugieren que el oxígeno es requerido para la síntesis de ácido oleico durante el almacenaje de la fruta.

En un ensayo realizado por Kikuta y Erickson, 1968, determinaron un leve aumento del contenido de aceite durante el almacenaje a 5°C de los grupos de palta Fuerte por 9 y 14 días respectivamente. En el segundo grupo de frutas aumentaron las fracciones de monoglicéridos y ácidos grasos libres con leves disminuciones de los di-glicéridos. Estos autores concluyen que la tasa de degradación de los triglicéridos superó a la tasa de formación. Sin embargo al analizar los datos entregados para el primer grupo de fruta se observa un aumento de los triglicéridos en la fruta almacenada. Frente a estos datos poco claros y a la escasa bibliografía se hace necesario continuar el estudio sobre el comportamiento de aceite durante el almacenaje de paltas.

3.3 MATERIALES Y METODOS

3.3.1 Localización de estudio

La presente investigación se realizó en los laboratorios de post-cosecha del Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía y en los laboratorios de Química y Bioquímica de Alimentos del Departamento de Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas de la Universidad de Chile, Santiago.

3.3.2 Fruta utilizada, condiciones y períodos de almacenaje

El material y método son exactamente iguales a los descritos en la parte II de la presente tesis.

3.3.3 Extracción lipídica

Se siguió la técnica descrita por Bligh y Dyer, 1959, modificada. Se homogenizó en un Omni-Mixer 18 g de pulpa fresca con 20 ml de cloroformo y 10 ml de metanol durante 2 minutos; se filtró a través de un embudo Büchner con papel Watman N° 1 con ligero vacío; esta operación se repitió tres veces. Con el objeto de realizar una extracción cuantitativa, el residuo se lavó con porciones de cloroformo.

La solución obtenida se llevó a una probeta graduada con tapa y se dejó en reposo por 24 horas a 7°C para permitir la separación completa de fases. La fase superior (metanol-agua) se extrajo por aspiración utilizando una trompa de agua. El extracto clorofórmico (fase

inferior) se midió en la probeta. El porcentaje de lípidos totales se determinó por evaporación del solvente de una alícuota del extracto, obtenida con pipeta volumétrica, bajo corriente de nitrógeno.

3.3.4 Obtención de ácidos grasos

Los esterres metílicos se prepararon de acuerdo a Metcalfe et al. 1966, usando una solución de BF_3 al 15% en metanol. La composición en ácidos grasos se determinó mediante un cromatógrafo de fase líquida-gaseosa, marca HP 5750.

Condiciones de trabajo: fase líquida: Etilen-Glicol-Succinato (EGS) al 3%, Butano-Diol-Succinato (BDS) al 7%; soporte sólido: Chromosorb WAW 60/80 mallas; columna: de cobre de 2 m con un diámetro interno de 1/8" y temperatura de 190°C; gas portador; nitrógeno con flujo de 40 ml/min; inyector: temperatura de 240°C; detector: de ionización de llama con temperatura de 230°C; flujo de aire: 350 ml/min; flujo de hidrógeno; 40 ml/min; volumen inyectado 1,5 UI; sensibilidad del rango: 10^3 ; atenuación: 0,5 a 8. Inscriptor con una velocidad de la carta de 0,15 pulg/min.

3.3.5 Identificación de ácidos grasos

La respuesta del detector se controló con standar patrón F y OR, Mixture N° 1 (Applied Science Lab. Inc. cat. N° 18803) y con otra preparada en el laboratorio según se señala en el Cuadro 17. Los resultados se expresaron en peso por ciento por no haber diferencias entre la composición estipulada y la calculada a partir de los cromatogramas de las mezclas patrones.

CUADRO 17. Composición de las mezclas patrones de ácidos grasos

Mezcla patron 1 F OR		Mezcla patrón 2 KC	
Esteres metílicos	Peso por ciento	Esteres metílicos	Peso por ciento
C _{16:0}	6,0	C _{8:0}	1,5
C _{18:0}	3,0	C _{10:0}	3,0
C _{20:0}	3,0	C _{12:0}	6,0
C _{18:1}	35,0	C _{14:0}	12,0
C _{18:2}	50,0	C _{18:0}	24,9
C _{18:3}	3,0	C _{20:0}	33,2

La identificación se realizó sobre la base de los tiempos de retención de los esteres metílicos de los ácidos grasos obtenidos de los patrones usados y la linealidad de las series homólogas, ya que al representar ficamente en un papel semi-logarítmico los tiempos de emergencia versus el número de átomos de carbono de los ácidos grasos, se obtienen rectas paralelas. El análisis cuantitativo se realizó midiendo el área de cada pico por el procedimiento de multiplicar la altura del mismo por el ancho a la mitad de su altura.

3.3.6 Diseño experimental

Se utilizó el diseño llamado Aleatorización completa con estructura factorial de 3 x 3 x 4. Este factorial corresponde a 3 variedades, 3 temperaturas, 4 períodos de almacenaje. Cero día corresponde al cuarto período de almacenaje, fecha de cosecha de la fruta. Se usaron tres repeticiones elegidas

de entre nueve frutos para cada medición. Finalmente se realizaron comparaciones de los tratamientos según test de Duncan, a un nivel de probabilidad de 5%.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Composición y rendimiento de ácidos grasos

Al analizar cualitativamente el contenido lipídico de los frutos recién cosechados pertenecientes a los clones, raza Mexicana y del híbrido Fuerte, se encontró una gran similitud en su composición; al mostrar todos los cromatogramas, la presencia de los ácidos grasos palmítico, palmitoleico, oleico, linoleico, linolénico y ocasionalmente esteránico, araquídico y docosanoico. Pero los resultados cuantitativos de los cromatogramas indicaron diferencias significativas en el rendimiento de los diferentes tipos de frutos estudiados.

Los frutos del híbrido Fuerte presentaron los valores más bajos de ácido palmítico y palmitoleico (10,91 y 4,47%) en cambio "Ampolleta Grande" presentó las cantidades más altas (14,94 y 11,30%). Acido estearico prácticamente no se detectó en "Negra la Cruz" ni "Ampolleta Grande"; "Negra la Cruz" presentó los menores contenidos en ácido linoleico y linolénico (7,64 y 0,99%).

El ácido predominante en los tres tipos de frutas analizadas fue el ácido oleico, siendo "Negra de la Cruz" quien presentó el mayor contenido, con un 73,29% del total de ácidos grasos, seguida de "Fuerte" (69,55%) y "Ampolleta Grande" (61,41%). Los ácidos grasos que le siguen

en orden de importancia fueron palmítico (que fluctuó entre 10,91 y 14,94%) y linoleico (entre 7,64 y 11,21%). Estos valores, que corresponden a los esteres metílicos de los ácidos grasos expresados en peso del total de aceite, mantienen sus proporciones al expresarlos tanto en porcentaje de pulpa fresca (P.F.) como pulpa deshidratada (P.S.) (Cuadro 18.)

3.4.2 Comportamiento de ácidos grasos en frutos almacenados

A través de las diferentes condiciones de almacenaje, la palta Negra la Cruz presentó ligeros cambios en el contenido de sus ácidos grasos. Durante el almacenaje a 18°C se identificó sólo un ácido graso saturado, ácido palmítico, quien aumentó en forma significativa, contar de los 14 días de almacenaje; ácido palmitoleico aumentó relativamente durante todo el periodo de guarda, fue distinto solo a los 28 días. En el resto de los ácidos no se observó diferencias, aún cuando el ácido insaturado, oleico, mostró un descenso de su contenido durante la guarda de la fruta. Los diferentes ácidos grasos presentaron una gran estabilidad en su composición y rendimiento durante el almacenaje de la fruta a 7°C y 4°C; vease Fig. 9. Las proporciones de ácidos grasos poli-insaturados en relación a los ácidos saturados no presentaron variaciones significativas con las diferentes temperaturas y días de almacenaje (Cuadro 19).

Los frutos del clon Ampolleta Grande no presentaron diferencias durante su almacenaje a 18°C, aun cuando se observó descenso aparente del ácido palmitoleico y linoleico durante sus 21 días de guarda. Los frutos mantenidos a 7°C subieron los niveles de los

CUADRO 18. Composición de los esteres metílicos de los ácidos grasos* del extracto total lipídico de tres tipos de frutos recién cosechados de palto (Aguacate) cultivados en Peumo (Chile).
Expresados en peso %

Clon	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:0}	C _{22:0}
Negra La Cruz	12.42 b	5.99 b	0.00a	73.29 c	7.64a	0.99a		
Ampolleta Grande	14.94 c	11.90 c	0.00a	61.41a	11.21a	1.12a		Trazas
Fuerte	10.51a	4.47a	1.10 b	69.55 b	10.16 b	2.90 b		

	P.S.	P.F.	P.S.	P.F.	P.S.	P.F.	P.S.	P.F.	P.S.	P.F.
Porcentaje en pulpa deshidratada (P.S.) y en pulpa fresca (P.F.)										
Negra La Cruz	8.36	2.36	3.63	1.02	0.00	0.00	49.99	13.95	5.14	1.45
Ampolleta Grande	8.85	2.15	6.69	1.63	0.00	0.00	36.99	8.86	6.64	1.61
Fuerte	7.58	1.30	3.10	0.53	0.76	0.13	48.33	8.29	7.06	1.21

* C_{16:0} Acido palmítico; C_{16:1} Acido palmítico; C_{18:0} Acido esteárico; C_{18:1} Acido oleico
C_{18:2} Acido linoleico; C_{18:3} Acido linolénico; C_{20:0} Acido araquídico; C_{22:0} Acido docosanoico

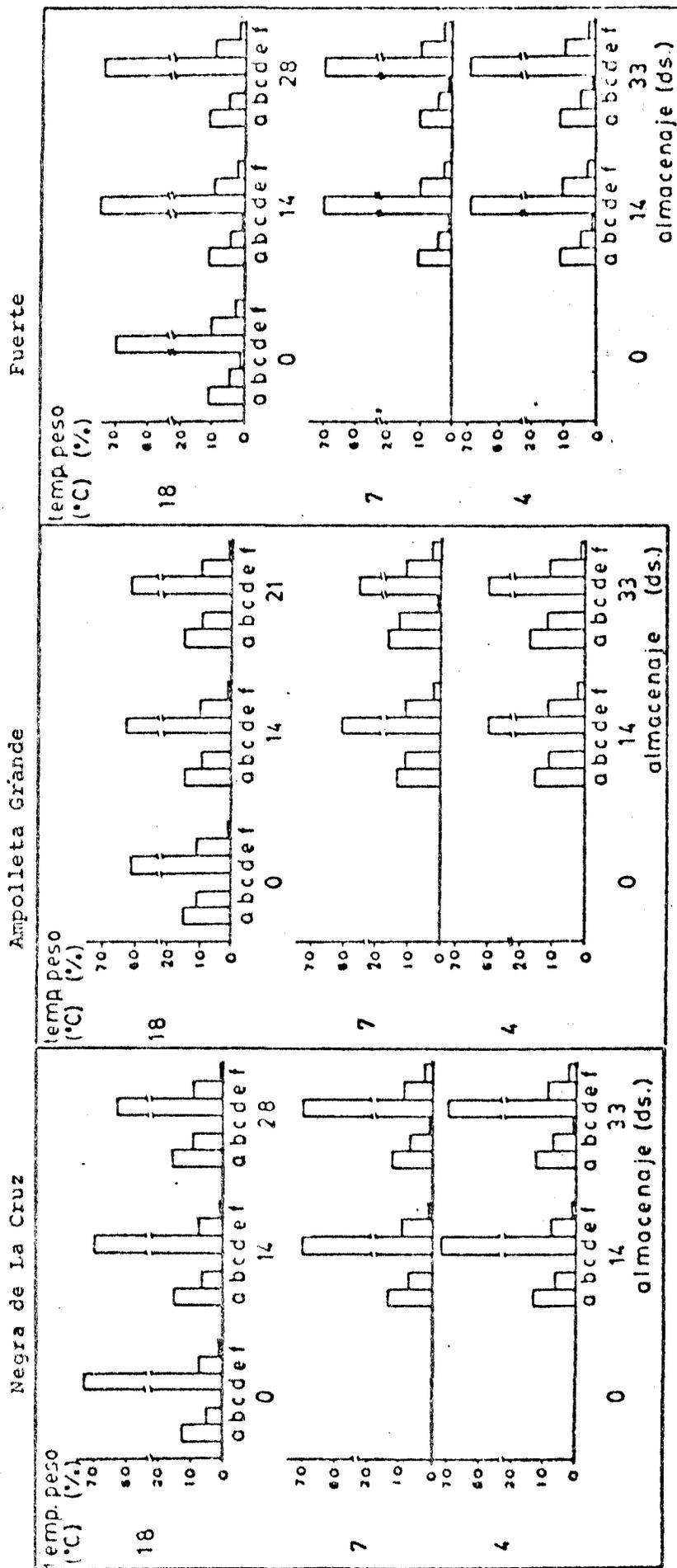
(1) En cada columna formada seguida de letras distintas indican diferencias significativas al nivel de 0.05 (P < 0.05) de probabilidad.

CUADRO 19. Relación entre ácidos grasos poli-insaturados y ácidos grasos saturados en frutos de palto "Negra La Cruz", "Ampolleta Grande" y "Fuerte" cultivados en Peumo, Chile y almacenados por diferentes días a 4°, 7° y 18° C (1)

Temperatura	Almacenaje (ds)	Fuera de frfo (ds)	Negra La Cruz Clon	Ampolleta Grande Clon	Fuerte Clon
18	0		0.69a	0.82a	1.03a
	14		0.66a	0.75a	0.93a
	28		0.71a	0.71a (21 ds)	0.92a
7	14	0	0.65a	0.98a	1.04a
		6	0.48a	1.08a	0.98a
	33	0	0.82a	0.73a	1.00a
4		6	0.79a		0.92a
	14	0	0.63a	0.81a	1.04a
	33	0	0.75a	0.81a	1.01a
		6	0.84a	0.63a	0.97a
		6	0.65a	0.91a	0.91a

(1) En cada columna formada seguida de distintas letras indican diferencias significativas al nivel de 0,05 ($P \leq 0.05$) de probabilidad.

Fig. 9. Composición de los ésteres metílicos de los ácidos grasos del extracto lipídico en tres tipos de paltas, cosechadas en Peumo, Chile; almacenadas por diferentes días a 4°, 7° y 18°C.



a: ácido palmítico.
d: ácido oleico

b: ácido palmítoleico
e: ácido linoleico

c: ácido esteárico
f: ácido linoléico

ácidos palmítico, palmitoleico y estearico a los 33 días de guarda, situación inversa la presentaron los ácidos oleico y linoleico. Ácido linolénico no alteró su contenido. Al observar los resultados de la fruta sometida a 4°C no se observaron diferencias solo un aumento aparente del ácido palmítico a los 33 días de guarda; véase Fig. 9. No se observaron variaciones significativas en los niveles de ácidos grasos poli-insaturados en relación a los ácidos saturados (Cuadro 19).

La fruta del palto híbrido Fuerte mantuvo su composición de ácidos grasos inalterable durante los tres regímenes de temperatura. Si bien se observa un aumento de los ácidos palmítico y oleico y una disminución del ácido linoleico durante las salidas de frío de la fruta almacenada a 7°C y 4°C, no hubieron diferencias. Véase Fig. 9. Situación similar se presentó en las proporciones de los ácidos graso poli-insaturados en relación a los ácidos grasos saturados. (Cuadro 19).

3.5 DISCUSION

3.5.1 Composición y rendimiento de ácidos grasos

Al analizar los resultados obtenidos de la fruta recién cosechada presentados en el Cuadro 18, se puede observar que la composición de ácidos grasos es bastante similar, no así la cuantificación de los mismos por ser diferente entre los tres tipos de paltas, esta situación es de importancia puesto que se podría caracterizar los frutos de cada clon mediante una cromatograma de los ácidos analizados.

La Fig. 10 nos muestra tres cromatogramas de las diferentes frutas estudiadas. Para Negra la Cruz, el pico del ácido palmítico (12,42%) está seguido del ácido palmitoleico, alcanzando este último casi la mitad del anterior (5,29%), en cambio para la palta "Ampolleta Grande el ácido palmítico (14,94%) se presenta ligeramente superior del palmitoleico (11,38%); el cromatograma de los frutos del híbrido Fuerte es más característico por presentar una marcada diferencia entre los dos ácidos (ácido palmítico: 10,91; ácido palmitoleico, 4,47%). Si comparamos los tres cromatogramas se puede concluir que la relación de los ácidos palmítico y palmitoleico es un buen indicador para caracterizar estos diferentes clones.

El análisis del extracto lipídico en los tres tipos de frutas estudiadas, si bien presentan grandes diferencias entre ellas, coinciden en presentar en su composición dos ácidos grasos saturados (palmítico y estearico) presentándose irregularmente trazas de ácidos de 20 y 22

Fig. 10. Cromatogramas de los ésteres metílicos del total de ácidos grasos del mesocarpio de paltas cosechadas en Peumo, Chile.

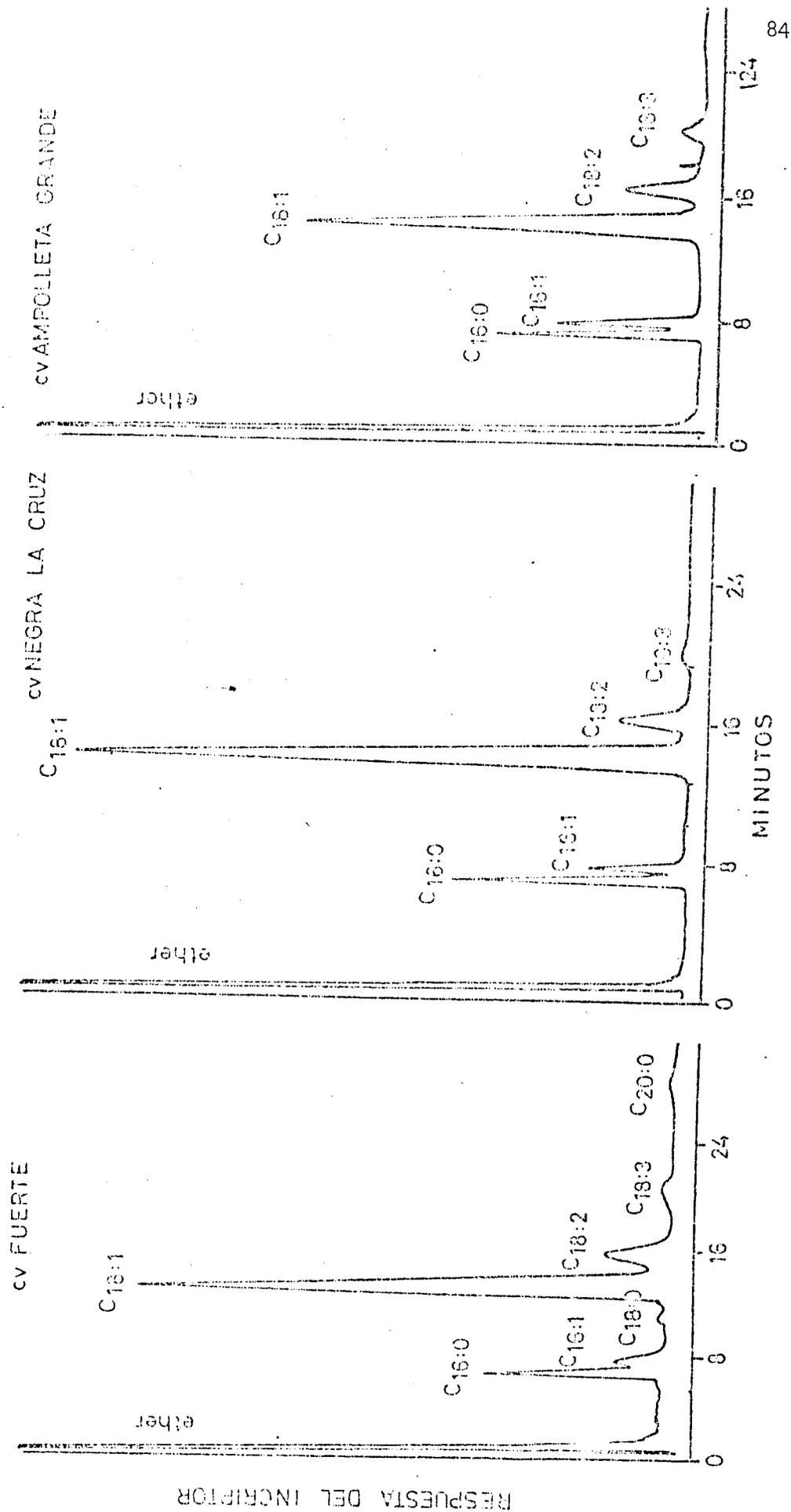
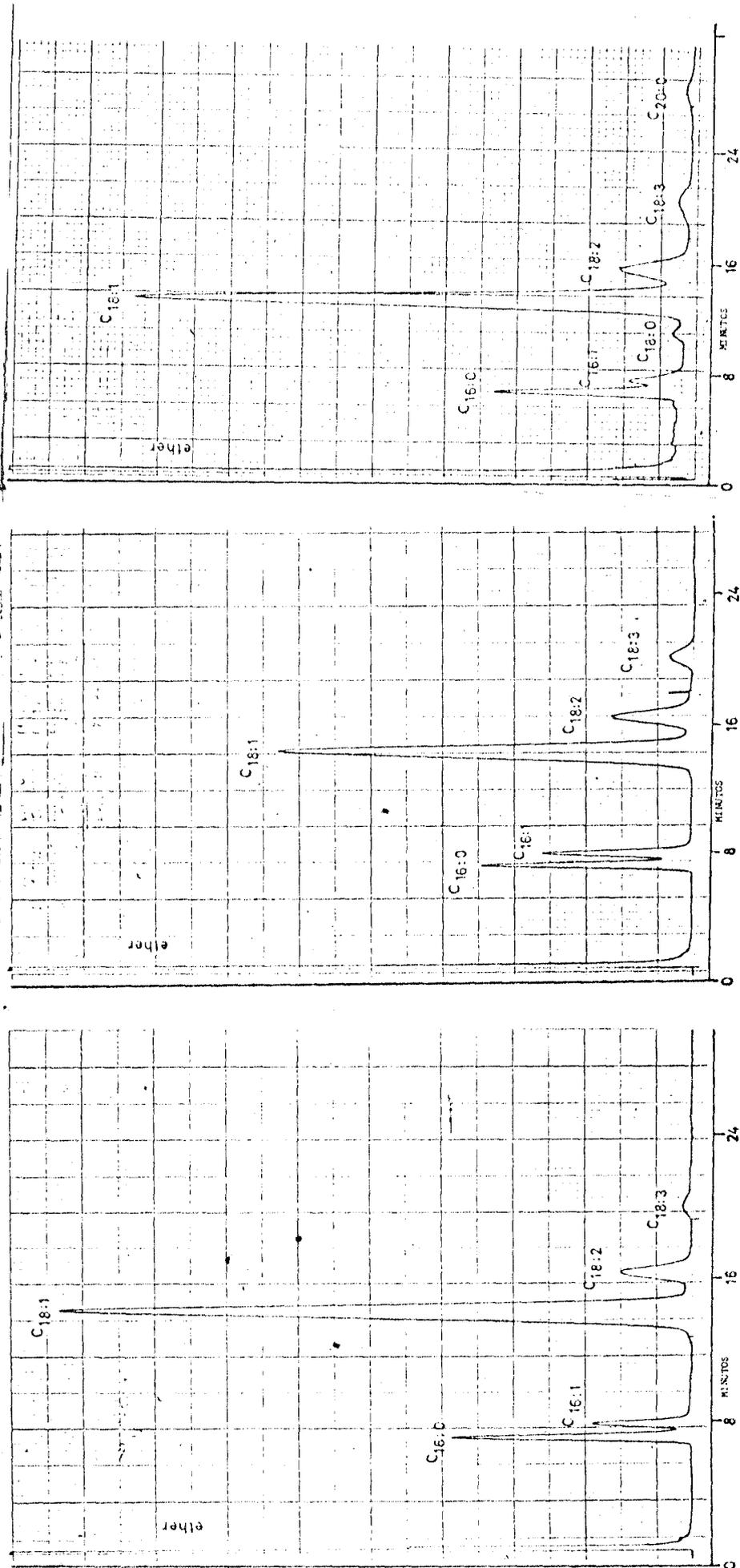


Fig. 10. Cromatogramas de los ésteres metílicos del total de ácidos grasos del mesocarpio de paltas cosechadas en Peumo, Chile.



Negra de La Cruz

Ampolleta Grande

Fuerte

carbonos, dos ácidos monoinsaturados (palmitoleico y oleico) y dos ácidos poli-insaturados (linoleico y linolénico). Las cantidades indican que en todos los frutos, en primer lugar se ubica el ácido oleico seguido del palmítico y linoleico, resultados muy similares con los encontrados por Mazliak, 1971, quien determinó un 60% de ácido oleico; Pennacchiotti y Masson, 1974, indicaron 55,8% para este mismo ácido graso.

Varias evidencias han indicado que a mayor cantidad de ácidos grasos poli-insaturados aumenta el valor nutricional de la fruta. La palta presenta un gran porcentaje de ácidos grasos insaturados, la mayor cantidad corresponde a ácidos con un doble enlace, mono-insaturados (Cuadro 19), especialmente ácido oleico. Esto lo hace comparable con el aceite de oliva (Olea europea L.), quien presenta alrededor de 70,6% de este ácido (Pennacchiotti y Masson, 1974), en cambio para el aceite de la palta, la cantidad de ácidos grasos poli-insaturados es comparativamente más baja ya que el ácido linoleico y linolénico alcanzaron alrededor del 12% del total de ácidos grasos (Cuadro 18). Esta situación contrasta con el aceite de girasol (Helianthus annuus L.) uno de los más deseables por su poli-insaturación, el que presenta un 69,7% de ácido linoleico (Masson et al., 1971; Pennacchiotti y Masson, 1974).

3.5.2 Comportamiento de ácidos grasos en frutos almacenados

El ligero aumento observado de los ácidos grasos palmítico y esteárico en palta Ampolleta Grande a 33 días de almacenaje a 7°C, palmítico y palmítoleico en palta Negra la Cruz a 28 días de guarda a 18°C, linolénico en la misma fruta con 33 días de almacenaje a 7°C y 4°C concuer-

da con los resultados obtenidos por Davenport y Ellis, 1959. Kikuta y Erickson, 1968, han comunicado que el ácido oleico es el que se sintetiza principalmente durante el desarrollo de la fruta, aumentando suavemente los ácidos palmítico y palmitoleico, mientras que el ácido linolenico permanece constante; durante el período de almacenaje de 9-14 días hubo ligeros aumentos en el contenido de ácidos grasos. Pero al realizar un análisis de estos resultados se puede observar que los valores son muy similares no habiendo diferencias entre ellos.

Para una mejor discusión sobre la influencia de las temperaturas de almacenaje empleadas y los días de comercialización en la composición de los ácidos grasos del extracto lipídico se presenta el Cuadro 20, que contiene los los tres tipos de palta (aguacate) estudiados en dos situaciones de almacenaje, fruta sometida por 33 días a 7°C y la fruta almacenada por 14 días a 4°C con 6 días fuera de frío. En estas situaciones diferentes los ácidos palmítico y palmitoleico siempre son los menores en palta Fuerte y los mayores en Ampolleta Grande; quien presenta además las menores cantidades de ácido estearico y oleico.

Los resultados indican que durante el almacenaje la composición y rendimiento de los ácidos grasos no se altera con la temperatura ni los días de comercialización. Las diferentes estadísticas se mantienen iguales con la fruta recién cosechada.

Analizando el comportamiento de los esteres metílicos en los tres tipos de palta (Fig. 9) se observa que esta no alteración durante

CUADRO 20. Composición de los esteres metílicos de los ácidos grasos del extracto total lipídico de tres tipos de frutos de palto (Aguacates) cultivados en Peumo (CHILE). Expresado en peso % (1)

Almacena je	Clon	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20 y C22
33 días a 7°C	Negra La Cruz	12.01 b	6.35 b	0.91a	70.09 b	8.50a	2.11a	
	Ampolleta Grande	15.39 c	10.93 c	0.65a	59.92a	11.24 c	1.85a	Trazas
	Fuerte	10.69a	4.70a	1.59 b	69.39 c	9.88 b	2.66 b	
14 días a 4°C más 6 días de comercialización	Negra La Cruz	12.25 b	6.00 b	0.00a	72.33 b	8.11a	1.11a	
	Ampolleta Grande	16.30 b	11.34 c	0.00a	60.28a	10.78 c	1.14a	Trazas
	Fuerte	10.86a	4.11a	1.00 b	72.22 c	9.54 b	2.48 b	

(1) En las columnas, distintas letras indican diferencias significativas al 0.05 ($P \leq 0.05$).

el almacenaje, se mantiene aun cuando la fruta haya perdido su valor comercial, con el apareamiento de las primeras muestras de deterioro. Los síntomas que indican el comienzo de la pérdida de calidad o el final de la vida útil en almacenaje y el tiempo máximo de guarda, fueron señalados en la parte II de la tesis.

La no alteración de los esteroides metílicos de los ácidos grasos en el aceite de la pulpa de las paltas estudiadas es comprensible, en primer lugar, porque se ha demostrado que la palta mantiene su contenido de aceite durante su almacenaje, si los valores se expresan en relación al peso seco de su pulpa. Aunque se ha informado que el contenido de aceite tiende a aumentar durante el almacenaje (Kikuta y Erickson, 1968); esto sucede si se expresa el contenido de aceite en base al peso fresco de la pulpa, situación explicable para esta alza aparente, debido a deshidratación de la fruta. Por otra parte esta no variación de los ácidos grasos durante la conservación de los frutos de los distintos clones, se explica por la presencia de tocoferoles o vitamina E en la pulpa de la palta, este compuesto se usa generalmente como antioxidante natural y contribuye a la estabilidad del aceite, el Reglamento Sanitario de los Alimentos lo permite en cantidades no superiores a 0,2 g/kg (Chile, Ministerio de Salud Pública, 1976).

Analizando los resultados de Palta Fuerte se observa una gran estabilidad en los ácidos grasos, por lo tanto las ligeras variaciones encontradas durante el almacenaje de los frutos de raza Mexicana no podrían atribuirse a las temperaturas ni los días de guarda empleados, al no encontrar diferencias significativas uniformes en cada tratamien-

to; posiblemente se deban a las diferencias fisiológicas del fruto en el árbol, aun cuando fueron cosechados en la misma fecha.

Nutricionistas han encontrado que la relación ácidos grasos no saturados/ácidos grasos saturados, son un indicador de valor nutricional. Slater et al., 1975, concluyeron que durante el almacenaje esta relación aumenta en palta Fuerte de 0,36 a 1,13 y disminuye en Hass de 0,80 a 0,53, sin embargo los promedios para ambos son casi iguales y los resultados encontrados corresponden a estos valores. La palta Fuerte mostró entre 0,91 y 1,04 para la relación ácidos grasos poli-insaturados/ac. grasos saturados durante su almacenaje, en cambio Negra la Cruz y Ampolleta Grande fluctuaron entre 0,63 y 1,08, no encontrándose diferencias significativas. Vease Cuadro 19.

En base a estos antecedentes se puede concluir que el valor alimenticio de estas frutas no se altera con las diferentes condiciones de almacenaje durante su período de post cosecha.

3.6 CONCLUSIONES

1. La composición en ácidos grasos de paltas raza Mexicana es semejante con los aceites de palta "Fuerte", al estar constituido principalmente por los ácidos palmítico, palmitoleico, oleico y linoleico; pero si difieren en los porcentajes de los mismos.
2. El aceite de palta presenta ácidos grasos menores, desde cantidades trazas a valores alrededor de 4%, ellos son el ácido esteárico en el aceite de palta Fuerte, y ácidos linolénico, araquídico y docosanoico en los tres tipos de fruta.
3. Como ácido graso saturado se encuentra el ácido palmítico (10,9% a 14,94% en fruta recién cosechada), entre los ácidos grasos con un doble enlace se detectaron el ácido palmitoleico (4,7% a 11,30%) y ácido oleico (61,4% a 73,29%), finalmente entre los ácidos grasos poli-insaturados se encuentran el ácido linolénico (7,69% a 11,21%) y ácido linolénico (0,99 a 1,12%).
4. La relación de los porcentajes entre el ácido palmítico y palmitoleico es específico para cada tipo de palta, mostrando ser un índice de caracterización de estos tipos de aceite.
5. La temperatura y tiempo de almacenaje no altera la composición ni porcentaje de ácidos grasos en los tres tipos de fruta, por lo que se concluye que la palta no altera su valor nutritivo durante el almacenaje, aun habiendo perdido su calidad comercial.

4. RESUMEN

Cerca del 50% de la producción de Persea americana Mill en Chile, corresponde a la palta denominada "Chilena" (raza mexicana), producida especialmente en la VI Región del país. La comercialización de esta fruta se ve complicada por la presencia de gran cantidad de tipos que difieren ampliamente en su morfología, peso y composición. En una primera parte se evalúan los principales tipos de palta "Chilena" mediante características botánicas y químicas de los frutos. Se encontraron siete tipos de fruta de forma piriforme, tres ovaladas, uno redondeado y tres intermedios; solo cuatro tipos presentan frutos de peso superior a 150 g. Trece tipos de frutos presentaron color de piel violáceo a púrpureo y uno verde. La humedad varió entre 64,3% a 79,6% y el aceite entre 60,1% y 72% de sus pesos secos. Las pulpas más resistentes al pardeamiento fueron "Auger", "Peumina" y "Negra de la Cruz".

La segunda parte de este trabajo determina el comportamiento y capacidad potencial de almacenaje en frío de paltas "Negra de la Cruz" y "Ampolleta Grande", realizando un análisis comparativo con palta "Fuerte". La fruta se sometió a temperaturas de 4°, 7° y 18°C durante diferentes tiempos, y posteriormente se mantuvo a temperatura ambiente por seis días.

No se observó variación en los contenidos de aceite (peso seco) durante el almacenaje "Negra de la Cruz" y "Fuerte", con igual porcentaje de humedad inicial presentaron una mayor deshidratación que

"Ampolleta Grande". Se estableció que la resistencia a la presión del mesocarpo alcanzó valores correspondiente a consumo a los tres días de ocurrido el climacterio. A 7°C "Negra de la Cruz" y "Fuerte" pudieron almacenarse por 28 y 33 días, a 4°C se mostraron sin daño solo por 14 y 28 días respectivamente. Bajo las condiciones de este estudio "Ampolleta Grande" no presentó aptitudes para ser almacenada.

En la tercera y última parte de esta investigación se estudió el rendimiento, composición y comportamiento de ácidos grasos de los lípidos extraídos de los tres tipos de palta almacenadas, mediante cromatografía de fase líquido-gaseosa. El mayor contenido de lípidos se estableció en la palta "Ampolleta Grande"; situación inversa se encontró en la palta "Fuerte". Los ácidos grasos presentes de mayor importancia fueron palmítico, palmitoleico, oleico y linoleico. Aproximadamente el 85% de la fracción total de ácidos grasos correspondieron a ácidos grasos no saturados.

Se concluye que si bien los tres tipos de frutas varían en el contenido de ácidos grasos, no lo hacen en cantidades significativas durante su almacenaje en frío.

5. SUMMARY

The "Chilean avocado" (Mexican race) amounts to approximately 50% of the national output of Persea americana Mill. Marketing of this crop has become complex as effect of the great diversity of its types mainly in morphological aspects, weight, composition and external appearance of fruits.

The first purpose of this study was to evaluate the main Chilean avocado types through botanical and chemical characteristics of the fruits. With respect to fruit shape, seven pyriform, three ovate, one round and three other less distinct types were found. Only four types had fruit weighing over 150 g. Fruit water content varied from 64.3 to 79.6% and oil content, from 60.1 to 72.9% of dry weight. "Auger", "Peumina" and "Negra de la Cruz" showed higher resistance to pulp browning.

Next, fruit behavior and keeping potential in cold storage of cvs. "Negra de la Cruz" and "Ampolleta Grande" was evaluated comparative analysis with the "Fuerte" cv. Fruit was kept at 4, 7 and 18°C for different periods and it was subsequently held at room temperature for six days. No variations were observed in oil content (dry weight) during storage. "Negra de la Cruz" and "Fuerte" which had the same initial moisture content, showed more dehydration than "Ampolleta Grande". Mesocarp resistance to pressure reached values which corresponded to ripening three days after climacteric took place. At 7°C, "Negra de la Cruz" and "Fuerte" could be stored

for 28 and 33 days respectively; at 4°C, they kept free of damage for only 14 and 28 days "Ampolleta Grande" showed no keeping qualities under the storage conditions.

The last purpose was to study yield, composition and behaviour of fatty acids from lipids extracted from three cold-stored avocado varieties by means of gas-liquid chromatographic analyses. Higher lipid content was determined in "Ampolleta Grande" which presented the least keeping quality in storage; the reverse occurred with "Fuerte". The main fatty acids found were palmitic, palmitoleic, oleic and linoleic. About 85% of the fatty acid fraction corresponded to unsaturated fatty acids. Although the three types of fruits showed variations in their fatty acid content, these did not occur significantly during the post-harvest storage.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABASCAL, U. 1973. Registro de especies y variedades frutales. Ministerio de Agricultura, S.A.G., Div. Sanidad Vegetal, Depto. Control Interno y Exportación, Chile.
- BARMORE, C.R. y ROUSE, A.H. 1976. Pectinesterasa activity in controlled atmosphere stored avocados. *Journal of the A.S.H.S.* 101: 294-296.
- BASAEZ, G.Y.; KIGER, F.M., GALEB, P.S. y ARAYA, E.A. 1977. Elaboración de jugo clarificado y concentrado de cuatro variedades de manzana (*Pyrus malus*). *Inv. Agr. (Chile)*. 3:33-37.
- BEAN, R.C. 1956. Biochemical reaction of avocados in relation to standars of maturity. *Calif. Avoc. Soc. Year Book* 40: 148-151.
- BERGER, H., LUZA, J.G. y PERALTA, L. 1978. Almacenaje de palta Fuerte y Hass. *Proc. Tropical Region, Amer. Soc. Hort. Sci.* Vol. 22 (en prensa).
- BIALE, J.B. y YOUNG, R.E. The avocado pear. In: Hulme, A.C. 1971. *The biochemistry of fruit and their products*, Acad. Press. London and N.Y. pp. 1-63. 2 v.
- BLIGH, E.G. y DYER, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem Physiol.* 37: 8,911.
- BROOKE, D.L. 1959. External quality factors of Florida avocados; Their importance to the consumer. *Agric. Exp. Sta. Univ. of Florida. Bull.* 617.
- CAMPBELL, C.W. y MALO, S.E. 1978. Review of methods for measuring avocado maturity in Florida. *Proc. Tropical Region, Amer. Soc. Hort. Sci.* vol. 22 (en prensa).

- CHANDLER, W.H. 1958. Evergreen orchard; The Avocado, chapter VII. Lea and Febiger. Phil. U.S.A. pp. 205-220.
- CHILE. 1974. Catastro frutícola nacional. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).
- _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1957. Sinopsis de la fruticultura de Chile. Dirección General de Producción Agraria y Pesca, Depto. Produc. Agrícola Santiago. 32 p.
- _____. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA. 1976. Reglamento Sanitario de Alimentos (modificaciones). Servicio Nacional de Salud, Santiago.
- CLAYPOOL, L.L. y KEEFER, R.M. 1942. A colorimetric method for CO₂ determination in respiration studies. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40: 177-185.
- _____. 1975. Aspectos físicos del deterioro. Publicaciones Misceláneas Agrícolas, Fac. Agronomía, Univ. de Chile, Santiago. 9: 29-36.
- CUMMING, K. y SCHROEDER, C.A. 1942. Anatomy of the avocado fruit. Calif. Avoc. Soc. Year Book 26: 56-64.
- DAVENPORT, J.B. y ELLIS, S.C. 1959. Chemical changes during growth and storage of the avocado fruit. Aust. Jour. Biol. Sci. 2: 445-454.
- EL BARKOUKI, M., HIGAZI, M.N y EL HAMID, F. 1970. Development changes of Fuerte avocado fruits throughout maturation. Shouba El Kaiima, Cairo, Egypt, U.A.R. Research Bull. 615: 3-15.
- HATTON, T.T. y SOULE, M.J. 1957. Effect of fruit position and weight on percentage of soil in Lula avocados in Florida. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69: 217-220.

- _____. 1969. Maintaining market quality of Florida avocados.
Proc. Conf. Trop. Subtrop. Fruits. London: 227-280.
- HATTON, Junior, T.T., POPENOE, J., SOULE, M.J. y HARDING, P.L. 1957.
Relation of maturity to certain chemical and physical characters
in Florida avocados. Proc. Flor. State. Hort. Soc. 70:338-340.
- _____. y REEDER, W.V. 1964. Relationship of bloom date of the
size and oil content of Booth 8 avocados. Proc. Tropical Region
Amer. Soc. Hort. Sci. 7: 106-11.
- _____. _____. 1965. Controlled atmosphere storage of Lula
avocados. Proc. Tropical Region, Amer. Soc. Hort. Sci. 9: 152-
159.
- HODGKINS, G.B. 1939. Avocados Standarization. Calif. Avoc. Soc. Year
Book 23: 141-146.
- HODGSON, E.W. 1950. The avocado - a gift from the middle Americas.
Econ. Bot. 4: 253-293.
- _____. 1950. The Avocado industry of Chile. Calif. Avoc. Soc.
Year Book 43: 45-49.
- HORWITZ, W. 1970. Official methods of analysis of the Association
of Official Agricultural Chemists. 11° ed. Washington, U.S.A.
1008 p.
- KIKUTA, Y y ERICKSON, L.C. 1968. Seasonal changes of avocado lipids
during development and storage. Calif. Avoc. Soc. Year Book
52: 102-108.
- KINSELL, L.N., WOOD, P.D., SHIODA, R. y ESTRICH, D.L. 1967. The
relationship of polysaturated fats to lipid metabolism and athero-
genesis. First Research Conference on Utilization of safflower
A.R.S. pp. 48-52.
- KNAPP, F.W. 1965. Some characteristics of egg plant and avocado
polyphenolasas. Journal Food Science 30: 930-936.

- KOSIYACHINDA, S. y YOUNG, R.E. 1976. Sensibilidad de la palta a bajas temperaturas en distintos estados del climacterio respiratorio (en inglés). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 665-667.
- LEWIS, C.E. 1978. The maturity of avocados; A general review. *J. Sci. Fd. Agric.* 29:857-866.
- LYNCH, S.J. y STAHL, A.L. 1939. Estudios in the cold storage of avocados. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 52: 73-78.
- MAGDAHL, A.R. 1958. Report from Chile. *Calif. Avoc. Soc. Year Book.* 42: 44-51.
- MAERZ, A. Y REA, PAUL, M. 1930. A dictionary of color. Mac Graw Hill Book Company, Inc. 207 p.
- MASSON, L., CASTILLO, M.A. y VIANNI, R. 1971. Composición del aceite extraído de tres variedades de semillas de girasol y de dos variedades de soya cultivadas en Chile. *Grasas y Aceite* 22: 188.
- MAZLIAK, P. 1965. Les lipides de l'avocat. I. Composition en acidez gras des diverses parties du fruit. *Fruit* 20: 49-58.
- _____. 1970. Lipids. In: Hulme, A.C. *The Biochemistry of fruit and their products*, Acad. Press. London and N.Y. pp. 209-215. 1 v.
- _____. 1971. Constitution lipidique de l'avocat. *Fruits.* 26: 615-623.
- MELLENTHIN, W.M. y WANG, C.Y. 1974. Decoloración por roce de peras D'anjou en relación del tamaño, madurez almacenaje y actividad de la polifenoloxidasas de la fruta. (En inglés). *Hort. Sci.* 9:592-593.

- METCALFE, L.D., SCHITZ, A.A. y PEIKA, R.J. 1966. Rapid preparation of fatty acid esteres from lipids for gas chromatographic analysis Anal. Chem. 38: 514-515.
- MORALES, A., BERGER, H. y LUZA, J.G. 1979. Identificación y patogenicidad de hongos durante post cosecha de paltas (Persea americana, Mill). Inv. Agr. (Chile) vol. 5 (1): 1-4.
- MUÑOZ, P.C. 1960. Botánica Agrícola. Tomo I, Ed. Univ. S.A. (Chile) 232 p.
- MURRAY, S.F., BYSTROM, B.G. y BOROLER, E. 1963. Persea americana Mill mesocarp all structure, light and electron microscope study. Bot. Gaz. 124: 423-428.
- MUSTARD, M. 1959. Effect of cold storage on some Florida avocados. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 65: 180-186.
- ORTEGA, R. 1977. Factores de calidad en el manejo y la selección de Paltas. Publicaciones Misceláneas Agrícolas, Fac. Agronomía, Univ. de Chile. Santiago. 12-127.
- PEARSON, D. 1975. Seasonal english market variations in the composition of South African and Israeli avocados. J. Sci. Fd. Agric. 26: 207-213.
- PENNACCHIOTTI, M.Y., MASSON, L. et al. 1974. Composición química de alimentos chilenos. Fac. Ciencias Químicas, Sede Norte, Univ. de Chile. Santiago. 45 p.
- PERALTA, L. 1977. Ensayos preliminares en almacenaje de palta Fuerte (Persea americana Mill). Tesis de título, Fac. Agronomía, Univ. de Chile . Santiago.
- PIERCE, H.F. 1959. The nutritional value of the avocado. Calif. Avoc. Soc. Year Book 43: 83-85.

- POPENOE, W. 1920. Manual of tropical and sub-tropical fruits. Mac. Millan, New York 474 p.
- RHODES, A.M., MALO, S.E., CAMPBELL, C.W. y CARMER, S.G. 1971. A numerical taxonomic study of the avocado (Persea americana Mill) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:391-395.
- RUEHLE, G.D. 1963. The Florida avocado industry. Fla. Agr. Expt. Sta. Bull. 602. 102 p.
- _____. 1968. Industria del aguacate. Centro Regional de Ayuda Técnica, A.I.D. México-Buenos Aires. Bol. 602; 96 p.
- SCHMIDT, M. 1965. Avocado growing in Chile. Calif. Avoc. Soc. Year Book 49: 45-46.
- SCHROEDER, C.A. 1953. Growth and development of the Fuerte avocado fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 103-109.
- _____. 1966. Cytology of the avocado pericarp cell. Calif. Avoc. Soc. Year Book 50: 107-110.
- SLATER, G.G., SHANKMAN, S., SHEPHERD, J.S. y ALFIN-SLATER, R. 1975. Seasonal variation in the composition of California avocados. J. Agric. Food. Chem. 23: 468-474.
- SLOR, E. y SPODHEIM, R. 1972. Selection of avocado varieties in Israel. Calif. Avoc. Soc. Year Book 54: 156-157.
- SOMOYOA DE ARRIOLA. 1973. Trials on avocado storage. Proc. Tropical Region, Amer. Soc. Hort. Sci. 17: 13-22.
- SPENCER, M. 1966. La maduración de la fruta. In: Fruit Biochemistry. New York, Browker. pp. 200-230.
- THOMPSON, A.K. 1971. Storage of West Indian seedling avocado Fruits. J. Hort. Soc. 46: 83-88.

- VASQUEZ, J. 1975. Comportamiento durante el almacenamiento en frío de algunas variedades de aguacate en Guatemala. Proc. Tropical Region, Amer. Soc. Hort. Sci. 19: 57-68.
- WILKINSON, B. Physiological disorders of fruit after harvesting. In: Hulme, A.C. 1970. The biochemistry of fruit and their products, Acad. Press. London and N.Y. pp. 537-533. 1 v.