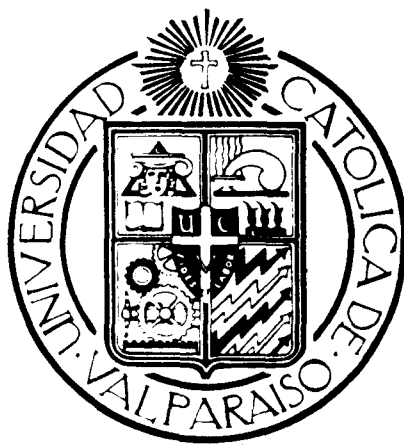


UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE HORTICULTURA



ESTIMACION DEL PORCENTAJE DE ACEITE MEDIANTE
LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD
EN FRUTOS DE PALTO (*Persea americana* Mill.)
CULTIVARES ZUTANO, FUERTE, GWEN Y WHITSELL

FERNANDO GUSTAVO LATORRE VIVAR

QUILLOTA CHILE
1994

INDICE DE MATERIA

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	6
2.1. Cultivar Hass	9
2.2. Cultivar Fuerte	9
2.3. Cultivar Zutano	10
2.4. Cultivar Gwen	10
2.5. Cultivar Whitsell	15
2.6. Variaciones estacionales de los carbohidratos de reserva	18
2.7. Crecimiento y desarrollo del fruto	22
2.8. Patrón de acumulación de aceite en el fruto	24
2.9. Contenido de aceite e índice de madurez	26
3. MATERIAL Y METODO	32
4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	36
4.1. Análisis descriptivo: Evolución de los contenidos de aceite y humedad	36
4.1.1. Cultivar Zutano	36
4.1.2. Cultivar Fuerte	37
4.1.3. Cultivar Gwen	38
4.1.4. Cultivar Whitsell	39
4.2. Análisis de regresión y coeficientes de	

correlación	41
4.3. Evolución de la palatabilidad	58
5. CONCLUSIONES	63
6. RESUMEN	65
7. LITERATURA CITADA	67

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

	pág.
CUADRO 1. Relación entre el porcentaje de aceite y el porcentaje de humedad, para cuatro cv, de palto, Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell establecida como ecuación de regresión con su correspondiente coeficiente de correlación.	41
CUADRO 2. Porcentajes de aceite, para iguales porcentajes de humedad, estimados a partir de las ecuaciones de regresión propuestas por MARTINEZ (1984) y LATORRE (1991), en frutos de palto cv. Fuerte y Zutano.	53
CUADRO 3. Evolución estacional del porcentaje de aceite en frutos de palto cv. Fuerte durante dos periodos de medición (años 1984 y 1991).	55
CUADRO 4. Porcentaje de aceite acumulado en frutos de palto cv. Zutano, medido en tres fechas, para las temporadas 1984 y 1991.	57
CUADRO 5. Evolución estacional de la palatabilidad en frutos de palto cv. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell.	59
CUADRO 6. Porcentajes de humedad y materia seca recomendados para obtener un grado de palatabilidad aceptable en frutos de palto cv. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell.	62

INDICE DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Evolución estacional de los contenidos de humedad y aceite, cv. Zutano.	42
FIGURA 2. Evolución estacional de los contenidos de humedad y aceite, cv. Fuerte	43
FIGURA 3. Evolución estacional de los contenidos de humedad y aceite, cv. Gwen.	44
FIGURA 4. Evolución estacional de los contenidos de humedad y aceite, cv. Whitsell.	45
FIGURA 5. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Zutano (intervalo de confianza: 95%).	47
FIGURA 6. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Fuerte (intervalo de confianza: 95%).	48
FIGURA 7. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Gwen (intervalo de confianza: 95%).	49

FIGURA 8. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Whitsell (intervalo de confianza:95%).

50

1. INTRODUCCION

El creciente intercambio comercial de los últimos años ha permitido que muchos productos frescos que antes se destinaban sólo al consumo interno, actualmente hayan conquistado mercados en el exterior. A su vez, ésto ha repercutido en un fuerte incremento de la superficie plantada, tal como ha ocurrido con el palto.

Por otra parte, el avance actual en el conocimiento de sus requerimientos climáticos y nutricionales, han permitido aumentar la productividad en forma importante, convirtiéndola en una especie más rentable y, por tanto, más atractiva de producir.

Nuestro país no ha estado ajeno a este interés, pues aunque el negocio ha demostrado tener altos y bajos, hay mercados que muestran un crecimiento importante, como es el caso de Francia, mientras que otros parecen aún pocos explorados.

La superficie nacional actual supera las 9000 ha y su producción alcanza 50 millones de kilos anualmente. En este momento la variedad más plantada es Hass, pues su alta productividad, precocidad y mayor regularidad en sus

producciones anuales, han aumentado el interés por continuar su expansión. La importancia del resto de las variedades comerciales presentes en el país, ha comenzado a declinar.

Sin embargo, como ya se hizo notar antes, la rentabilidad que deja la producción de paltas es muy variable y está muy ligada a la magnitud de la producción del resto de los países competidores. De allí nace la necesidad de lograr incrementar las utilidades y disminuir los costos mediante el adecuado manejo del huerto y la selección de nuevas variedades.

Este último punto ha recibido principal atención en países como EE.UU. e Israel, entre otros, en los que por muchos años se ha trabajado en la obtención de nuevas variedades, ya sea por hibridación o por propagación vegetativa de un individuo previamente seleccionado. De esta forma, hoy es posible contar con variedades tales como Gwen, árbol de tipo semienano, altamente productivo y de una precocidad superior incluso a la de Hass. Variedades como estas, abren la posibilidad de revertir los serios problemas de rentabilidad que este negocio ha llegado a presentar en algunos países donde urge sobrepasar los parámetros de productividad de las actuales variedades comerciales. Si bien es cierto, Gwen -así como el resto de las nuevas selecciones- no parece ser la solución definitiva, en algunos casos

representan la esperanza de obtener mayores ganancias.

Aunque en Chile ya es posible contar con tales selecciones, su llegada no garantiza que su comportamiento sea igual al observado en el lugar de origen. Esto obliga a realizar una serie de ensayos que permitan conocer sus características bajo nuestras condiciones, antes de propagarlas comercialmente. Entre los numerosos ensayos que cabe realizar, algunos de los más importantes son los tendientes a la determinación del momento óptimo de cosecha, de manera que se cuente con un período razonable de transporte y comercialización, al mismo tiempo que un grado de palatabilidad aceptable.

Existiendo diversas formas de predecir el mejor momento de cosecha para esta especie, en la actualidad una de las más utilizadas es la determinación del porcentaje de aceite de su pulpa. Aunque algunos investigadores hacen notar la alta variabilidad del método de una zona a otra y de un cultivar a otro, la verdad es que por el momento no se cuenta con otro indicador físico o químico de la madurez más eficiente que éste.

El fundamento del sistema es el siguiente: la fisiología del fruto determina que en la medida que éste madura, el

contenido de humedad de su pulpa disminuye mientras que el de aceite se eleva, de tal manera, es posible obtener una estrecha relación entre ambos parámetros. Sin embargo, como tal relación varía de acuerdo al cultivar en estudio, es necesario realizar una serie de mediciones que permitan obtener ecuaciones de regresión para cada caso.

Luego, con la sola obtención del porcentaje de humedad del fruto, en base a la diferencia de peso fresco - peso seco, se podrá conocer el nivel de aceite que posee el fruto en un determinado momento.

En base a lo anterior, se acordó realizar una investigación que tiene los siguientes objetivos:

- Determinar la evolución en el tiempo del porcentaje de aceite y del porcentaje de humedad en la pulpa de frutos de cuatro cultivares de palto.
- Establecer la correspondiente correlación entre ambas variables.
- Considerando diferentes ensayos realizados en la zona de Quillota para los cv. Zutano y Fuerte, realizar una confrontación de sus resultados, determinando la variación o

estabilidad de éstos a través de los años.

- Determinar el contenido máximo de humedad con que debe realizarse la cosecha para obtener un producto comercialmente aceptable.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

La alta diversidad de paltos en producción que coexistían hasta hace pocos años atrás, hacía difícil determinar qué variedades eran las más recomendables, sin embargo, la paulatina acumulación de información y experiencia sobre sus características han reducido a no más de seis el número de variedades con importancia comercial. Chile ha tenido la oportunidad de aprovechar parte de la experiencia de California, gracias a que el comportamiento de algunas variedades ha sido similar en ambas zonas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

De esta forma se ha llegado a que en el momento actual, la variedad Hass sea, posiblemente, la variedad comercial más importante en Chile. Esto se debe a sus buenas características de precocidad y productividad, acompañadas de una mayor regularidad en las producciones anuales (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Por su parte, la Sociedad Californiana de Paltas es muy clara: Hass es la única variedad comercial recomendada. Las variedades que están en producción, pero que no se recomiendan son: Bacon, Fuerte, Reed y Zutano, entre otras variedades menores. Los cultivares que presentan signos de

tener futuro incluyen a Gwen, Pinkerton y Whitsell (AVOCADO GROWER, 1987).

En 1990, la variedad Hass capturó un 92,7 % de los US\$ 237,5 millones cosechados, correspondiendo a un 83% de los paltos que crecen en California (SEELYE, 1991).

MARTIN y BERGH (1989) señalan que se han hecho grandes esfuerzos para educar al consumidor sobre la calidad de los frutos negros.

Ante tales antecedentes y ante la constante búsqueda por lograr exportar esta especie, Chile tuvo la posibilidad real de llegar al mercado norteamericano con variedades como Fuerte y Hass, convirtiéndose esta última en la principal variedad exportada en la temporada 90-91 (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Sin embargo, problemas de altos costos culturales y de cosecha, heladas, bajos precios para el productor y lo poco prudente que resulta fundar la industria de paltos sobre una sola variedad, motivan la investigación de la U.C.R., que hacia el año 1984 presenta oficialmente a la luz pública tres nuevas selecciones. Desgraciadamente una de ellas, el cultivar Esther, fue tempranamente desechada por problemas de

sabor (TOUNEY, 1985). De las dos restantes, Gwen parece ser la más prometedora; sobre ella existen diferentes opiniones en la actualidad:

- Gwen no podrá convertirse en una variedad importante hasta que se produzcan 2.5 a 3.0 millones de toneladas cada año (TAFT, 1991, citado por SEELYE, 1991).
- Los resultados de Gwen son muy satisfactorios, considerando obtener entre 28 y 34 ton/ha en su época plenamente productiva (MARKLE, 1991, citado por SEELYE, 1991).
- Gwen es una muy buena variedad verde, pero siempre alcanzará, en precio, un 85 a 90% de Hass (BARNARD, 1991, citado por SEELYE, 1991).
- Sin la alta producción de Gwen, es claramente imposible mantenerse en el negocio del cultivo de paltos (MARKLE, 1991, citado por SEELYE, 1991).

Para tener una idea clara de las posibilidades de estas nuevas selecciones en comparación a algunas de las variedades tradicionales más importantes, es necesario conocer las principales características de unas y otras.

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) describen así las variedades Hass, Fuerte y Zutano:

2.1. Cultivar Hass:

- Características del árbol:

Fuerte productor, precoz en la entrada en producción -al segundo o tercer año de plantación ya es posible obtener algunos frutos. Poca resistencia al frío (-1.1°C). Hábito de crecimiento erecto, no piramidal.

Menor tendencia al añerismo que otras variedades tradicionales. Época de cosecha aproximada: septiembre a abril.

- características del fruto:

Epidermis cueruda y algo áspera. Después que el fruto es cosechado, su piel cambia de color verde a negro. Semilla pequeña. Fruto con forma de pera, con un peso aproximado de 180 a 360 gramos.

2.2. Cultivar Fuerte:

Vigoroso, de extensión principalmente horizontal. Muy poco productivo. Tardío en entrar en producción. Época aproximada de cosecha: julio a octubre.

- características del fruto:

Piriforme a oblongo, piel verde ligeramente áspera y algo cueruda. Si se deja hasta tarde en el árbol (diciembre) se mancha y reblandece rápidamente al cosecharse, sin que pueda comercializarse. Buen sabor. Peso promedio: 180 a 420 gramos.

2.3. Cultivar Zutano:

Altamente resistente al frío, excelente productor y precoz en la entrada en producción. Posee un hábito de crecimiento erecto muy marcado. Época de cosecha usual: julio a agosto.

- características del fruto:

Color verde claro y piriforme. Fruto de rápida maduración después de cosechado. Peso promedio: 200 - 300 gr.

2.4. Cultivar Gwen:

La variedad Gwen es nieta de Hass, no es el resultado de injertos o portainjertos. La selección fue hecha en 1970 y patentada en 1984, año en que se creó para su uso comercial (MARTIN y BERGH, 1989).

SEELYE (1991) haciendo una comparación con la variedad Hass, dice que se trata de un árbol altamente productivo, capaz de cuajar frutos uniformemente en todo el árbol, no

sólo en la parte superior. Presenta una menor alternancia de producciones y sus ramas son largas y menos quebradizas que las de Hass (caen como las ramas de un sauce ante el peso de la cosecha).

Agrega además , que siendo árboles más pequeños y fuertemente productivos, tienden a sufrir estrés más temprano. El calor los puede afectar seriamente durante la estación de producción, pues los árboles jóvenes no botan suficientes hojas como para formar un buen mulch natural. Las altas temperaturas del verano crean condiciones estresantes para los paltos (MARTIN y BERGH, 1988).

Por su parte , ARPALA (1990) lo describe como un árbol de crecimiento erecto, aunque no tanto como Bacon, pudiendo alcanzar la mitad o un tercio del tamaño de Hass. Sin embargo, Gwen pierde esta característica al ser injertada sobre cultivares vigorosos, Fuerte por ejemplo, en cuyo caso prácticamente no se advierte la diferencia con Hass.

En este sentido, MARTIN y BERGH (1988) resaltan la importancia de contar con un árbol pequeño y erecto, al señalar que estas características permiten maximizar la eficiencia, pues aumenta la fotosíntesis y con ella también el rendimiento.

Con respecto a la productividad, Gwen se considera como una variedad muy precoz en California, donde es posible lograr cosechas comerciales ya al tercer o cuarto año de plantadas. Su alta capacidad de fructificación la inducen a presentar una cierta alternancia en sus producciones a partir de los 8 años de edad, sin embargo, nunca son tan severas como las de Hass. Su potencial productivo se calcula en aproximadamente 34 ton/ha (ARPAIA, 1990).

GARDIAZABAL (1992) * no es tan optimista al respecto, y calcula un potencial de 20 ton/ha para las condiciones nacionales, si es plantada inicialmente a 4,5 x 4,0 metros.

Por su parte, los investigadores LEE, MESKE Y COGGINS (1985) esperaban que a largo plazo en el sur de California el rendimiento de Gwen sobrepasara en un 100% al de Hass, mientras que en el caso de Whitsell, éste fuera sólo de un 40% más.

Finalmente, PALMER (1988) afirma que si bien es cierto Gwen es una variedad fuertemente productiva, no se han obtenido los rendimientos 3 ó 4 veces superiores a los de Hass como se dijo en un principio.

(*) GARDIAZABAL, F. 1992. Ing. Agr. Profesor Facultad de Agronomía U.C.V. Comunicación Personal.

En cuanto a su resistencia al frío, ésta parece ser similar a la de Hass, sin embargo, su follaje presenta una mayor sensibilidad a vientos fuertes (MARKLE, 1988, citado por PALMER, 1988).

Al respecto, BERGH (1988), citado por PALMER (1988), opina que aún no hay suficiente información para decir definitivamente cuál es la causa que motiva la desfoliación. Esta podría deberse a un problema nutricional, de bajas temperaturas, fuertes vientos, o bien, a una compleja interacción de los tres factores.

El periodo de cosecha es incierto, pero probablemente se extenderá desde abril hasta septiembre (desde octubre hasta marzo en el hemisferio sur). Algunos dicen que es probable que pueda mantenerse bien en el árbol hasta diciembre (junio) (PALMER, 1988).

Según MARTIN y BERGH (1988), la cosecha de Gwen comienza después que la de Hass y comienza tentativamente el 15 de abril en el condado de San Diego en California.

- características del fruto:

El fruto de Gwen es de sabor nogado, al igual que el de

Hass. Asimismo, en cuanto al tamaño de sus frutos, hay bastante similitud. El color de su piel es un verde oscuro (verde espinaca) que no cambia su tonalidad al madurar (BERGH y WHITSELL, 1982).

El tamaño de su semilla ha sido variable, sin embargo, proporcionalmente, en el promedio de los frutos, esta ha sido mayor que la de Hass. En cuanto a su permanencia en el árbol, aunque se asegura que es mejor que el de Hass, se ha encontrado que en noviembre (mayo) ya la pulpa presenta una apariencia de sobre madurez, aún cuando el sabor es bueno y su piel atractiva (BERGH y WHITSELL, 1982).

SEELYE (1991) discrepa con los anteriores autores, debido a que describe el fruto de Gwen como de mayor tamaño que el de Hass y señala que la relación pulpa/semilla también es mayor, lo que significa que la semilla es proporcionalmente menor respecto del volumen total del fruto. El mismo autor señala que la piel es gruesa y aspera, y que tiende a hacerse más rugosa cuando se cosecha tempranamente. PALMER (1988) coincide con lo anterior, al indicar que también ha observado el mismo fenómeno.

Aunque la calidad de la pulpa de Gwen temprano en la estación es aceptable, los frutos sin arrugas tienen mejor

sabor, por lo tanto, no debe mandarse fruta al mercado hasta que éstas desaparezcan (MARTIN y BERGH, 1988).

Los mismos investigadores aseguran que la maduración temprana de Gwen es común y que es posible encontrarla buena de comer a mediados de febrero (agosto) a pesar de que su piel no es atractiva.

MARTIN y BERGH (1989) consideran una doble perspectiva para el asunto del color verde de su piel. Por una parte es desventajosa, puesto que delata con facilidad todos los daños físicos, pudriciones, russets u oxidaciones que el fruto pudiese sufrir en algún momento, pero por otro lado, protege al consumidor de una mala compra y con ello defiende el futuro de la industria, pues un ennegrecimiento exterior de la Gwen delata inmediatamente una condición de sobremadurez de la pulpa.

Por último, ARPAIA (1990) señala que en estudios de post-cosecha se ha visto que no dura tanto como la de Hass, pero aún así tiene una buena conservación.

2.5. Cultivar Whitself:

BERGH y WHITSELL (1982) señalan que el hábito de crecimiento del árbol ha resultado muy variable y, por ello,

difícil de definir. De esta forma, su contorno se ha descrito como completamente irregular.

Se indica además que es un árbol de tipo semi-enano. Al respecto, TOUMEY (1985) señala que en la estación de la costa sur de California, se encuentran árboles de 12 años que han alcanzado solo 3,62 m de alto, en comparación a árboles de Hass cuya altura oscila entre 6,09 y 9,14 m a la misma edad.

Según BERGH y WHITSELL (1982), esta variedad ha respondido en forma errática a la poda en altura, a diferencia de Gwen donde se ha logrado un crecimiento más extendido con ella.

En términos de productividad, ha superado consistentemente a Hass (BERGH y WHITSELL, 1982). Lo mismo es asegurado por ARPAIA (1990) quien señala que produce aproximadamente el doble que Hass. Esta incide en el tamaño del árbol, pues la alta carga que soporta termina por limitar su desarrollo. Entre sus desventajas está la tendencia a la producción bianual, casi tanto como Fuerte.

Whitsell podría ser utilizada como polinizador de variedades como Pinkerton, Hass, Reed, Gwen o Esther puesto que es una de las pocas variedades, con algún interés, que

posee flor tipo B (BERGH y WHITSELL, 1982).

Su época de cosecha la convierte en competidor de Hass, sale entre abril y septiembre (octubre a marzo) (ARPAIA, 1990).

BERGH y WHITSELL (1982) han señalado que los frutos pueden mantenerse bien en el árbol hasta noviembre (mayo), pero ya hacia octubre (abril) pueden verse sin brillo, con la pulpa oscurecida por sobre madurez, o bien, haber alcanzado un tamaño excesivamente grande (especialmente en árboles jóvenes).

Finalmente, ARPAIA (1990) resalta que por su baja resistencia al frío podría ser cultivada en áreas más tropicales (no debe olvidarse que posee una herencia guatemalteca).

- características del fruto:

Es de piel gruesa, de color verde oscuro que no cambia su tonalidad después de madurar. Su semilla es de pequeño tamaño, algo menor que la de Hass. Con respecto a su sabor, se dice que es más nogado que el de Hass y, a pesar de tener en gran parte una herencia guatemalteca, tiene un cierto toque de anís (BERGH y WHITSELL, 1982).

Su tamaño es bastante mayor al de Hass, al punto que ARPAIA (1990) lo considera una traba importante para que tenga éxito en el mercado norteamericano.

El tamaño óptimo se alcanza en febrero (agosto) o aún antes, mientras que el sabor ha sido bueno en febrero (agosto) o a veces, enero (julio); sin embargo, esto no ha sido consistentemente así, pues la madurez puede retrasarse dependiendo de la región de cultivo y de posibles deficiencias nutricionales (BERGH Y WHITSELL, 1982).

ARPAIA (1990) señala que el fruto tiene una mayor sensibilidad al frío que Hass, por lo tanto, debería almacenarse a mayor temperatura.

2.6. Variaciones estacionales de los carbohidratos de reserva

Como se indicó en el punto anterior, el nivel de competencia generada entre los distintos sinks y la disponibilidad de los carbohidratos de reserva a lo largo de la temporada, son dos elementos esenciales que influyen la acumulación de aceite en los frutos de palto. Y es lógico que así sea, puesto que la síntesis de aceite proviene del desdoblamiento de los materiales hidrocarbonados que almacena

el árbol en diferentes órganos.

Las hojas son capaces de almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los periodos de demanda (WHILEY 1990, citado por PALMA, 1991). Por su parte, SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), agregan que las ramas grandes (y presumiblemente el tronco y las raíces más grandes también) almacenan importantes cantidades de almidón, con una concentración que varía entre 3 y 20 por ciento.

RODRIGUEZ y RYAN, (1960); WHILEY y WOLSTENHOLME, (1990) sin embargo, señalan que no sólo las ramas más grandes son importantes en la acumulación de carbohidratos de reserva, sus estudios muestran las fuertes variaciones que sufren las concentraciones de almidón y azúcares en los brotes de la temporada, flushes de primavera y otoño , en la medida que esta avanza.

WHILEY y WOLSTENHOLME (1990) plantean que es justamente el crecimiento de verano (el más joven, previo al incremento de las reservas en el árbol) el que más contribuye a la acumulación de almidón durante los meses de invierno. Al mismo tiempo, éste fue el primer crecimiento que mostró un agotamiento de la concentración de almidón durante el

desarrollo vegetativo de primavera (RODRIGUEZ y RYAN, 1960).

Integrar la curva anual de almidón con las del ciclo fenológico sería una manera de aumentar la productividad, es decir, incrementar la magnitud y la calidad de la cosecha pues todos los estímulos que afectan al árbol, sean ambientales o culturales, afectan la formación, almacenaje y distribución de los carbohidratos en los diferentes órganos del árbol (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

La concentración máxima de carbohidratos se registra entre fines de invierno y primavera. Luego, coincidiendo con el período de floración y cuaja de frutos, su concentración comienza a disminuir rápidamente hasta alcanzar el nivel mínimo en otoño, momento en que se produce la segunda caída de frutos. Una vez que el crecimiento vegetativo ha cesado, las reservas de almidón reinician su acumulación en el árbol (PALMA, 1990; RODRIGUEZ y RYAN, 1960).

Es importante tener claro que la concentración máxima de "azúcares" en invierno se asocia con un agotamiento del almidón en esa misma época. Cuando RODRIGUEZ y RYAN (1960) mencionan que la máxima acumulación de reservas se alcanza en primavera, justo antes del inicio de la floración, se refiere a carbohidratos totales, es decir, almidón + azúcares.

Los estudios realizados SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) no indican con claridad el mecanismo a través del cual el almidón es convertido en azúcares, sin embargo, señalan que esta transformación se asocia con la llegada de las bajas temperaturas del invierno. Aunque la máxima velocidad de conversión se obtuvo a 1,6 °C, su ocurrencia ya puede verificarse con temperaturas menores a 9,9 °C en esta especie.

El primer producto de la hidrólisis del almidón es glucosa, aunque también es posible encontrar sucrosa y fructosa.

KURSANOV y PAVLINOVA (1947), citados por RODRIGUEZ y RYAN (1960), indican que los precursores de sucrosa en plantas son compuestos con uniones α 1,4 glucosido tales como maltosa, dextrina y almidón.

Los azúcares constituyen un material de reserva de uso rápido en el árbol, pero no son el principal elemento de almacenaje, pues a lo largo del año, su concentración varía menos que la del almidón (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

2.7. Crecimiento y desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto se representa por una curva de tipo simple sigmoideo. A diferencia de otras especies, en los frutos del palto los procesos de división y elongación celulares ocurren durante toda la temporada (LEWIS, 1978, citado por VALDEBENITO, 1981).

Según VALMAYOR (1967), citado por MARTINEZ (1984), la curva varía de acuerdo al tipo de cultivar. En aquellos de maduración más temprana, la curva es más pronunciada y la fruta aumenta su tamaño a medida que madura, mientras que en los más tardíos, los incrementos de tamaño son menores y decrecen notoriamente antes del periodo de cosecha.

MAZLIAK (1971) citado por VALDEBENITO (1981), agrega que entre los cambios que sufre el fruto durante su desarrollo, está el aumento en el contenido de lípidos, el cual es paralelo al aumento de peso y a la disminución en el contenido de humedad.

Según BEAN (1958), citado por VALDEBENITO (1981), la formación de aceite se relaciona con la hidrólisis de los elementos hidrocarbonados que pasan a acetato, para luego continuar con una síntesis de ácidos grasos. Este hace

lógicamente, que el incremento en el nivel de aceite se relacione con una disminución en la cantidad de azúcares en la pulpa.

Por su parte, HODGKIN (1959), HALTON, CAMPBELL (1959) y HUGHES (1971), citados por MARTINEZ (1984), indican que existe una estrecha relación entre el contenido de aceite del pericarpio de los frutos y su palatabilidad.

Algo similar concluye BEAN (1956), citado por BAEZ (1981), quien indica que el contenido de aceite refleja condiciones de crecimiento durante los diferentes estados de los frutos.

El contenido de aceite varía de fruto a fruto y esta variación se mantendrá a través del desarrollo de éste, aún dentro del mismo huerto y de la misma variedad (HARKNESS, 1954; ERICSON, 1976, citados por MARTINEZ, 1984).

Según SCHWOGH (1951) citado por VALDEBENITO (1981), en el caso de las palmas el nivel de aceite puede oscilar entre un 4 y 20% de la materia fresca y entre un 50 y 75% de la materia seca, según el cultivar.

El contenido de aceite en los frutos de palto se ven

influenciados por varios factores, siendo los principales: el cultivar (STAHL, 1953, citado por MARTINEZ, 1984), las condiciones agroecológicas en que se cultiva el árbol (FERSINI, 1975, citado por MARTINEZ, 1984) y el estado de desarrollo del fruto (CHURCH y CHACE, 1922, citado por MARTINEZ, 1984).

2.8. Patrón de acumulación de aceite en el fruto

Tal como se ha destacado en puntos anteriores, el desarrollo del fruto es el evento que produce la mayor demanda de fotosintatos en el árbol a través del desarrollo de la semilla (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990) y la acumulación de aceite en su pulpa (GRAHAM y WOLSTENHOLME, 1991).

Esta continua demanda por elementos orgánicos convierte al fruto en un órgano altamente energético, cuyo desarrollo tiene un fuerte impacto sobre el nivel de reservas y, por ende, sobre la productividad del árbol. El impacto será mayor, cuanto mayor sea la carga del árbol y cuanto mayor sea el tiempo que los frutos estén en el árbol (GRAHAM y WOLSTENHOLME, 1991).

Por su parte, WHILEY et. al. (1989), citado por PALMA

(1991), demostraron en árboles de mango, que el largo del periodo invernal tiene un efecto directo sobre la concentración de almidón acumulada en los tejidos del tronco. Además, destaca las marcadas diferencias entre las concentraciones máximas alcanzadas en zonas templadas (18%) y subtropicales (8,5%) de Australia.

GRAHAM y WOLSTENHOLME (1991) señalan que los frutos pertenecientes a árboles con una cosecha más livianas, versus los de árboles con cargas más pesadas, exhiben tasas de crecimiento más rápidas y mayores tamaños finales. Según ellos, la causa sería la mayor disponibilidad de fotosintatos que tendría un árbol con menor número de frutos, pues sus reservas se repartirían en un menor número de puntos de atracción. Si además se considera que estos últimos árboles presentan una mayor relación hoja/fruto, se obtiene una razón más que podría explicar el por qué tales frutos presentaron mayores contenidos de aceite en su pulpa.

Resulta muy interesante también destacar que en el mismo estudio anterior, los autores encontraron diferencias en el patrón de acumulación de aceite entre dos lugares, uno cálido y otro fresco. Varias son las razones que podrían explicar este comportamiento, entre ellas, los autores destacan que las bajas temperaturas que se producen en el lugar fresco,

podrían generar la formación y acumulación de una mayor cantidad de ácido oleico en los frutos de ese lugar.

Al concluir este punto, es importante tener en cuenta lo que señala HO (1988): la distribución de los fotosíntatos en el árbol, depende de la demanda que los diferentes órganos hagan de ellos en el momento en que están disponibles. En este caso, la demanda se interpreta como una función del tamaño (número de células) y la actividad (división celular) del órgano en cuestión. Esto significa que las causas que generan una mayor tasa de crecimiento o un mayor índice de acumulación de aceite, no sólo se circunscriben a un factor de disponibilidad de elementos nutritivos.

2.9. Contenido de aceite e índice de madurez.

Según CAMPBELL Y MALD (1978), citados por MARTÍNEZ (1984), una palta madura es aquella que alcanza un estado desarrollo tal, que al ser cosechada del árbol, es capaz de ablandarse y tener una palatabilidad aceptable.

Como la palta no manifiesta cambios en su apariencia externa que sirvan como índices de madurez, se han desarrollado diversas investigaciones tendientes a encontrar

los parámetros más adecuados para este propósito. Es así como se determinó que el criterio más aceptable es el contenido de aceite. Sin embargo, como la extracción de éste resulta lenta y costosa, fue necesario buscar otros parámetros, químicos o físicos, que presentaran una alta correlación con el contenido de aceite (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Mientras en California correlacionan el porcentaje de aceite con el porcentaje de materia seca, en Chile, MARTINEZ (1984), determinaron que el mejor estimador del contenido de aceite fue el contenido de humedad de la pulpa, resultado obtenido en base a correlaciones establecidas mediante ecuaciones de regresión simple.

Así mismo, LOZANO; ROTOVERY y CAYDOU (1987), señalan que el contenido de humedad fue el mejor estimador para determinar la fecha de cosecha y calidad del fruto, en comparación a los resultados obtenidos con otros parámetros.

Variables como volumen, peso, diámetros polar y ecuatorial, duración del período de ablandamiento y pérdida de peso durante el ablandamiento, evaluadas solas o en combinación, fueron descartadas como predictoras de la madurez, debido a que los respectivos coeficientes de determinación fueron inferiores al contenido de humedad,

hecho que puede atribuirse a una mayor dispersión de las observaciones individuales respecto al promedio, debido en parte, a la variabilidad existente entre los frutos (MARTINEZ, 1984).

Sin embargo, COFFEY et. al. (1985) tienen una opinión muy diferente: los cambios en el porcentaje de peso seco, otorgan pobres predicciones de madurez para el uso de la industria de palta en California. Las fechas de madurez observadas varían mucho en distancias cortas como para definir distritos de madurez. Esta última es probablemente muy influenciada por la elevación, dirección de la inclinación y por muchos otros factores culturales y del medio ambiente.

Obviamente la variabilidad de un fruto a otro es alta, sin embargo, es probable que las predicciones puedan ser mejoradas algo usando un alto número de frutos y considerando los factores ambientales adecuados.

A pesar de lo anterior, y aunque en la actualidad hay en uso otros parámetros tales como: días desde floración, tamaño de fruto, etc., muchas experiencias sobre predicciones de madurez en palto, se han desarrollado en base a la correlación entre el porcentaje de aceite y el porcentaje de

humedad. A continuación se indican algunos de los niveles de aceite recomendados para algunos cultivares, tanto en Chile como en el extranjero.

ROCHE (1937), citado por MARTINEZ (1984), encontró que el cultivar Fuerte tiene mal sabor con un contenido de 8% de aceite en su pulpa.

Esto es corroborado por ARPALA (1990), quien asegura que en todos los casos estudiados en California, los niveles mínimos de aceptación correspondieron a valores superiores al 8% de aceite, lo que a su vez concuerda con otras investigaciones hechas en Australia.

Los porcentajes de aceite recomendados en California fueron: 8,7% para Bacon, 10% para Fuerte, 11,2% para Hass, 9% para Pinkerton y 10,3% para Zutano.

Por su parte, MARTINEZ (1984) determinó que en la zona de Quillota, el contenido de aceite, en el momento de la cosecha, no debe ser inferior a un 10% del peso del fruto para los cultivares Zutano, Fuerte, Bacon, Hass y Edranol, mientras que en el caso de Negra de la Cruz este debe ser superior a un 13 por ciento.

Según HOPE (1966) citado por MARTINEZ, los cultivares Fuerte, Edranol, Zutano y Rincón deben alcanzar un contenido mínimo de 15% de aceite para su venta.

Para el caso de las variedades más nuevas, como es el caso de Gwen, sólo se cuenta con evaluaciones extranjeras que no entregan por ahora, valores exactos, sino que épocas aproximadas de recolección. MARTIN y BERGH (1988) estiman que la recolección debería comenzar aproximadamente el 1 de abril (1 de octubre), para asegurar una madurez adecuada de la fruta y no arriesgar su aceptación pública sólo por una cosecha anticipada.

Estas recomendaciones, sin embargo, deben confirmarse por medio de test de madurez, los que habrían comenzado a realizarse en 1989. Aún parece difícil que dichas pruebas puedan entregar resultados definitivos. ARPALA (1990) indica que ya ha sido necesario variar los valores preliminares que habían sido determinados, debiendo aumentarse el nivel mínimo de aceite que se recomendaba para este cultivar.

Por otra parte, los frutos de Gwen tienen la particularidad de presentar un buen almacenaje en el árbol, con un sabor aceptable que puede perdurar hasta por ocho meses. Al parecer estos frutos son más lentos que los de

otras variedades en desarrollar rancidez. Sin embargo, la máxima calidad se obtuvo cerca de mediados de junio (diciembre) (MARTIN y BERGH, 1988).

3. MATERIAL Y METODO

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso y en el predio de la Sociedad Agrícola Huerto California, ambos ubicados en la provincia de Quillota, V región.

El ensayo comenzó en el mes de abril de 1991 con el marcaje de los frutos de las variedades más tempranas. A continuación se procedió a realizar cosechas semanales durante el primer mes, para posteriormente, desde el segundo mes en adelante estrechar las fechas de recolección a 3 ó 4 días.

Los muestreos comenzaron dos meses antes de la fecha tradicional de cosecha de cada una de las variedades. De esta manera, los periodos de recolección acordados fueron los siguientes:

- Zutano : mayo - octubre
- Fuerte : mayo - septiembre
- Whitsell : agosto - enero
- Gwen : agosto - enero

En cada muestreo se procedió a tomar cuatro frutos por repetición, de tal forma que a la mitad de ellos se les determinó los porcentajes de aceite y humedad, mientras que el resto fueron almacenados en un sitio sombreado a temperatura ambiente y se esperó a que su madurez avanzara, para posteriormente evaluar su palatabilidad.

La metodología usada en la evaluación de cada uno de los parámetros fue la siguiente:

- porcentaje de humedad: se determinó por la diferencia entre peso fresco - peso seco. Para ello se tomaron dos trozos de pulpa, provenientes de distintos sectores del fruto, luego se pesaron y pusieron en una estufa a 60°C por 72 hr. Al finalizar este periodo, se volvió a controlar el peso de cada muestra, con lo cual se obtuvo el porcentaje de humedad promedio de cada una de ellas.

- porcentaje de aceite: se determinó directamente a través de un equipo Soxhlet. Los trozos deshidratados de cada muestra, fueron molidos en un mortero y puestos dentro de un papel filtro.

Realizado esto, la muestra fue puesta dentro del equipo, de manera que el solvente pudiese extraer el aceite al cabo

de un proceso de ocho horas.

El porcentaje de aceite se calculó, respecto al peso fresco de la muestra, a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ aceite} = \frac{(\text{Peso matraz} + \text{Peso aceite}) - \text{Peso matraz} \cdot 100}{\text{Peso de la muestra fresca}}$$

donde: Peso matraz = corresponde al peso del balón o recipiente vacío para recibir el aceite de la muestra.

Peso aceite = peso del aceite extraído de la muestra.

Peso de la muestra fresca = peso total de la muestra.

- Palatabilidad: se determinó con la ayuda estable de seis jueces, los cuales evaluaron una serie de trozos de cada fruto, de acuerdo a la siguiente escala:

- desagradable
- indiferente
- agradable
- muy agradable

Se determinó que el fruto estaba apto para ser evaluado

cuando este presentó una presión aproximada de 3 ó 4 libras.

El modelo estadístico empleado fue el modelo completamente al azar con cuatro repeticiones por variedad, donde cada repetición constó de dos árboles.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico, selograron al aplicar un modelo de regresión lineal simple, donde la variable independiente (X) es el porcentaje de humedad y la variable dependiente (Y) es el porcentaje de aceite. La representación matemática del modelo es la siguiente:

$$y = a + bx$$

donde además: a = corresponde al valor inicial del porcentaje de aceite, cuando el porcentaje de humedad es cero.

b = corresponde al factor de incremento que sufre el porcentaje de aceite por cada unidad del porcentaje de humedad

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Análisis Descriptivo: Evolucion de los contenidos de aceite y de humedad

4.1.1. Cultivar Zutano:

Los contenidos de aceite y humedad evolucionaron lentamente a lo largo de la temporada en el caso del cv. Zutano. Este hecho se basa en dos situaciones: primero, se trata de frutos que se caracterizan por acumular una baja cantidad de aceite en su pulpa (el máximo nivel que alcanzan al final de la temporada, está muy por debajo de las otras variedades). En segundo lugar, el temporal que tuvo lugar durante el periodo de medición provocó la caída de gran parte de los frutos que se habían marcado en un principio. Esto obligó a continuar las mediciones con frutos de menor desarrollo, los que posteriormente determinaron una evolución mas lenta y errática de las variables medidas, principalmente a partir de los muestreos realizados desde agosto.

De esta manera, puede observarse que el promedio máximo de humedad medido para este cultivar fue de 84,88%, registrado el 10 de mayo, mientras que el promedio mínimo fue de 79,08% alcanzado el día 12 de septiembre, esto significa

que hubo una diferencia de 5,8% entre ambos promedios.

En relación al contenido de aceite, el cv. Zutano presentó un promedio mínimo de 5,92% el día 10 de mayo, primera medición, y alcanzó un promedio máximo de 11,87% el 12 de septiembre, es decir, existe una diferencia de 5,95% entre los rangos extremos.

Por otra parte, se advierte que este aumento mostró una tasa relativamente constante y similar para los distintos meses, y que a pesar del cambio en las condiciones climáticas, en ninguno de ellos se observó un cambio importante en la velocidad de acumulación de aceite. La mayor alza se registró entre fines de agosto y septiembre, cuando hubo un aumento de casi 3 por ciento.

4.1.2. Cultivar Fuerte:

El máximo porcentaje de humedad promedio registrado fue de 81,14% - el día 15 de mayo -, y el mínimo llegó a 63,3% el día 25 de septiembre. Si se compara con el cultivar anterior, se observa que la variación estacional del porcentaje de humedad fue muy amplia en este caso, pues hubo una diferencia de 17,84% entre los rangos extremos medidos.

Con respecto al porcentaje de aceite, el cv. Fuerte

presentó un promedio inicial de 6,87% el 15 de mayo, mientras que el máximo fue de 24,85% el día 31 de agosto, es decir, su contenido inicial se incrementó casi cuatro veces al final del período. Sin embargo, este aumento presentó diferentes tasas de acumulación de acuerdo al avance de la temporada. De esta manera, es posible distinguir tres etapas: la primera, comprendida entre el 15 de mayo y el 4 de julio, es la que presenta la acumulación más intensa de todo el período, ya que el contenido de aceite aumenta de 6,87 a 18,36%. Posteriormente, entre el 7 de julio y el 21 de agosto, se produce una acumulación más moderada (de 18,61 a 23,87%), para finalmente llegar a una fase de estacionalidad donde el contenido de aceite prácticamente no presenta cambios importantes.

4.1.3 Cultivar Gwen:

El porcentaje de humedad descendió de un promedio máximo de 83,22%, obtenido el día 12 de septiembre, a un promedio mínimo de 71,19%, alcanzado el 4 de enero del año siguiente (rango muestral: 12,03%).

La disminución del contenido de humedad resulta más moderada que lo observado en el caso del cv. Fuerte. La caída más pronunciada para el cv. Gwen, se observó durante la segunda mitad del mes de noviembre.

Por su parte, el promedio más bajo en el contenido de aceite para este cv. se presentó el día 23 de agosto con un 5,6%, mientras que el máximo fue de 17,24% registrado el 4 de enero, esto implica una variación de 11,64% entre ambas fechas.

Al igual que en el cv. Fuerte, en este caso también se aprecian diferentes tasas de acumulación de aceite a lo largo de la temporada. Durante una primera fase, el incremento en el contenido de aceite resulta muy lento, ya que casi en dos meses de medición (16 de agosto al 11 de noviembre), el porcentaje de aceite aumenta en algo más de 5,5%. Sólo después del 18 de noviembre y, hasta el 12 de diciembre, se produce el aumento más intenso (casi 6% en un sólo mes); posteriormente se llega a un periodo en el que el contenido de aceite se estabiliza.

4.1.4. Cultivar Whitsell:

Finalmente, el cv. Whitsell alcanzó el máximo promedio en el contenido de humedad el 26 de septiembre, con un 81,76%, mientras que el promedio mínimo - de 73,55% -, lo alcanzó el 20 de diciembre (rango muestreado: 8,21 puntos de diferencia).

El porcentaje de aceite a su vez, registró un contenido

promedio 8,29% de aceite en la medición realizada el 26 de septiembre, mientras que el promedio máximo lo alcanzó el 20 de diciembre con un 15,14%.

Si bien es cierto, el patrón de acumulación de aceite en el caso de Whitsell no presenta aumentos bruscos en ninguno de los meses monitoreados, entre principios de noviembre y principios de diciembre es posible observar un aumento más claro de la proporción de aceite.

La observación detallada de los datos, indica que los promedios porcentuales de aceite de Whitsell son mayores que los de Gwen desde las primeras mediciones hasta el 22 de noviembre. Después de esa fecha, el índice de acumulación de aceite del primero se estabiliza, mientras que el de Gwen sigue incrementándose hasta sobrepasar al primero.

Finalmente, cabe destacar que el corto periodo de tiempo que separó una recolección de otra, determinó que la evolución del contenido de aceite no siempre fuera creciente como pudo haberse esperado; así por ejemplo, más de alguna vez la primera medición no representó el menor contenido de aceite o la última registró el valor más elevado. Esto hizo algo errático el seguimiento durante algunos momentos.

4.2. Análisis de regresión y coeficientes de correlación:

Las ecuaciones de regresión y los coeficientes de correlación obtenidos del análisis de regresión para cada una de los cultivares, se resume en el siguiente Cuadro.

CUADRO 1. Relación entre el porcentaje de aceite y el porcentaje de humedad, para cuatro cultivares de palto: Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell, establecida como ecuación de regresión con su correspondiente coeficiente de correlación.

Cultivar	Ec. de regresión	Coef. de correlación
Zutano	$y = 78,134 - 0,845 \cdot \%H$	$r = -0,92292$
Fuerte	$y = 92,338 - 1,052 \cdot \%H$	$r = -0,98171$
Gwen	$y = 84,557 - 0,947 \cdot \%H$	$r = -0,98134$
Whitsell	$y = 76,269 - 0,830 \cdot \%H$	$r = -0,95074$

Tal como se esperaba, los contenidos de aceite y humedad evolucionaron en forma complementaria para cada uno de los cultivares en estudio: Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell (Figuras 1, 2, 3 y 4, respectivamente).

Al analizar esta información, debe tenerse presente que mientras mayor cercanía presenten ambas curvas entre sí, mayor es la evolución (o cambio) que sufrieron las variables a través del tiempo. Así por ejemplo, se observa que el cv.

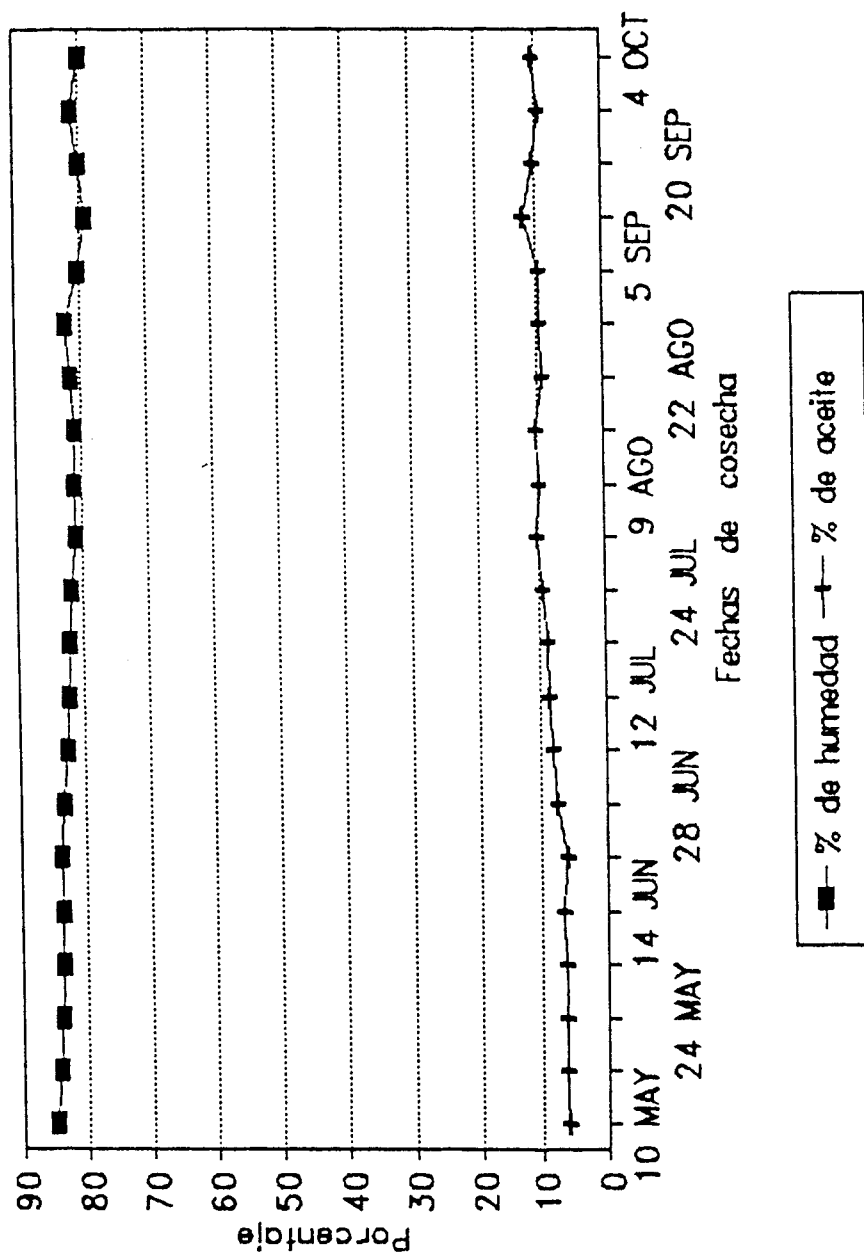


FIGURA 1. Evolución estacional de los porcentajes de humedad y aceite, cultivar Zutano.

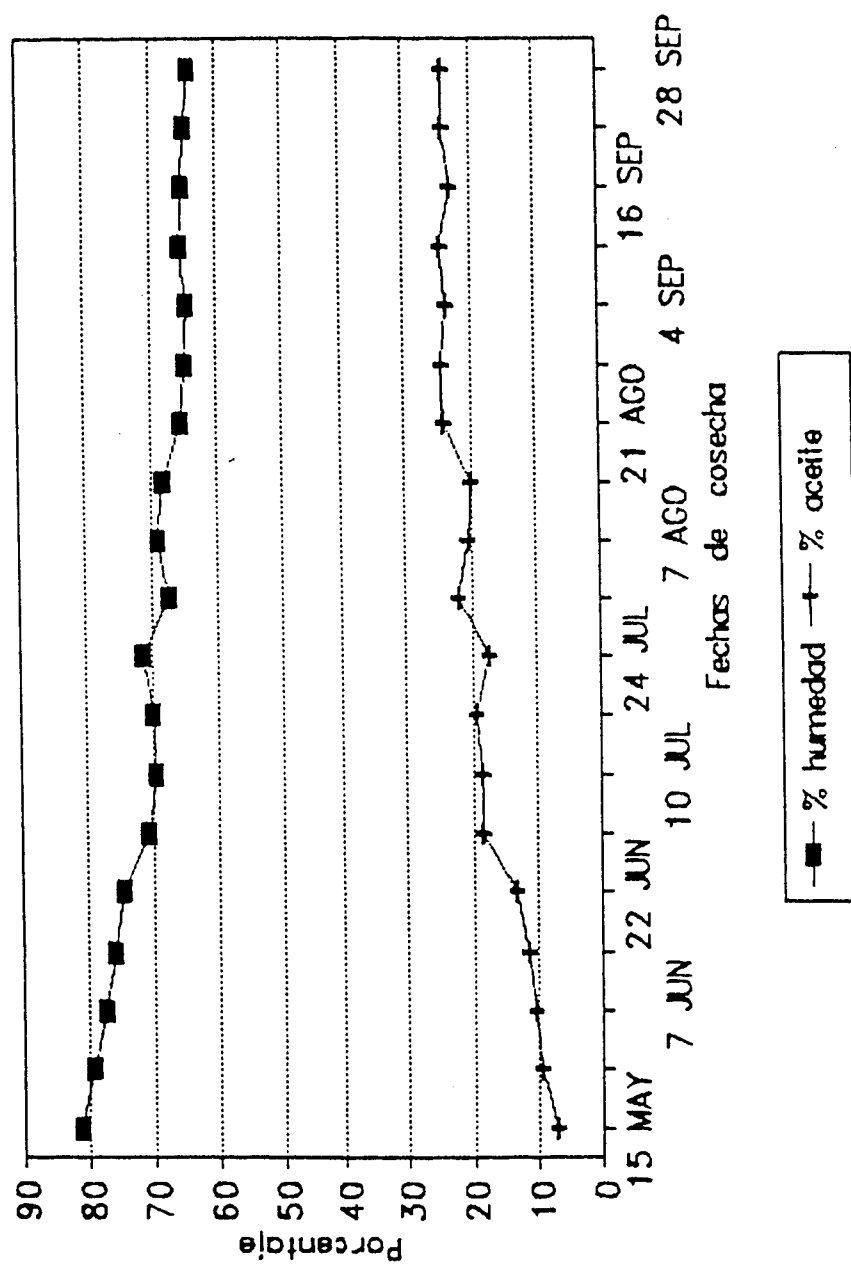


FIGURA 2. Evolución estacional de los porcentajes de humedad y aceite, cultivar Fuerte.

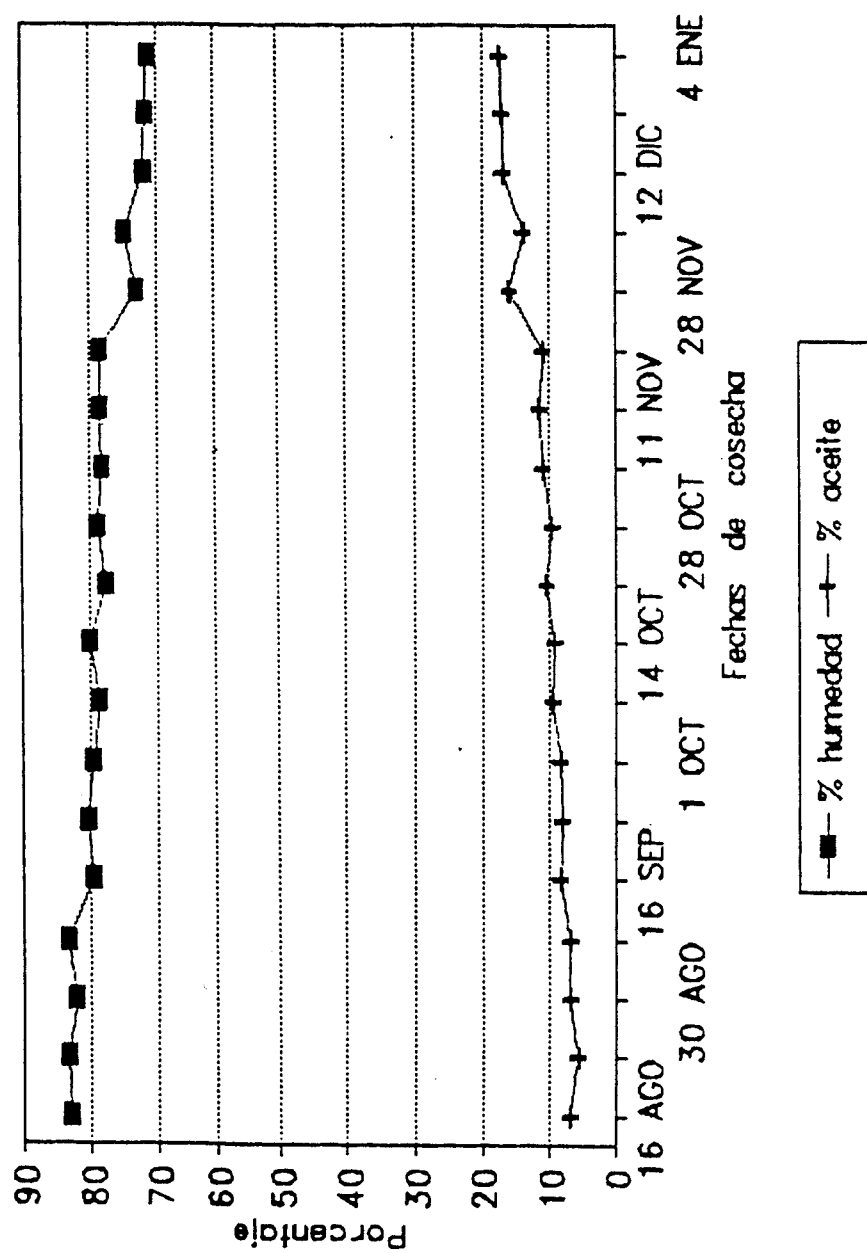


FIGURA 3. Evolución estacional de los porcentajes de humedad y aceite, cultivar Gwen.

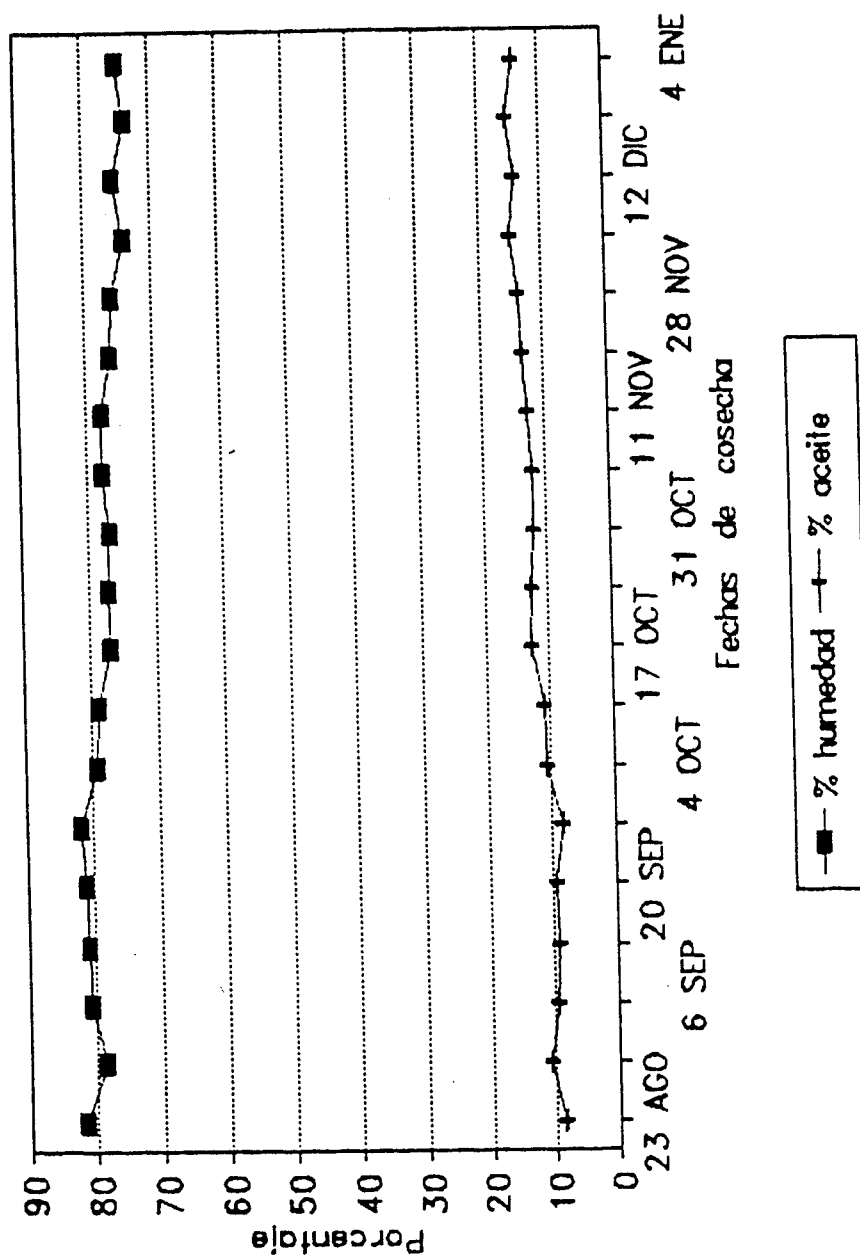


FIGURA 4. Evolución estacional de los porcentajes de humedad y aceite, cultivar Whitsell.

Fuerte fue el que registró la variación más rápida y definida de los cultivares estudiados.

El valor del coeficiente de correlación (r) indica que el grado de asociación entre el porcentaje de aceite y el porcentaje de humedad es alto e inverso. El hecho de que sea inverso, implica que a mayor contenido de humedad, menor contenido de aceite, lo que corrobora la información de MARTINEZ (1984).

Esto puede observarse en las Figuras 5, 6, 7 y 8, donde se han trazado las curvas de regresión de cada uno de los cultivares seleccionados para este estudio: Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell, respectivamente. Además, se incluye la dispersión de los valores observados dentro del intervalo de confianza, el cual se representa por líneas horizontales graficadas sobre la curva.

Las Figuras muestran que una alta proporción de las observaciones caen dentro del intervalo de confianza, lo que significa que la predicción o estimación de los porcentajes de aceite en base a estas ecuaciones de regresión son altamente confiables, ya que con un 95% de probabilidad, los valores estimados caerán dentro del rango de variación calculado. Esto puede observarse en los cuatro cultivares

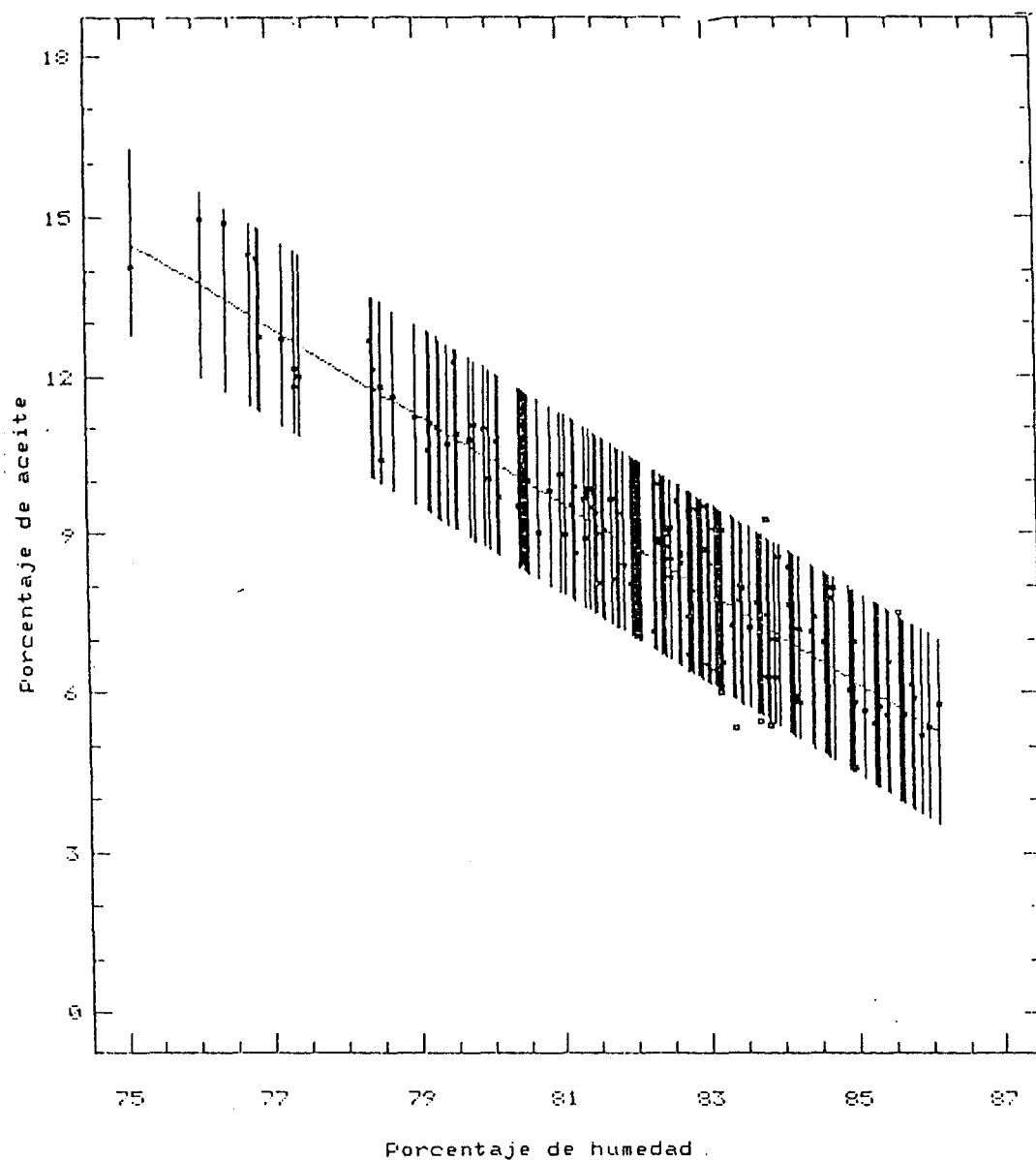


FIGURA 5. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Zutano (intervalo de confianza: 95%).

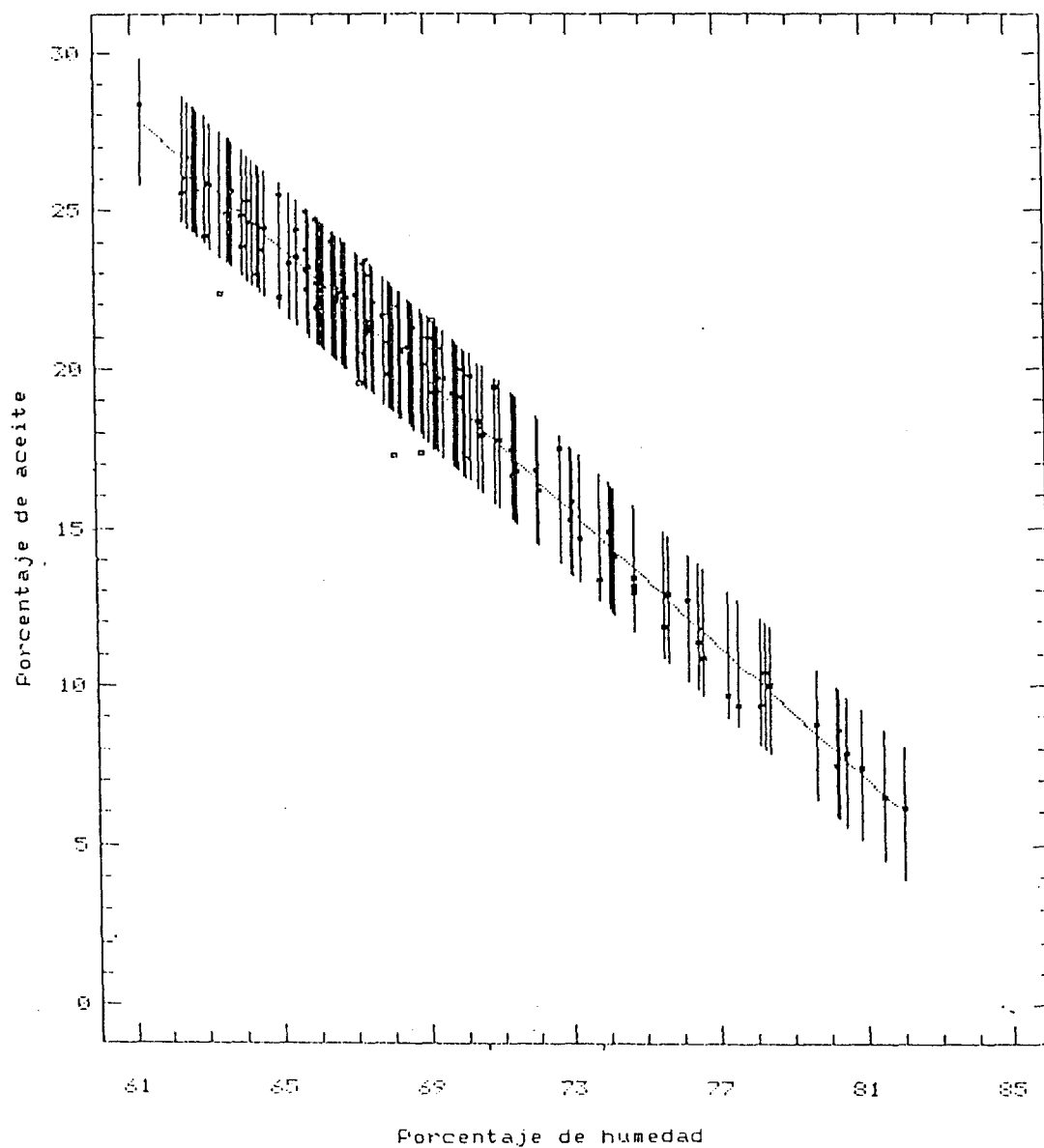


FIGURA 6. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Fuerte (intervalo de confianza: 95%).

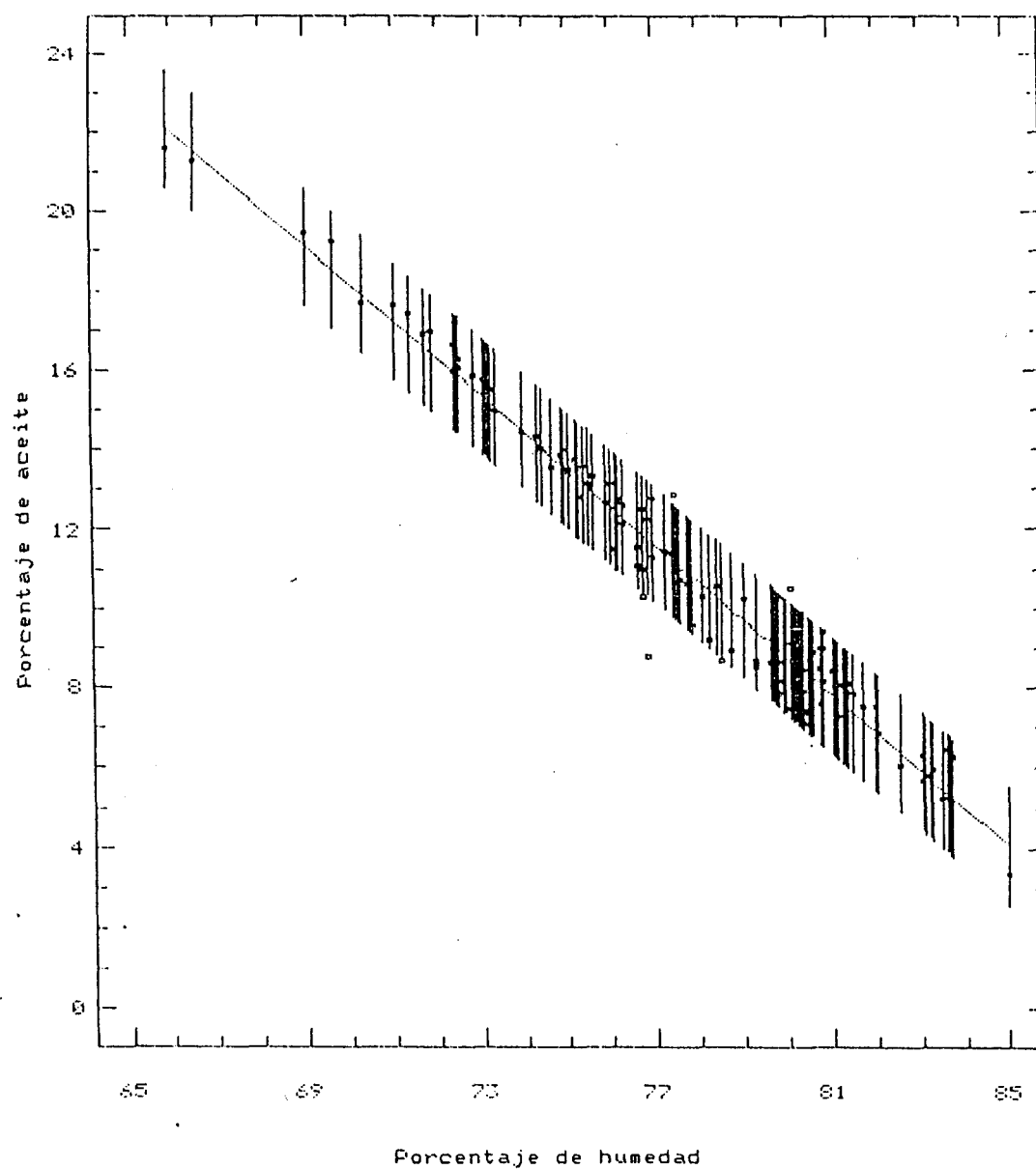


FIGURA 7. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Gwen (intervalo de confianza: 95%).

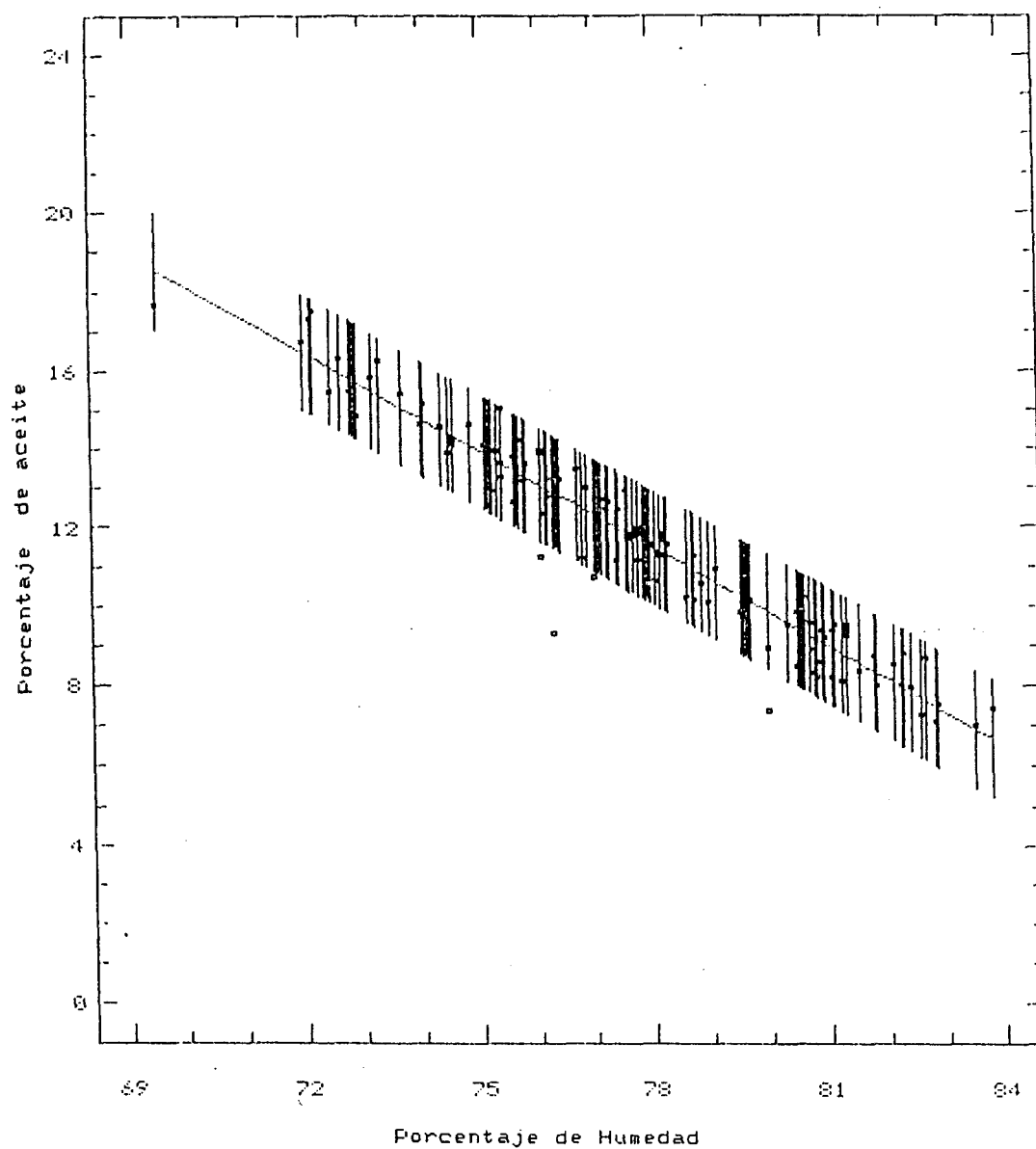


FIGURA 8. Curva de regresión (porcentaje de humedad v/s porcentaje de aceite) y distribución de valores observados para frutos de palto cv. Whitsell (intervalo de confianza: 95%).

incluso en el cultivar Zutano cuyos muestreos presentaron una mayor variabilidad y dispersión con respecto al promedio. Cabe hacer notar que de mas de 120 muestreos realizados en cada cv., no mas de cuatro de ellos cayeron fuera del intervalo de confianza.

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación y los registrados en la literatura para la misma zona, se advierte que la estimación de los porcentajes de aceite a partir de los porcentajes de humedad, aun cuando existan buenos índices de correlación, pueden presentar un grado diferente de asociación, a pesar de comparar trabajos realizados en la misma variedad y en la misma zona geográfica.

tal como ha sido demostrado por distintos autores (BAEZ, 1981; MARTINEZ, 1984; LUZANO; KUTOVERY y GAYDOU, 1987), en distintos países y en diferentes años, la correlación, es decir, el grado de asociación entre las variables aceite y de humedad, siempre es muy alto. Esto significa que el porcentaje de humedad resulta un buen estimador del porcentaje de aceite, pues el comportamiento del primero permite explicar con bastante exactitud el comportamiento del segundo, y esto no se relaciona con la diferencia apreciada en los porcentajes de aceite estimados durante distintos años

de medición para una misma variedad.

Las diferencias entre los porcentajes de aceite estimados por dos ecuaciones de regresión, están dadas por el cambio en el valor de sus parámetros, es decir, la variación experimentada por el intercepto y la pendiente, que son los valores constantes dentro de la ecuación. Esto determinará un cambio, grande o pequeño, en el valor de la variable dependiente, que en este caso, es el porcentaje de aceite.

Como se muestra a continuación, diferencias en la metodología de muestreo pueden generar variaciones importantes en los resultados de un estudio.

El Cuadro 2 muestra la variación que sufre el porcentaje de aceite, para un mismo porcentaje de humedad, al ser estimado por dos ecuaciones diferentes (la correspondiente a esta tesis y la obtenida por MARTINEZ (1984)). Ambos estudios fueron realizados sobre los cultivares Zutano y Fuerte en la zona de Quillota.

CUADRO 2. Porcentajes de aceite, para iguales porcentajes de humedad, estimados a partir de las ecuaciones de regresión propuestas por MARTINEZ (1984) y LAFORRE (1991), en frutos de palto cultivares Fuerte y Zutano.

humedad	% aceite estimado					
	FUERTE			ZUTANO		
	1984	1991	Dif.	1984	1991	Dif.
85	-	-	-	6,55	6,20	0,35
83	9,39	4,96	4,43	7,78	7,90	-0,12
80	12,1	8,11	3,99	9,61	10,43	-0,82
77	14,82	11,27	3,55	11,44	12,97	-1,53
74	17,53	14,43	3,10	13,28	15,51	-2,23
70	21,15	18,64	2,51	-	-	-

En el Cuadro 2 se observan dos situaciones. Por un lado, está el caso del cv. Fuerte, en el cual se aprecia que los porcentajes de aceite estimados el año 1991 son aproximadamente un 3,0% menores que los estimados por MARTINEZ (1984), siempre para un mismo porcentaje de humedad.

El cv. Zutano en cambio, presentó diferencias muy pequeñas entre los valores de aceite estimados por las distintas ecuaciones. Las mayores variaciones se observan al hacer estimaciones con porcentajes de humedad inferiores al 77 por ciento.

Como ya se mencionó, entre ambos ensayos existen importantes diferencias en la elaboración de las curvas de regresión.

En este sentido, una de las principales diferencias existentes entre ambos estudios, es el número de observaciones o datos considerados a través de la temporada de medición, para calcular la ecuación de regresión. Mientras que las ecuaciones obtenidas por MARTINEZ (1984) para los cultivares Zutano y Fuerte fueron calculadas sobre una base de 20 pares de datos, el año 1991 ambas curvas fueron determinadas con un número aproximado a las 120 observaciones. Esto implica que para MARTINEZ (1984) cada uno de los datos tuvo una mayor incidencia en la determinación del valor de los parámetros y, por lo tanto, en el trazado de la línea de regresión. En la medida que se cuenta con un mayor número de observaciones, es posible conseguir un ajuste más exacto de la curva, al disminuir la variabilidad que podrían inducir la existencia de datos extremos o atípicos.

Por otro lado, el primer ensayo abarcó muestreos de todo el periodo de desarrollo del fruto, es decir, desde fruto recién cuajado hasta madurez. Como era de esperarse, los contenidos de aceite en el fruto recién cuajado fueron tan

bajos, que prácticamente no pudieron detectarse, y el primer valor para la variable dependiente (Y) en cada regresión, fue cero. Es posible que tales valores hayan influido de manera importante en la determinación de la ecuación y, de esa forma, hayan modificado el valor de la pendiente y el intercepto.

Otra variación observada, se refiere al adelanto estacional que presentó el índice de acumulación de aceite en el último ensayo, respecto del anterior. Este hecho puede visualizarse claramente al tomar algunas fechas de muestreo al azar y confrontarlas (Cuadro 3).

CUADRO 3. Evolución estacional del porcentaje de aceite en frutos de palto cv. Fuerte durante dos periodos de medición (años 1984 y 1991).

fecha muestreo	% aceite obtenida	
	(1984)	(1991)
15 may	3,65	6,87
15 jun	5,90	11,37
15 jul	9,80	19,35
15 ago	12,80	23,70

Uno de los factores que pudo influenciar este resultado, está dado por los frutos que fueron marcados en cada caso.

Antecedentes entregados por GARDIAZABAL (1993) *, indican que todos los frutos marcados en el primer ensayo correspondieron a frutos cuajados a fines de floración, a diferencia de lo ocurrido en el último ensayo. Frutos con menor desarrollo y menor madurez, siempre presentarán índices de acumulación de aceite menores a frutos con mayor tiempo de desarrollo.

Otro de los factores que cabe considerar en este caso, son las temperaturas ocurridas durante la época de floración de cada uno de los ensayos. Revisando brevemente las temperaturas que se produjeron en esta época, se observa que durante la primavera que antecede al año 1984, hubo sólo un 23,07% de días cuyas temperaturas mínimas sobrepasaron los 10°C, mientras que durante la floración que precedió al año 91, un 47,05% de los días sobrepasaron ese umbral.

Al respecto, SEDGLEY (1987), citado por PALMA (1991), logró demostrar que temperaturas bajo 10 °C provocan un retardo en la floración y cuaja. Las bajas temperaturas producen una dispersión de la apertura en el tiempo, disminuyendo el porcentaje de apertura por periodos (AM y PM) y originando un traslape sin patrón de comportamiento. Este desplazamiento disminuye la posibilidad de fertilización

(*) GARDIAZABAL, F. 1993. Ing. Agr. Profesor Facultad de Agronomía U.C.V. Comunicación Personal.

y la actividad de los polinizadores.

En resumen, la mayor frecuencia de temperaturas mínimas sub-óptimas registradas durante la primavera del año 1984, en comparación a la del 1990, pudieron determinar una floración y cuaja más retrasada y, por tanto, también una acumulación de aceite más lenta a través de la temporada.

Cultivar Zutano:

Aunque las tendencias presentadas por este cultivar también registran variaciones entre ambos años, en este caso los cambios son mucho más leves (Cuadro 4).

CUADRO 4 Porcentaje de aceite acumulado en frutos de palto cv. Zutano, medido en tres fechas, para las temporadas 1984 y 1991.

fecha muestreo	% aceite obtenido	
	1984	1991
15 julio	11,90	8,15
15 agosto	13,20	10,19
15 septiembre	13,90	9,22

La justificación de tan pequeña diferencia puede encontrarse en el hecho de que el tiempo entre floración y madurez de fruto, en el caso del cv. Zutano, es mucho más corto que para los cultivares Fuerte o Hass, por lo tanto,

es posible encontrar una menor variabilidad en los frutos de este cultivar.

Por otro lado, como es imposible que todos los factores ambientales, culturales y la condición intrínseca del árbol se repitan y conjuguen de la misma forma dos veces, no puede evitarse tener ciertos cambios entre los años, tal como ha ocurrido en la situación aquí descrita.

La acumulación de aceite durante 1991, pareció ser más lenta que en 1984. Es probable que esta diferencia sea más aparente que real, ya que la pérdida de frutos inicialmente marcados ocurrida durante el último ensayo, a causa de las malas condiciones meteorológicas del invierno, obligó a terminar las mediciones con frutos más inmaduros y, por lo tanto, con menores contenidos de aceite.

4.3. Evolución de la palatabilidad:

El Cuadro anterior muestra la evolución de la palatabilidad para cada uno de los cultivares en estudio. En ella puede observarse que el índice de acumulación de aceite durante la estación es característico para cada uno de ellos (BAEZ, 1981; MARTINEZ, 1984) y que éste se incrementa junto con el avance de la madurez (HATTON y REEDER, citados por

LUZA, 1981)).

CUADRO 5. Evolución estacional de la palatabilidad en frutos de palto cultivares Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell.

Cultivar	Desagrad.	Indiferente	Agrad.	Muy agrad.
Zutano	10 mayo al 25 junio	28 junio al 29 julio	1 agosto al 4 octubre	-
Fuerte	15 al 22 mayo	30 mayo	7 al 22 junio	25 junio al 28 sep
Gwen	16 al 23 ago	30 ago al 17 oct	21 oct al 7 nov	11 nov al 4 ene
Whitsell	-	23 ago al 23 sep	1 oct al 7 nov	11 nov al 4 ene

En el Cuadro anterior se puede apreciar que el progreso de la palatabilidad para el cultivar Zutano fue lento y poco importante, si se considera que sólo en fechas muy avanzadas de la temporada de cosecha (principios de agosto), se logró alcanzar la calificación "agradable".

Aunque la alta variabilidad observada en este cultivar hace difícil definir el porcentaje de aceite asociado a una calificación "agradable", la mayoría de las veces fueron

valores superiores a 10,03% los que recibieron tal calificación.

La tendencia descrita por la palatabilidad en el caso del cultivar Fuerte es muy distinta a la del anterior, pues en aproximadamente sólo un mes la palatabilidad alcanzó la más alta de las categorías definidas.

La calificación "agradable" se obtuvo entre el 7 y el 25 de junio. A partir de esta última fecha se alcanza la calificación "muy agradable", la que se mantuvo hasta los últimos días del periodo de medición.

Para el caso de Fuerte, el resultado "agradable" se asoció a valores de aceite superiores a 10,36%, mientras que la categoría "muy agradable" se vinculó a valores de 16,05%.

Por su parte, la palatabilidad del cv. Gwen presenta una evolución más paulatina y uniforme que en el caso de Fuerte.

Los valores que sobrepasaron un 10,27% de aceite recibieron la calificación de "agradable", mientras que valores mayores a un 11,31% se relacionaron con calificaciones superiores de palatabilidad (muy agradable).

La evolución del sabor para el cultivar Whitsell, describe una tendencia similar a la del cultivar Gwen, pero algo más adelantada en la temporada. Habiéndose comenzado las mediciones de ambos cv. a fines de agosto, Whitsell no obtuvo ninguna calificación "desagradable" en el periodo medido. Esto hace pensar que su fecha de cosecha podría adelantarse un poco, en relación a lo que originalmente se esperaba.

Los valores promedios superiores a 10,64% de aceite recibieron la calificación de "agradable", mientras que valores iguales o mayores a 12,58% fueron los que mayoritariamente se estimaron como "muy agradable".

Finalmente, en el Cuadro 6 se resume los porcentajes de humedad con que debiera realizarse la cosecha en cada cultivar, para obtener frutos de buena calidad organoléptica.

CUADRO 6. Porcentajes de humedad y materia seca recomendados para obtener un grado de palatabilidad aceptable en frutos de palto cv. Zutano, Fuerte, Owen y Whitself.

Cultivar	% aceite	% humedad	% M. Seca
Zutano	10,05	60,47	19,53
Fuerte	10,36	77,86	22,13
Owen	10,27	78,40	21,59
Whitself	10,64	79,02	20,97

5. CONCLUSIONES

- La alta correlación obtenida entre las variables medidas, porcentaje de humedad y porcentaje de aceite, permite concluir que es posible hacer predicciones de madurez para frutos de palto basadas en este método.

- Los valores obtenidos a través de las recolecciones de frutos describen una tendencia lineal e inversa muy definida en torno a la curva de regresión, por lo tanto, los valores medidos directamente en el laboratorio presentan una baja variabilidad con respecto a los valores calculados por el modelo matemático.

- De acuerdo a los resultados obtenidos, los porcentajes de humedad máximos con que debieran cosecharse los frutos, para lograr un producto comercialmente aceptable, son los siguientes: 80,47% en Zutano; 77,86% en Fuerte, 78,40% en Gwen y 78,02% en Whitseil.

- El aumento en el número de observaciones realizadas dentro del período de medición y la recolección de frutos en estados de desarrollo más avanzados, (durante los cuales el porcentaje de aceite es fácilmente determinado en el laboratorio), permitieron formular ecuaciones de regresión

mucho más representativas de la relación existente entre los porcentajes de aceite y humedad, puesto que ambos factores provocaron serias distorsiones en las ecuaciones estimadoras de algunos ensayos realizados anteriormente sobre esta misma materia.

- No es conveniente hacer recolecciones de frutos que posean menos de un 10,5% de aceite, pues las tendencias aquí descritas, lo señalan como el umbral mínimo para obtener frutos de buena aceptación organoléptica. Cumplir este requisito se hace indispensable, especialmente en el caso del cultivar Zutano, cuyos frutos se caracterizan por su sabor poco agradable.

6. RESUMEN

Se realizó un ensayo en dos huertos de paltos de la zona de Quillota, V región, con el objetivo de registrar la evolución estacional de las variables porcentaje de aceite y porcentaje de humedad en frutos de cuatro cultivares de palto, Zutano, Fuerte, Owen y Whitsell, de manera que a partir de ellas se pudiesen elaborar ecuaciones de regresión que permitiesen predecir madurez.

Los resultados del estudio mostraron que ambas variables presentan un comportamiento característico para cada cultivar y, además, que la correlación existente entre ellas es casi perfecta, pues el coeficiente "r" es muy cercano a 1 en todos los casos, lo que respalda la validez del método como predictor de madurez.

La elaboración de las ecuaciones de regresión de este ensayo, se obtuvieron en base a un alto número de mediciones durante la temporada, así también, evitó realizar mediciones del contenido de aceite en frutos de poco desarrollo, pues sus contenidos de aceite son tan bajos, que su medición en el laboratorio pueden fácilmente arrojar valores equivocados. Ambos factores hacen pensar que las ecuaciones estimadoras del porcentaje de aceite aquí

obtenidas, representan mejor la relación existente entre las variables humedad y aceite.

Los porcentajes de humedad máximos con que debe efectuarse la cosecha de los frutos, para asegurar un grado de palatabilidad por lo menos aceptable, son los siguientes: 80,47% en Zutano, 77,86% en Fuerte, 78,40% en Gwen y 78,02% en Whitself.

7. LITERATURA CITADA

- ARPAIA, M.L. 1990. Estándares para paltos en California. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Curso internacional Producción, post cosecha y comercialización de paltas. Viña del Mar, 2 - 5 de octubre 1990.
- BAEZ, G. 1981. Efecto de la última etapa de la madurez fisiológica y periodo de ablandamiento de paltas, cvs. Bacon, Edranol y Fuerte, sobre su contenido de aceite, su correlación con el contenido de humedad y la comparación de ácidos grasos del aceite. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77 p.
- BERGH, B. and WHITSELL, R. 1982. Three new patented avocados. Calif. Avocado Soc. Yrb. pp. 51-57
- BLUMENFELD, A. and GAZIT, S. 1974. Development of seeded and seedless avocado fruits. J. Amer. Hort. Sci. 99 (5): 442-448.
- COFFEY, M.; OHR, H.; GUINETTE, D.; GOODMAN, P.; COHEN, Y. and BOWEN, L. 1985. Feasibility of using fruit size and percentage dry weight to predict maturity. Avocado Grower 9(5): 22-23
- FLAMM, MANUEL . 1970. Estado de nutrición nitrogenada de 30 huertos de paltos var. Fuerte en el departamento de Quillota. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 41 p.
- GARDIAZABAL, F.; ROSENBERG, G. 1991. El cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201 p.
- GOLDSCHMIDT, E. and GOLUMB, A. 1991. The carbohydrates balance of alternate bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(2): 206-208
- GRAHAM, A. and WOLSTENHOLME, B. 1991. Preliminary results on the influence of late hanging of Hass avocados (*Persea americana* Mill) on the tree performance. S. A Avocado Grower's Assoc. Yrb. NS14: 27-37

- HO, L. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink in relation to sink strength. *Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant. Molec. Biol.* 39:355-378
- LEE, S.C.; NESKE, C. and COGGINS, C.V. 1985. Postharvest physiology effect of individual shrink wrap film and the effect of intermittent warming on ripening and chilling injury. *Avocado Grower* 9(5):23 - 30
- LUZANO, Y.; RUIZVONHERY, J. and GAYDOU, E. 1987. Study of pomological and phisico-chemical characteristics of various avocado cultivars produced in Corsice. *Fruits* 42(5):305-315. *Hort. Abstrac* 57(10):845 (original no consultado)
- LUZA, J. 1981. Caracterización y comportamiento en postcosecha de paltas raza mexicana cultivadas en Chile. Tesis Ms.Cs. Santiago. Universidad de Chile. 102 p.
- MARTIN, G. and BERGH, H. 1988. Determining the optimum time to pick Gwen. *Calif Avocado Society Yearbook* 72:209-214
- MARTIN, G. and BERGH, H. 1989. Gwen as a commercial variety. *Calif. Grower* 13(6): 6, 8, 13.
- MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de palto (Persea americana Mill.). Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83 p.
- ONLY HASS gets CAS recommendation. 1987. *Calif Grower* 11(12):19-20
- PALMA, A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte, Quillota, V Región Chile 90-91. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 197 p.
- PALMER, I. 1988. Lady Gwen without clothes. *Calif Grower* 12(4): 22
- RODRIGUEZ, J. and RYAN, G. 1980. The influence of season and temperature on carbohydrates in avocado shoots. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 76: 253-260
- SCHOLEFIELD, P.; SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D. 1985.

Carbohydrates cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Hort.* 25(2): 99-110

SEELYE, H. 1991. Given always the bridesmaid. *Calif Grower* 15(9):42-43

TOOMEY, J. 1985. Can new varieties help? By 2000, dwarf Whitself's on truly resistant stocks may be one solution to some of 1985's problems. *Avocado Grower* 9(2): 12-13

VALDEBENITO, J. 1981. Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en palmas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 48 p.

WHILEY, A. and WOLSTENHOLME, H. 1990. Carbohydrates management in avocado trees for increased production. *S A Avocado Grower's Assoc. Yrb.* 13: 25-26

ANEXO 1

Porcentajes de materia seca correspondientes al contenido de aceite en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell.

% aceite	Zutano	Fuerte	Gwen	Whitsell
5,00	13,58	16,09	16,03	14,18
6,00	14,77	17,04	17,09	15,39
7,00	15,95	17,99	18,15	16,59
7,50	16,54	18,47	18,67	17,20
8,00	17,13	18,94	19,20	17,80
8,50	17,72	19,42	19,73	18,40
9,00	18,31	19,89	20,26	19,00
9,50	18,90	20,37	20,78	19,60
10,00	19,49	20,84	21,31	20,21
10,50	20,08	21,32	21,84	20,81
11,00	20,67	21,79	22,37	21,41
11,50	21,26	22,27	22,89	22,01
12,00	21,85	22,74	23,42	22,61
12,50	22,45	23,22	23,95	23,22
13,00	23,04	23,69	24,48	23,82
13,50	23,63	24,17	25,01	24,42
14,00	24,22	24,64	25,53	25,02
14,50	24,81	25,12	26,06	25,62
15,00	25,40	25,59	26,59	26,23
15,50	25,99	26,07	27,12	26,83
16,00	26,58	26,54	27,64	27,43
17,00	27,76	27,49	28,70	28,63
18,00	28,94	28,44	29,75	29,84

ANEXO 2

Diferencia entre los valores observados y estimados del contenido de aceite, para los cvs. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell.

X H	Zutano		
	Obs.	Est.	Dif.
84,14	6,14	6,92	-0,78
83,74	6,86	7,26	-0,40
82,80	8,24	8,06	0,18
81,31	9,42	9,32	0,10
80,25	10,41	10,21	-0,20
79,49	11,54	10,86	0,68

X H	Fuerte		
	Obs.	Est.	Dif.
81,74	6,32	6,28	0,04
79,96	8,67	8,15	0,52
77,83	9,35	10,39	-1,04
75,91	12,79	12,42	0,37
73,02	15,83	15,46	0,37
71,42	16,69	17,74	-0,45
69,70	19,37	18,95	0,42
67,32	21,73	21,46	0,27
65,65	23,31	23,22	0,09
63,23	26,12	25,76	0,36

X H	Gwen		
	Obs.	Est.	Dif.
80,53	7,54	8,25	-0,71
78,03	9,37	10,62	-1,25
76,43	12,31	12,14	0,17
75,21	13,55	13,29	0,26
73,22	14,73	15,18	-0,45
72,27	16,66	16,08	0,58
70,94	17,56	17,34	0,22
69,07	19,44	19,11	0,33
66,23	21,44	21,80	-0,36

X H	Whitsell		
	Obs.	Est.	Dif.
83,35	7,20	7,04	0,16
80,79	8,39	9,17	-0,78
78,45	10,24	11,11	-0,77
77,18	12,57	12,17	0,40
76,46	13,56	12,76	0,80
75,36	14,21	13,68	0,53
72,93	15,71	15,70	0,01