

## DETERMINAÇÃO PRÁTICA DO TEOR DE ÓLEO NA POLPA DO ABACATE (*Persea americana* MILLER) ATRAVÉS DA CORRELAÇÃO COM O TEOR DE ÁGUA\*

ANTONIO A. LUCCHESI\*\*

HEITOR W.S. MONTENEGRO\*\*\*

### RESUMO

Como o processo atual utilizado para a determinação do teor de óleo na polpa do abacate (extrator de Soxhlet) é oneroso e muito demorado, torna-se importante o conhecimento de um método que possibilite de maneira prática e rápida a avaliação do teor de óleo na polpa.

No presente trabalho procurou-se comprovar uma possível correlação entre os teores de água e óleo na polpa do abacate. A determinação da porcentagem de água na polpa é fácil e de baixo custo. Através dela poder-se-ia determinar o teor de óleo.

Com esse objetivo conduziu-se um experimento em três regiões ecologicamente diferentes do Estado de São Paulo: Novo Horizonte, Limeira e Itapetininga.

Em cada região, utilizou-se três pomares e em cada pomar selecionou-se cinco árvores das cultivares 'Wagner', 'Prince' e 'Collinson', colhendo-se dois frutos de cada árvore, que no conjunto (dez frutos) formaram a amostra a ser analisada, para cada cultivar.

Efetuar-se colheitas em épocas pré-determinadas, visando a análise do teor de óleo e de água na polpa do fruto, desde a sua formação até a época de maturação. Efetuou-se também análises em amostras de frutos deixadas amadurecer até o ponto de consumo (polpa mole).

Foi observado que a evolução do teor de óleo na polpa do abacate se processa lentamente no início, acentuando-se no final do desenvolvimento do fruto e o inverso para o teor de água.

Foi constatado uma correlação entre o aumento do teor de óleo e a diminuição do teor de água na polpa do abacate. Relacionando-se tal fato, encontrou-se uma equação geral de regressão  $Y = 86,626 - 0,727 X$ , onde  $Y$  = porcentagem de água e  $X$  = porcentagem de óleo, com ótima adaptação à regressão linear, como comprovou o seu coeficiente de determinação de 91,50%.

### INTRODUÇÃO

A cultura do abacateiro, *Persea americana* Miller, recebeu nesses últimos anos notável incremento.

\* Entregue para publicação em 13/11/1975. Parte da Tese apresentada pelo primeiro autor para a obtenção do título de Doutor na ESALQ-USP.

\*\* Departamento de Botânica, ESALQ-USP.

\*\*\* Departamento de Agricultura e Horticultura, ESALQ-USP.



Segundo DUPAIGNE (1970), a fração insaponificável do óleo de abacate possui a propriedade de curar certas afecções benignas ou graves, que resistem a vários tratamentos; tem a propriedade de restabelecer o tônus geral de idade avançada, funcionando portanto, como um medicamento antifadiga.

Em cosmetologia, o óleo de abacate vem sendo largamente empregado no tratamento de descamações da pele e segundo THIERS (1971), seu efeito é comprovadamente positivo, quando usado só ou apenas sua fração insaponificável.

POPENOE (1924) cita que o óleo de abacate tem um coeficiente de digestibilidade (95%), similar ao da gordura do leite. Por esse motivo o óleo de abacate tem sido recomendado como substituto do óleo de oliva na alimentação humana (LOVE, 1944).

Nos Estados Unidos, quando os pomares são danificados por geada e os frutos se tornam impróprios para o consumo, toda a colheita é destinada à extração do óleo (MONTENEGRO, 1960).

No Chile, pela sua importância entre as frutas e pelas suas reais possibilidades de industrialização, o abacateiro ocupa vastas áreas em zonas agrícolas, em solos dos mais caros do país (CORTES et alii, 1971).

CHURCH & CHACE (1922) observaram que no abacate as graxas se acumulam durante o desenvolvimento do fruto, enquanto que os glucídios diminuem.

TIJERO (1964) cita que o conteúdo de gordura varia de acordo com o grau de maturação do fruto.

MONTENEGRO (1960) cita que o teor de óleo na polpa de abacate eleva-se progressivamente desde o início de formação até a sua maturação.

CHANDLER (1962) cita que o teor de óleo na polpa do abacate, pode ser menor que 2% durante os dois primeiros meses de permanência do fruto na árvore, depois aumenta lentamente, para na fase final, aumentar com muita rapidez.

STAHL (1933) estudando algumas cultivares na Flórida, observou que com o aumento em tamanho do fruto dois fenômenos simultâneos e relevantes têm lugar: em primeiro lugar, a polpa que apresentava até 90% de água nos frutos jovens, passa a 60% no fim do desenvolvimento e de maturação, perdendo pois 30% do teor de umidade durante o seu desenvolvimento. Esse fato é bastante significativo quanto à sua peculiaridade, pois a tendência de todos os frutos é aumentar seu teor de água à medida que se aproxima da maturação (ULRICH, 1952). O outro ponto de grande interesse é que nesse trabalho, STAHL constatou que o teor de óleo conserva uma proporcionalidade inversa ao teor de água, isto é, à medida que se aproxima o ponto de maturação decresce o teor de água, em contraposição com o aumento no teor de óleo; de praticamente zero no início do desenvolvimento do fruto, sobe para 20% por ocasião de seu completo desenvolvimento.

Essa relação inversa de umidade e óleo na polpa durante o desenvolvimento do fruto também foi observado por SCHWOB (1951).

BIALE & YOUNG (1962) citam que, ao se relacionar os estágios de fruto colhido (totalmente desenvolvido, mas a polpa dura) e de fruto maduro (depois de armazenado, polpa mole) há diminuição dos açúcares totais, aumento no teor de graxas e de proteínas.

MONCAYO (1968) trabalhando com cultivares no Equador, com fins de aproveitamento alimentício e industrial, observou que parece existir uma relação inversa entre a porcentagem de umidade e a quantidade de óleo contida na polpa.

KIKUTA & ERICKSON (1968) estudando o conteúdo de lipídios em frutos das cultivares 'Hass' e 'Fuerte', observaram que o crescimento dos frutos estacionava um pouco antes de atingir o ponto em que se verifica a máxima acumulação em óleo. Verificaram também, que à medida que aumenta o teor em óleo nos frutos, decresce seu conteúdo em umidade. Na cultivar 'Fuerte' o crescimento marcante no conteúdo de lipídios verificou-se num período de quatro meses (outubro a janeiro), enquanto na cultivar 'Hass' a acumulação foi mais demorada, nove meses.

TANGO et alii (1969/70) estudando o teor de óleo de diferentes cultivares no Estado de São Paulo, verificaram que com o amadurecimento dos frutos, ocorre uma redução no teor de umidade da polpa e, conseqüentemente, há um aumento na porcentagem de óleo.

IZURIETA (1970) estudando algumas cultivares no Estado de São Paulo, verificou que a porcentagem de umidade na polpa é importante na porcentagem de extração de óleo, de modo que deve-se preferir para industrialização, variedades de baixo teor de água, que geralmente são as que apresentam maior teor de óleo. Observou também que existe uma tendência no aumento do teor de óleo, conforme a fruta tenha um maior grau de maturidade, permitindo-se afirmar que para obter melhores rendimentos na extração do óleo, deve-se processar somente frutos que tenham chegado à sua perfeita maturidade.

A deposição de óleo no fruto do abacateiro se faz, segundo citologistas, nos vacúolos aquosos. No início do desenvolvimento do fruto há uma pequena deposição de gotas de óleo, depois essa deposição aumenta, observando-se o fenômeno de expulsão da água dos vacúolos pelo óleo (DAVENPORT & ELLIS, 1959; KIKUTA & ERICKSON, 1968; MASLIAK, 1971a).

## MATERIAIS E MÉTODOS

No período de dezembro de 1972 a novembro de 1973, colheu-se frutos de três cultivares de abacate: 'Wagner', 'Prince' e 'Collinson', em pomares de três regiões do Estado de São Paulo: Novo Horizonte, Limeira e Itapetininga.

Em cada região estudada foram selecionados três pomares que receberam as denominações de pomar A, B e C nos quais existem as cultivares estudadas: 'Wagner', 'Prince' e 'Collinson'.

Dentro de cada pomar foram selecionadas cinco árvores de cada cultivar com bom desenvolvimento vegetativo e em boas condições fitossanitárias. De cada árvore foram colhidos dois frutos dentre os mais desenvolvidos, que no conjunto (dez frutos) formaram a amostra a ser analisada de cada cultivar.

A colheita dos frutos foi realizada nas datas constantes no Quadro 1, visando a análise do teor de óleo e de água na polpa do fruto, desde o início de sua formação até o estágio de maturação completa.

QUADRO 1 – Datas de colheita do fruto das cultivares estudadas.

Regiões	'Wagner'	'Prince'	'Collinson'
Novo Horizonte	13/12/72	13/12/72	13/12/72
	31/01/73	31/01/73	31/01/73
	28/03/73	28/03/73	28/03/73
	23/05/73	23/05/73	23/05/73
	23/08/73	23/08/73	–
Limeira	05/12/72	05/12/72	05/12/72
	30/01/73	30/01/73	30/01/73
	18/04/73	18/04/73	18/04/73
	14/06/73	14/06/73	14/06/73
	04/09/73	04/09/73	–
Itapetininga	12/12/72	12/12/72	12/12/72
	06/02/73	06/02/73	06/03/73
	16/05/73	16/05/73	16/05/73
	16/07/73	16/07/73	16/07/73
	07/11/73	07/11/73	–

Após a colheita, os frutos etiquetados, e acondicionados cuidadosamente em sacos de polietileno, foram levados ao laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP, onde aferiu-se o peso do fruto inteiro e o peso da polpa (mesocarpo). Nas pesagens foi utilizada balança Triple Beam, com precisão de 0,1 grama. Em seguida, determinou-se a umidade natural da polpa, utilizando-se estufa Thelco, modelo 18, com circulação de ar quente, à temperatura de 105 a 110°C, até peso constante; e balança Mettler P 1200 N com precisão de 0,01 grama.

A polpa, para posterior determinação do teor de óleo, foi seca parcialmente em estufa de circulação de ar quente à 65–70°C por 48 horas, acondicionada em vidros opacos, hermeticamente fechados e etiquetados.

Posteriormente, esse material foi levado ao Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas, SP, onde efetuaram-se as análises do teor de óleo contido na polpa desidratada do abacate. Utilizou-se do método Ba 3-38 da American Oil Chemists' Society – A.O.C.S. (MEHLENBACHER, HOPPER & SALLEE, 1969), e como reagente o éter de petróleo (Baker Analyzed' Reagent, 30–60°C, p.a.) e aparato Soxhlet.

Na última época de colheita, foi retirada também uma amostra extra de frutos das cultivares de cada pomar, que deixada amadurecer até o ponto de consumo, foi analisada. O período de amadurecimento (entre colheita e amolecimento da polpa) foi de 4 a 8 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Gráficos 1 e 2 apresentam a evolução do óleo e da água na polpa verificada durante o desenvolvimento do abacate, desde a sua formação até a maturação final. Os valores utilizados nos gráficos são média dos três pomares estudados, em cada região.

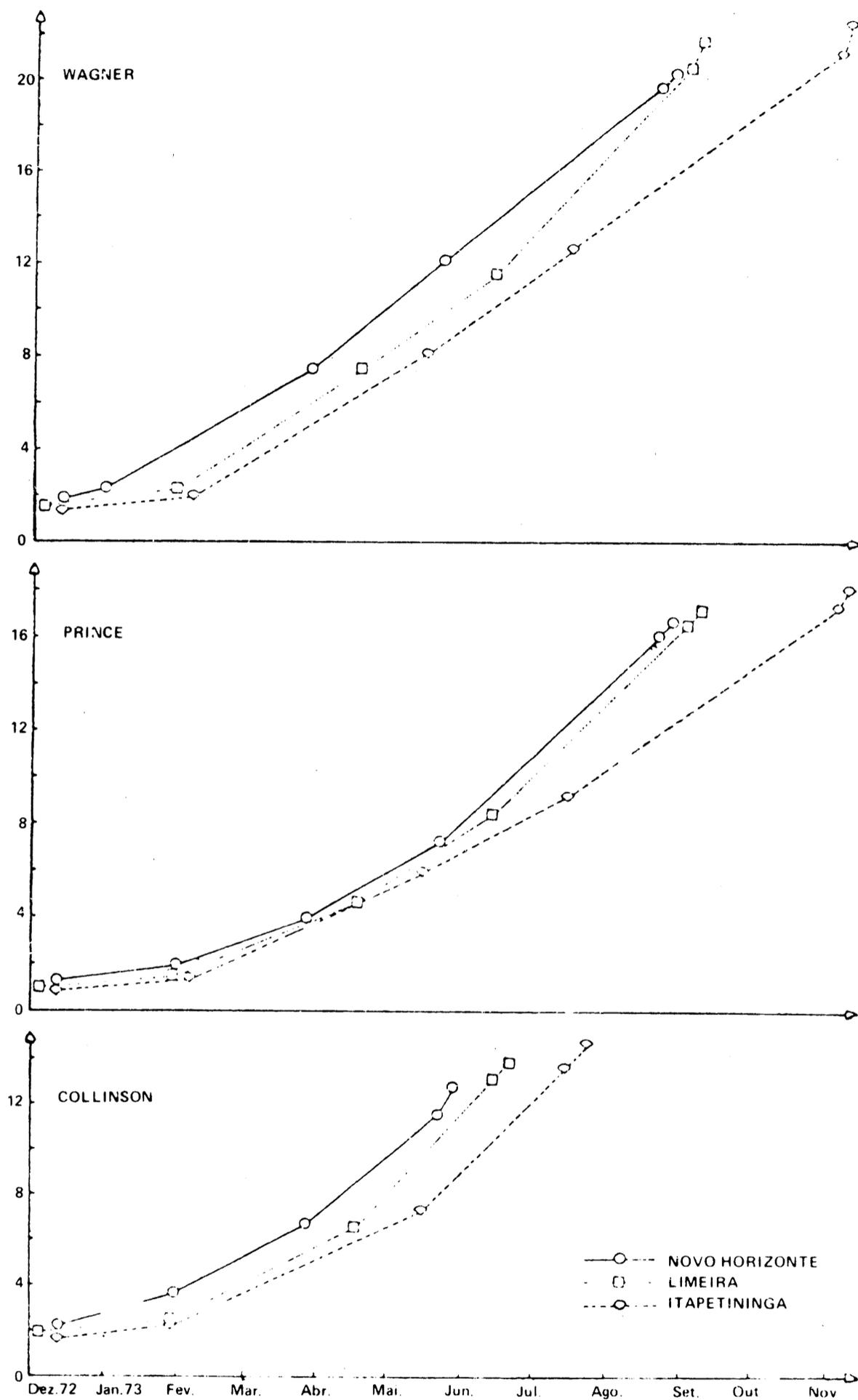


GRÁFICO 1 – Porcentagem de óleo na polpa.

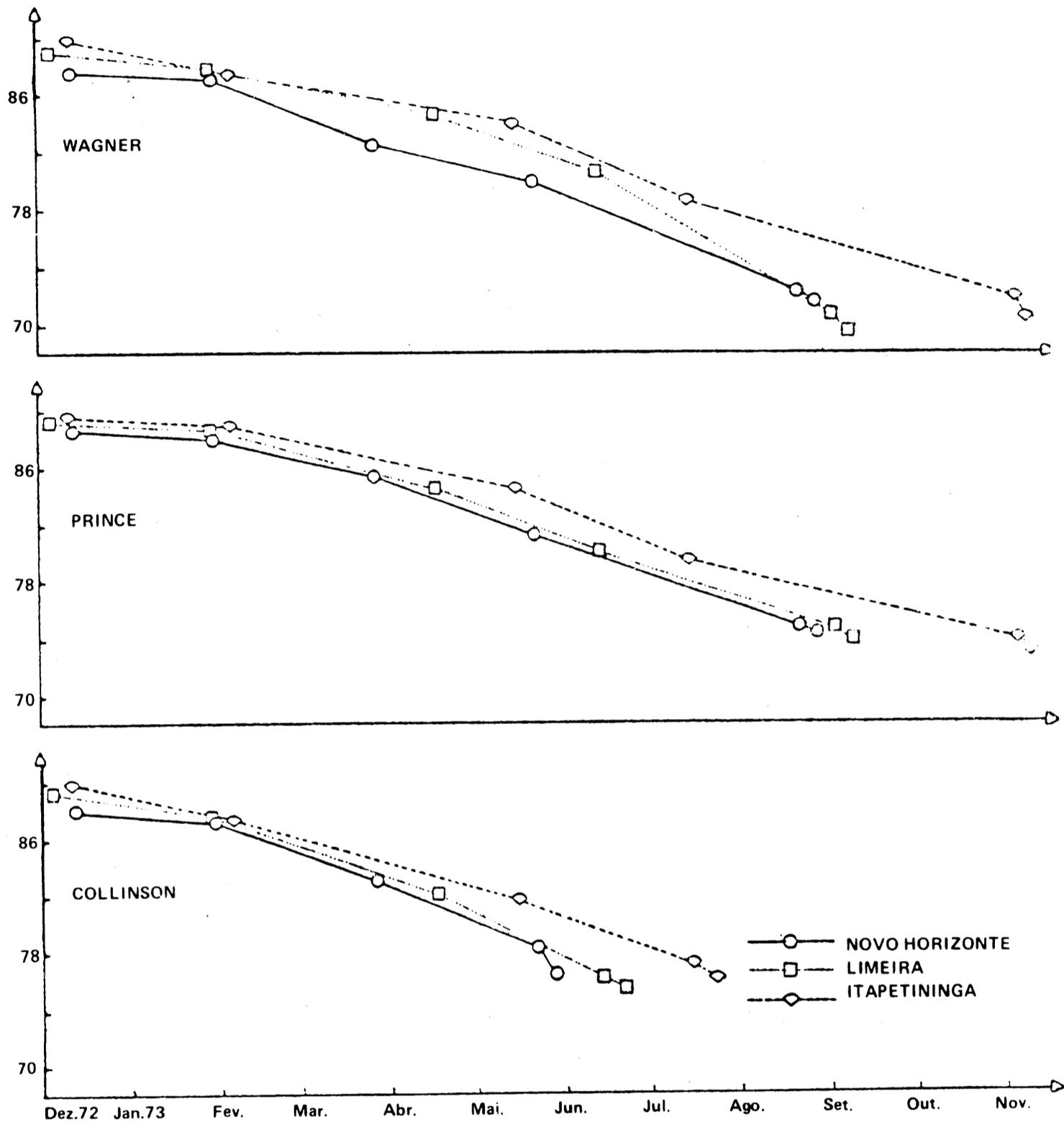


GRÁFICO 2 - Porcentagem de água na polpa.

O Quadro 2 apresenta as porcentagens de óleo e água na polpa do abacate no estágio final de maturação. Os valores utilizados nesse quadro são média de 10 frutos.

QUADRO 2 – Teor de óleo na polpa do abacate, no estágio final de maturação.

Cultivares	Região	Pomar	% de Óleo (x)	% de Água (y)
'Collinson'	Novo Horizonte	A	10,50	79,74
		B	12,80	76,18
		C	11,46	78,62
	Limeira	A	12,64	76,82
		B	14,03	75,15
		C	12,78	76,64
	Itapetininga	A	12,70	78,38
		B	14,16	76,32
		C	14,11	76,80
'Prince'	Novo Horizonte	A	15,83	75,38
		B	16,13	75,30
		C	16,53	74,21
	Limeira	A	17,05	74,21
		B	16,42	74,91
		C	16,36	75,10
	Itapetininga	A	17,78	73,51
		B	17,56	73,68
		C	16,93	74,92
'Wagner'	Novo Horizonte	A	19,37	73,48
		B	20,08	71,61
		C	19,88	72,04
	Limeira	A	19,85	72,11
		B	20,74	70,14
		C	21,21	69,87
	Itapetininga	A	20,11	73,58
		B	21,75	71,16
		C	22,08	71,20

Através dos dados relativos ao teor de óleo relacionado com o teor de água na polpa do abacate, no estágio final de maturação (Quadro 2), efetuou-se a análise de regressão, obtendo-se equações de regressão para cada cultivar estudada e uma equação geral de regressão.

A análise de regressão efetuada mostrou os seguintes resultados:

Análise de regressão geral

Causa de Variação	G.L.	F
Regressão	1	269,46 **
Resíduo	25	
Total	26	

$$Y = 86,626 - 0,727 X$$

$$R^2 = 0,9150$$

$$R = 0,9566$$

$$\text{Teste T} = 16,41 **$$

Análise de regressão para 'Wagner'

Causa de Variação	G.L.	F
Regressão	1	5,38
Resíduo	7	
Total	8	

$$Y \hat{=} 90,688 - 0,924 X$$

$$R^2 = 0,4347$$

$$R = 0,6593$$

$$\text{Teste T} = 2,32 \text{ (significativo a 10\%)}$$

Análise de regressão para 'Princee'

Causa de Variação	G.L.	F
Regressão	1	33,52 **
Resíduo	7	
Total	8	

$$Y = 90,947 - 0,978 X$$

$$R^2 = 0,8272$$

$$R = 0,9095$$

$$\text{Teste T} = 5,78 **$$

Análise de regressão para 'Collinson'

Causa de Variação	G.L.	F
Regressão	1	18,05 **
Resíduo	7	
Total	8	

$$Y = 89,796 - 0,986 X$$

$$R^2 = 0,7205$$

$$R = 0,8488$$

$$\text{Teste T} = 4,24 **$$

O Gráfico 3 apresenta as equações lineares, que relacionam a porcentagem de óleo e de água na polpa do abacate.

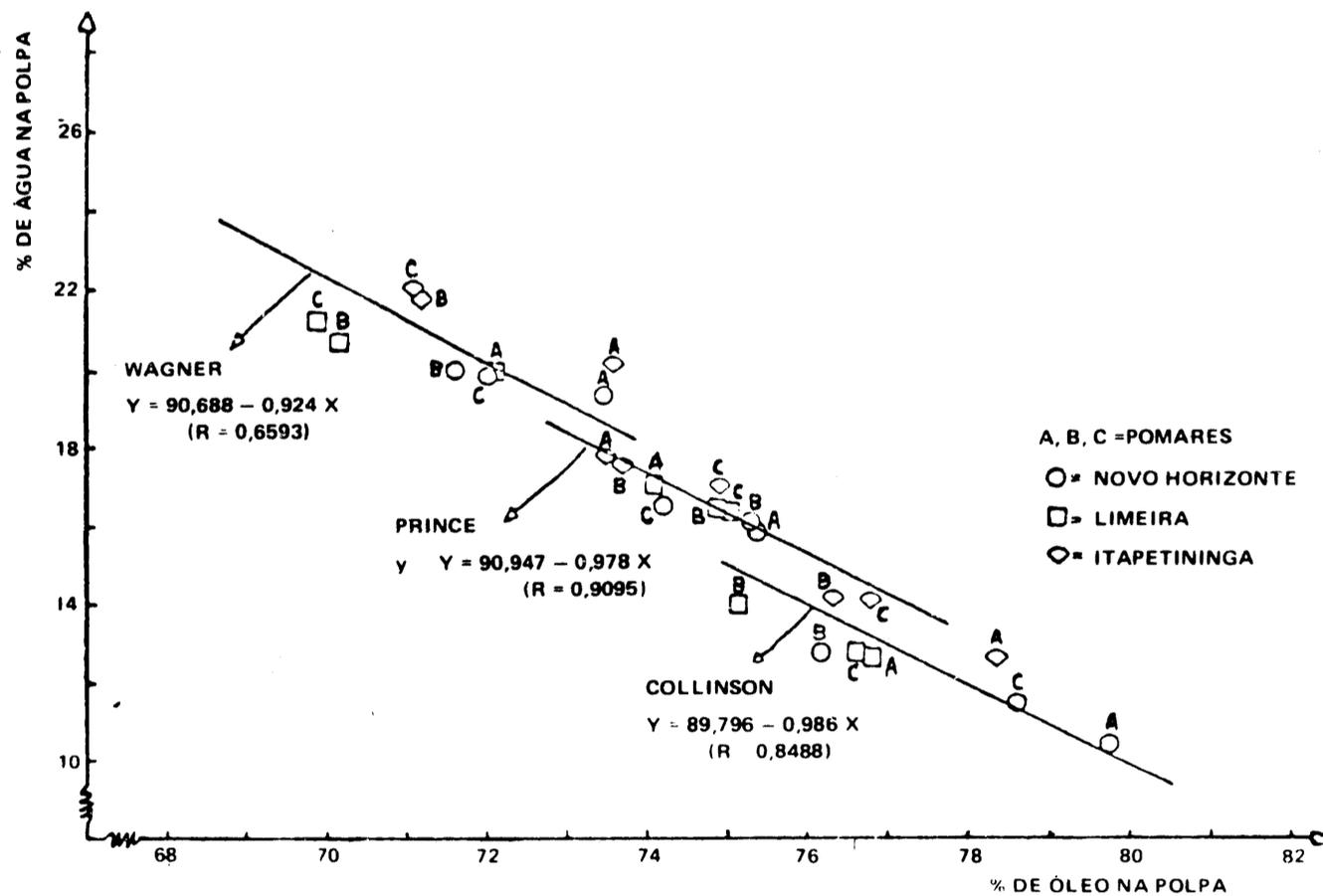
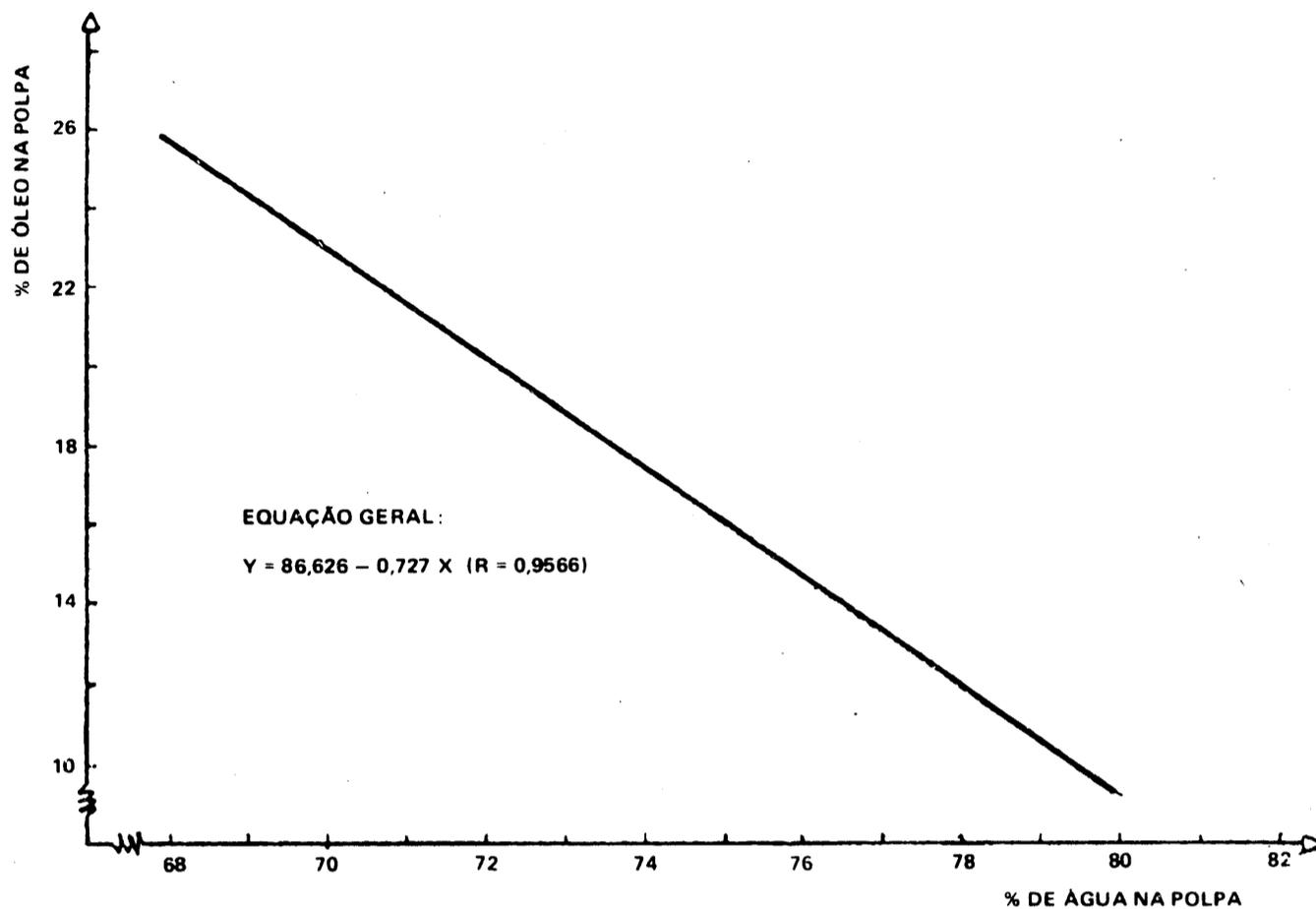


GRÁFICO 3 – Relação porcentagem de óleo (X): porcentagem de água na polpa (Y).

Os resultados obtidos (Gráfico 1) mostram que o teor de óleo na polpa evolui no início lentamente para no final crescer em maior proporção, alcançando o ápice no final da maturação. Tal fato também foi verificado por CHURCH & CHACE (1922); UL-RICH (1952); CHANDLER (1962); TIJERO (1964); MONTENEGRO (1960) e IZURIETA (1970).

Observou-se que houve um aumento no teor de óleo na polpa, na fase final de maturação entre o estágio de fruto recém-colhido (polpa dura) e o maduro para consumo (polpa mole). O mesmo fato foi observado por BIALE & YOUNG (1962). Isto provavelmente não se deve a um aumento real de óleo na polpa, mas sim a um aumento na porcentagem de óleo devido a uma perda mais acentuada de água que ocorre nesse curto período (4 a 8 dias).

Conforme apresentam os Gráficos 1 e 2, verificou-se que há uma relação inversa entre o teor de óleo e de água na polpa do abacate. Assim, com o desenvolvimento do fruto, há um aumento no teor de óleo e uma diminuição no teor de água na polpa. Essa mesma relação foi observada por STAHL (1933); SCHWOB (1951); MONCAYO (1968); KIKUTA & ERICKSON (1968); TANGO et alii (1969/70) e IZURIETA (1970).

Relacionando-se o teor de óleo e de água contidos na polpa do abacate, no estágio final de maturação (Quadro 2), através da análise de regressão verificou-se que em todas as cultivares havia uma adaptação razoável à linha reta, com exceção da cultivar 'Wagner' que apresentou um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) abaixo de 50%. Quando tomadas em conjunto, apresentaram uma ótima adaptação à regressão linear como comprova o seu coeficiente de determinação de 91,50% (Gráfico 3). Para cada aumento de 1% no teor de óleo na polpa, há uma diminuição de 0,73% no teor de água. E, para cada diminuição de 1% no teor de água, há um aumento de 1,37% no teor de óleo na polpa do abacate.

Dessa maneira, pode-se dizer que, utilizando-se da equação geral de regressão (Gráfico 3),  $Y = 86,626 - 0,727 X$  (onde  $X$  = porcentagem de óleo e  $Y$  = porcentagem de água), é possível estimar-se o conteúdo em óleo na polpa do abacate, bastando determinar-se o teor em água contido na polpa do abacate em questão.

## CONCLUSÕES

- 1 – Constatou-se aumento no teor de óleo na polpa, enquanto o abacate permaneceu na árvore. A evolução do teor de óleo na polpa do abacate se processa lentamente no início, acentuando-se no final do desenvolvimento do fruto.
- 2 – Existe uma correlação entre o aumento do teor de óleo e a diminuição do teor de água na polpa do abacate. Relacionando-se tal fato, encontrou-se uma equação geral de regressão,  $Y = 86,626 - 0,727 X$ , onde  $Y$  = porcentagem de água e  $X$  = porcentagem de óleo.

**SUMMARY****PRACTICAL DETERMINATION OF OIL CONTENT IN AVOCADO (*Persea americana* MILLER) PULP IN CORRELATION WITH WATER CONTENT**

As the usual process used to determine oil content of avocado pulp (Soshlet's extrator) is expensive and very slow, it becomes important the knowledge of an quick and practical method of avaliation of the oil content of the pulp.

In this paper we tried to find a possible correlation between the quantities of water and oil in the avocado pulp. The determination of water percentage in the pulp is easy and no expensive, and through of it probably we could determined the oil content.

Whit this objective it was conducted an experiment in three ecologically different regions of São Paulo State - Brazil.

In each region it was utilized three orchards and in each orchard it was selected five trees of 'Wagner', 'Prince' and 'Collinson' cultivars, picking up two fruits per tree and the set (ten fruits) was the sample per cultivar to be analysed.

Harvestings were done in pre-determined time, aiming at the analysis of oil and water content of pulp of fruit, from it setting to maturation time. It was also accomplished analysis of samples of fruits kept to ripe till consumption point (soft pulp).

It was observed that the evolution of pulp oil content of avocado processes slowly at begining, accentuating in the final of fruit development and inverse for water content.

It was verified a correlation between increase of oil content and decrease of water pulp content. Relating such a fact, it was met a general regression equation,  $Y = 86,626 - 0,727 X$ , where  $Y$  = percentage of water and  $X$  = percentage of oil, with good adaptation to linear regression, as it proves its determination coeficient of 91.50%.

## LITERATURA CITADA

- BIALE, J.B. & YOUNG, R.E., 1962. Bioquímica de la maduración de los frutos. *Endeavour*, Londres, 21(83/84):164-174.
- CHANDLER, W.H., 1962. Aguacate. IN: *Frutales de hoja perenne*. Traduzido por José Luiz de La Roma. Ed. Hispano-Americana, México. 254-275.
- CHURCH, C.G. & CHACE, E.M., 1922. Some changes in the composition of California Avocados during growth. United States Department of Agriculture. Bull. nº 1073, Washington 1-22.
- CORTES, A.R. et alii, 1971. Estudio de las condiciones químicas y tecnológicas para una posible industrialización de la palta (aguacate). *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. Valência, Espanha, 11(2):295-300.
- DAVENPORT, J.B. & ELLIS, S.C., 1958. Chemical changes during growth and storage of the avocado fruit. *Aust. Jour. Biol. Sci.*, 12:445-454.
- DUPAIGNE, P., 1970. Une nouvelle specialite pharmaceutique: l'insaponifiable de l'huile d'avocat. *Fruits*, France, 25(12):915-916.
- HAENDLER, L., 1965. L'huile d'avocat et les produits dérivés du fruit. *Fruits*. France, 20(11):625-633.
- , 1970. Journée d'information sur l'huile d'avocat. *Fruits*. France, 25(12):911-914.
- IZURIETA, O.B., 1970. Obtenção de óleo de abacate. Tese apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos. Faculdade de Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, SP, 1-39.
- KIKUTA, Y. & ERICKSON, L.C., 1968. Seasonal changes of avocado lipids during fruit development and storage. *Cal. Avoc. Soc., Yearbook*, California, 102-108.
- LOVE, H.T., 1944. Avocado Oil Studies. *California Avocado Society. Yearbook*, California, 35-36.
- MAZLIAK, P., 1971a. Constitution lipidique de l'avocat. *Fruits*, France, 26(9):615-623.
- MEHLENBACKER, V.C., HOPPER, T.H. & SALLEE, E.M., 1969. Official and tentative methods of the American Oil Chemists' Society. Chicago, Illinois, U.S.A., 2nd ed. A.D.C.S., Official Method Ba 3-38, 1-3.
- MONCAYO, P.Z., 1968. El contenido de aceites en variedades de aguacate cultivadas en el Ecuador. Tesis de grado. Fac. Ing. Agr. Med. Vet., Universidad Central Quito, Ecuador, 1-42.
- MONTENEGRO, H.W.S., 1960. A cultura do abacateiro. Ed. Melhoramentos, Série Criação e Lavoura nº 11, São Paulo, 1-102.
- , 1973a. Informe sobre a situação abacaticola. Relatório para a COPEME, São Paulo, 1-9 (mimeografado).
- PANERAI, L., 1968. La coltura dell'avocado nel bacino del mediterraneo. *Agric. Subtrop. e Trop.*, Inst. Agron. Per L'Oltremare, Firenze, Itália, 299-325.
- PAQUOT, C. & TASSEL, H.M., 1966. Sur l'insaponifiable de l'huile d'avocat (*Persea americana*). *Oleagineux*, 21(7):453-454.
- POPENOE, W., 1924. The Avocado. IN: *Manual of Tropical and Subtropical Fruits*. The MacMillan Company. New York, 9-78.
- SCHWOB, R., 1951. Composition chimique de l'avocat (*Persea americana*). *Fruits*, I.F.A.C., France, 6(5):177-183.
- SETZER, J., 1966. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai. São Paulo, 1-61.
- STAHL, A.L., 1933. Changes in composition of Florida avocados in relation to maturity. University of Florida. Agricultural Experiment Station Gainesville, Florida, USA, Bull. 259, 1-61.

- TANGO, J.S., DA COSTA, S.J., ANTUNES, A.J. & FIGUEIREDO, I.B., 1969/70. Composição do fruto e do óleo de diferentes variedades de abacate cultivados no Estado de São Paulo. Coleção do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP, 3:283-292.
- THIERS, H., 1971. L'huile d'avocat et son insapossifiable en cosmétologie et en thérapeutique dermatologique ou médicale. *Fruits. I.F.A.C.*, France, 26(2):133-136.
- TIJERO, R.F., 1964. Cultivo del palto. Servicio de Investigación y Promoción Agraria. Min. Agric. Lima, Peru. *Bol. Técn.*, 52:1-24.
- ULRICH, R., 1952. *La vie des fruits*. Masson et Cia. Editeurs. Paris, France, 1-370.