

## **ZONEAMENTO CLIMÁTICO DA ÉPOCA DE MATURAÇÃO DO ABACATE NO ESTADO DE SÃO PAULO**

### **CLIMATIC ZONES OF MATURITY OF AVOCADO IN STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL.**

Paulo Cesar Sentelhas<sup>1</sup>, Clóvis Toledo Piza Jr.<sup>2</sup>, Rogério Remo Alfonsi<sup>1</sup>, Ryosuke Kavati<sup>2</sup> e  
Nilberto Bernardo Soares<sup>3</sup>

#### **RESUMO**

Foram delimitadas zonas de época de maturação para três grupos de variedades de abacateiros no Estado de São Paulo. O zoneamento foi baseado no número de dias entre o florescimento e a maturação do fruto (DFM). Esse índice foi obtido pela relação entre os graus-dias acumulados necessários para cada grupo de variedade e os graus-dias médios acumulados de cada local. Foram utilizadas as temperaturas médias de 63 localidades para a determinação de DFM. Isolinas de DFM foram traçadas através da relação empírica que esta variável mostrou com os fatores latitude e altitude, ou seja, com os determinantes da temperatura média mensal. Três mapas são apresentados indicando as regiões climáticas de maturação para a produção comercial de abacateiro.

**Palavras-chave:** Abacate, zonas de maturação, graus-dia.

#### **SUMMARY**

Climatic zones of maturity of three groups of varieties of avocado were determined to State of São Paulo, Brazil. The determination of climatic zones were based on number of the days between flowering and maturity (DFM). This index was obtained by relationship between accumulated degree-days needful for each group and the average accumulated degree-days of each site. Average temperature of 63 sites were utilized to determine DFM. Isolines of DFM were traced through the empirical relationship that this

---

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ms., Seção de Climatologia Agrícola, IAC, C.P. 28 - Campinas - 13001-970.

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Grupo Técnico de Fruticultura Tropical, DEXTRU / CATI, C.P. 960 - Campinas - 13073-001.

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Dr., Seção de Fruticultura Tropical, IAC.

variable showed with latitude and altitude, factors that determine monthly average temperature. Three maps were presented indicating the climatic regions of maturity to business avocado production.

**Key words:** avocado, maturity zones, degree-days.

## INTRODUÇÃO

A época de maturação das variedades de abacate no Estado de São Paulo é bastante diferenciada em suas diversas regiões ecológicas. Isso se deve basicamente ao efeito da temperatura do ar sobre o desenvolvimento da planta, principalmente no período entre o florescimento e a maturação (LUCCHESI & MONTENEGRO, 1975).

MONTENEGRO (1956), em levantamentos do número de abacateiros do Estado de São Paulo, verificou que uma mesma variedade amadurecia em épocas diferentes nas distintas regiões do Estado. Baseado nessas observações, regionalizou o Estado de São Paulo em cinco zonas de maturação: 1) Zona de Ribeirão Preto; 2) Zona de Limeira; 3) Zona de Valinhos; 4) Zona de Buri e 5) Zona de São Sebastião. Trabalho semelhante foi realizado por PLATT (1975) para abacateiros na Califórnia (EUA).

O zoneamento feito por MONTENEGRO (1956) (Figura 1), que representou importante contribuição na implantação e desenvolvimento da abacaticultura paulista, sendo até hoje bastante utilizado por extensionistas e produtores, é pouco detalhado, pois coloca em uma mesma zona de maturação regiões climáticas bastante distintas. Este é o caso das regiões de Franca e de Votuporanga, situadas na Zona de Ribeirão Preto, porém com características climáticas diferentes. Esses equívocos provavelmente se devem à pequena disponibilidade de informações sobre o desenvolvimento da planta nas diferentes regiões do Estado na época em que o estudo foi realizado.

Atualmente, técnicas como a estimativa da temperatura média em função de variáveis geográficas (PEDRO JR. et al, 1991) e o conceito dos Graus-dia (HOLMES & ROBERTSON, 1959) permitem a obtenção de resultados mais precisos e detalhados do desenvolvimento das plantas nas diferentes regiões ecológicas.

A definição das zonas climáticas de maturação de abacate no Estado de São Paulo é de grande importância prática, pois permite a escolha das variedades que produzam, em uma determinada região, exatamente na época em que os preços de mercado sejam mais compensadores. Assim, compatibilizando-se a duração da ontogênese, período compreendido entre o florescimento e a colheita, com o clima local, o produtor pode planejar a sua produção de modo a colhê-la nos períodos mais favoráveis.

O objetivo deste trabalho foi o de determinar as zonas climáticas de maturação para três grupos de

variedades de abacateiro no Estado de São Paulo, levando-se em consideração o conceito dos graus-dia, utilizando-se a análise de regressão.

## MATERIAL & MÉTODOS

A determinação das zonas de maturação foi feita baseada na necessidade de graus-dia (GD) para cada variedade, onde:

$$GD = (TMED - Tb) * N$$

sendo TMED a temperatura média do ar (°C), Tb a temperatura-base da cultura, e N a duração do subperíodo considerado.

O total de GD entre o florescimento e a maturação utilizado para cada grupo de variedades neste trabalho foi o determinado por LUCCHESI et al (1977):

a) variedades precoces (Raça Antilhana):

2164 a 3554 GD

b) variedades de meia-estação (Híbridas):

3278 a 3790 GD

c) variedades tardias (Raça Guatemalense):

3729 a 4708 GD

Para fins de cálculo utilizou-se a média de GD para cada variedade: 2800 GD; 3500 GD e 4200 GD, respectivamente, para as variedades precoces, de meia-estação e tardias. A temperatura-base (Tb) do abacateiro utilizada para o acúmulo de GD foi a de 10°C sugerida por PRALORAN (1970) e também a utilizada por LUCCHESI et al (1977).

Baseado no total médio de GD de cada variedade foi determinada a duração média, em dias, da fase "florescimento-maturação" (DFM) para 63 locais do Estado de São Paulo, através de temperaturas médias mensais estimadas (PEDRO JR. et al, 1991). O início do acúmulo de GD se deu a partir do florescimento, que neste trabalho foi considerado como que ocorrendo uniformemente em todo Estado no mês de setembro, segundo observações de SOARES & TEÓFILO SOBRINHO (1981).

Os valores de DFM de cada grupo de variedades foram correlacionados com a latitude e a altitude de cada um dos 63 locais analisados, através de regressão linear múltipla:

$$\mathbf{DFM = a + b * LAT + c * ALT}$$

onde a, b e c são coeficientes da equação, LAT é a latitude, em graus e décimos, e ALT é a altitude, em metros.

Baseado nas equações obtidas, confeccionou-se tabelas de valores de DFM estimados em função da latitude e da altitude. Em mapas hipsométricos elaborou-se o zoneamento de DFM, para cada grupo de variedades, regionalizando-se a época de maturação para o Estado de São Paulo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de relação dos valores obtidos de DFM com a latitude e a altitude através de regressão linear múltipla, permitiu a obtenção das seguintes equações e seus respectivos coeficientes de determinação, para os grupos de variedades:

a) precoce (p):

$$\mathbf{DFM_p = -83,48 + 8,59 * LAT + 0,18 * ALT \dots\dots (1)}$$

$$r^2 = 0,80$$

b) meia-estação(m):

$$\mathbf{DFM_m = -225,16 + 15,61 * LAT + 0,28 * ALT \dots\dots (2)}$$

$$r^2 = 0,88$$

c) tardia (t):

$$\mathbf{DFM_t = -261,22 + 19,58 * LAT + 0,31 * ALT \dots\dots (3)}$$

$$r^2 = 0,89$$

Essas equações indicam a elevada proporção da variabilidade de DFM associada aos fatores geográficos. Isso se deve ao fato da DFM ter sido estimada a partir dos graus-dia, ou seja, da temperatura do ar que é função da latitude e da altitude (PINTO et al, 1972; PEREIRA et al, 1973; ALFONSI et al, 1974).

Os valores estimados de DFM para as variedades precoces, de meia-estação e tardias são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente. Essas tabelas indicam não só a diferença na DFM entre as variedades de abacateiro como também as diferenças existentes entre as distintas localidades na época de maturação de uma mesma variedade.

Tabela 1 - Duração média estimada do subperíodo "florescimento - maturação" (DFM), em dias, para variedades de abacateiro de maturação precoce, em função da latitude e da altitude, no Estado de São Paulo.

Alt. (m)	Latitude (graus)										
	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
50	97	102	106	110	114	119	123	127	132	136	140
100	106	111	115	119	123	128	132	136	141	145	149
150	115	120	124	128	133	137	141	145	150	154	158
200	124	129	133	137	142	146	150	154	159	163	167
250	133	138	142	146	151	155	159	163	168	172	176
300	142	147	151	155	160	164	168	172	177	181	185
350	151	156	160	164	169	173	177	181	186	190	194
400	160	165	169	173	178	182	186	190	195	199	203
450	169	174	178	182	187	191	195	199	204	208	212
500	178	183	187	191	196	200	204	208	213	217	221
550	187	192	196	200	205	209	213	217	222	226	230
600	96	201	205	209	214	218	222	226	231	235	239
650	205	210	214	218	223	227	231	235	240	244	248
700	214	219	223	227	232	236	240	244	249	253	257
750	223	228	232	236	241	245	249	253	258	262	266
800	232	237	241	245	250	254	258	262	267	271	275
850	241	246	250	254	259	263	267	271	276	280	284
900	250	255	259	263	268	272	276	280	285	289	293
950	259	264	268	272	277	281	285	289	294	298	302
1000	268	273	277	281	286	290	294	298	303	307	311
1050	277	282	286	290	295	299	303	307	312	316	320
1100	286	291	295	299	304	308	312	316	321	325	329



**Tabela 2 - Duração média estimada do subperíodo "florescimento - maturação" (DFM), em dias, para variedades de abacateiro de maturação de meia-estação, em função da latitude e da altitude, no Estado de São Paulo.**

Alt. (m)	Latitude (graus)										
	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
50	101	109	117	124	132	140	148	156	163	171	179
100	115	123	131	138	146	154	162	170	177	185	193
150	129	137	145	152	160	168	176	184	191	199	207
200	143	151	159	166	174	182	190	198	205	213	221
250	157	165	173	180	188	196	204	212	219	227	235
300	171	179	187	194	202	210	218	226	233	241	249
350	185	193	201	208	216	224	232	240	247	255	263
400	199	207	215	222	230	238	246	254	261	269	277
450	213	221	229	236	244	252	260	268	275	283	291
500	227	235	243	250	258	266	274	282	289	297	305
550	241	249	257	264	272	280	288	296	303	311	319
600	255	263	271	278	286	294	302	310	317	325	333
650	269	277	285	292	300	308	316	324	331	339	347
700	283	291	299	306	314	322	330	338	345	353	361
750	297	305	313	320	328	336	344	352	359	367	375
800	311	319	327	334	342	350	358	366	373	381	389
850	325	333	341	348	356	364	372	380	387	395	403
900	339	347	355	362	370	378	386	394	401	409	417
950	353	361	369	376	384	392	400	408	415	423	431
1000	367	375	383	390	398	406	414	422	429	437	445
1050	381	389	397	404	412	420	428	436	443	451	459
1100	395	403	411	418	426	434	442	450	457	465	473



**Tabela 3 - Duração média estimada do subperíodo "florescimento - maturação" (DFM), em dias, para variedades de abacateiro de maturação tardia, em função da latitude e da altitude, no Estado de São Paulo.**

Alt. (m)	Latitude (graus)										
	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
50	146	156	165	175	185	195	205	214	224	234	244
100	161	171	181	191	201	210	220	230	240	249	259
150	177	187	196	206	216	226	236	245	255	265	275
200	192	202	212	222	232	241	251	261	271	280	290
250	208	218	227	237	247	257	267	276	286	296	306
300	223	233	243	253	263	272	282	292	302	311	321
350	239	249	258	268	278	288	298	307	317	327	337
400	254	264	274	284	294	303	313	323	333	342	352
450	270	280	289	299	309	319	329	338	348	358	368
500	285	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383
550	301	311	320	330	340	350	360	369	379	389	399
600	316	326	336	346	356	365	375	385	395	404	414
650	332	342	351	361	371	381	391	400	410	420	430
700	347	357	367	377	387	396	406	416	426	435	445
750	363	373	382	392	402	412	422	431	441	451	461
800	378	388	398	408	418	427	437	447	457	466	476
850	394	404	413	423	433	443	453	462	472	482	492
900	409	419	429	439	449	458	468	478	488	497	507
950	425	435	444	454	464	474	484	493	503	513	523
1000	440	450	460	470	480	489	499	509	519	528	538
1050	456	466	475	485	495	505	515	524	534	544	554
1100	471	481	491	501	511	520	530	540	550	559	569

Os mapas com as isolinhas da DFM para abacateiros no Estado de São Paulo para as variedades de maturação precoce, de maturação de meia-estação e de maturação tardia, indicando as diferentes zonas climáticas de maturação do abacate são apresentadas nas Figuras 1,2 e 3, respectivamente.

As zonas de maturação obtidas neste trabalho (Figuras 1, 2 e 3) diferem substancialmente daquelas determinadas por MONTENEGRO (1956) e apresentadas na Figura 1, principalmente nas regiões compreendidas pelas Zonas de Ribeirão Preto e de Limeira. Nessas zonas estão inseridas regiões com características climáticas bastante distintas, como Franca, com temperatura média anual de 20,1°C, e Votuporanga, com temperatura média anual de 23,5°C, ambas pertencentes à Zona de Ribeirão Preto. O mesmo fato ocorre com Adamantina, com temperatura média anual de 23,1°C, e Mococa, com temperatura média anual de 21,8°C, ambas inseridas na Zona de Limeira.

O método aqui utilizado permitiu identificar com mais detalhes diferenças não captadas no zoneamento de MONTENEGRO (1956).



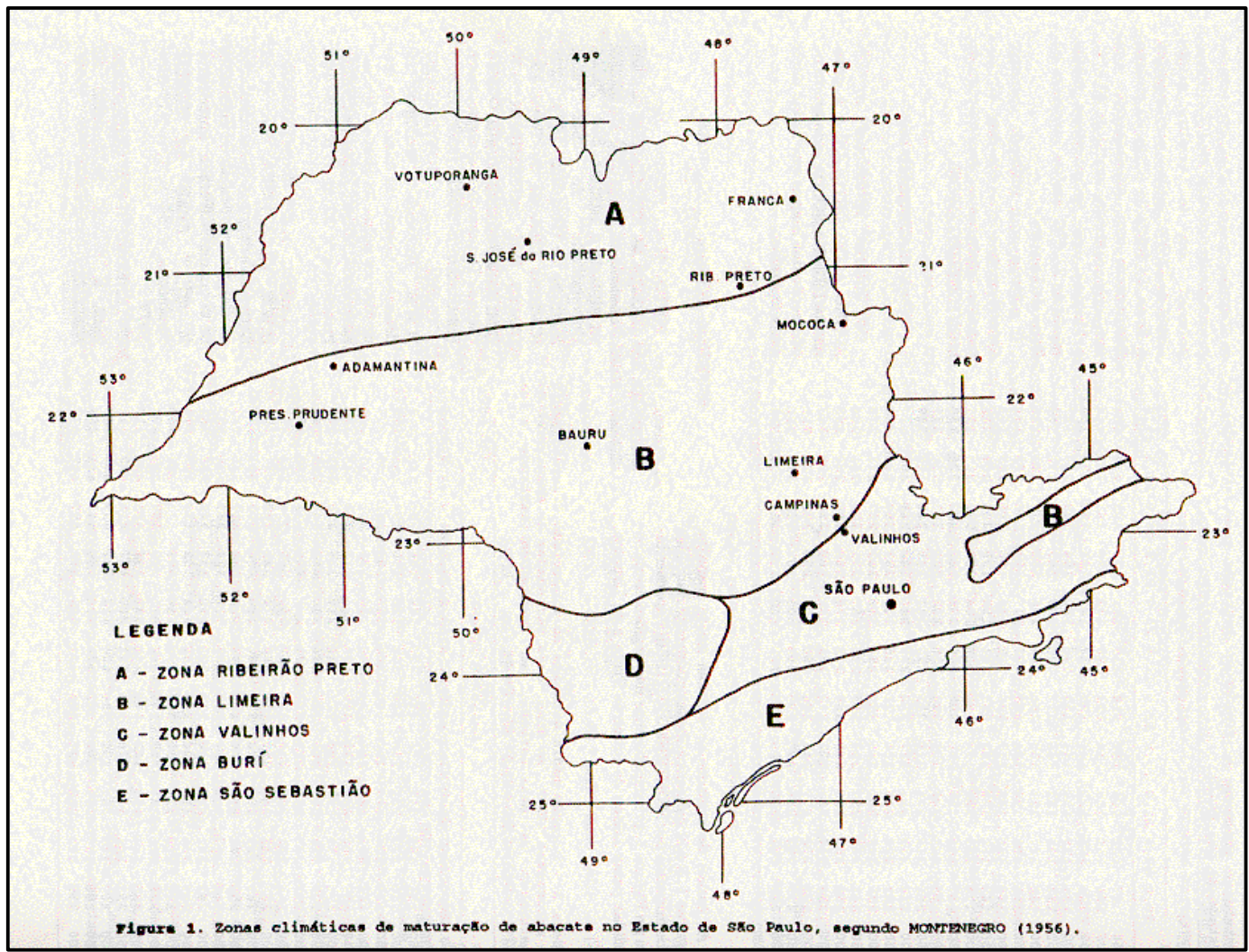


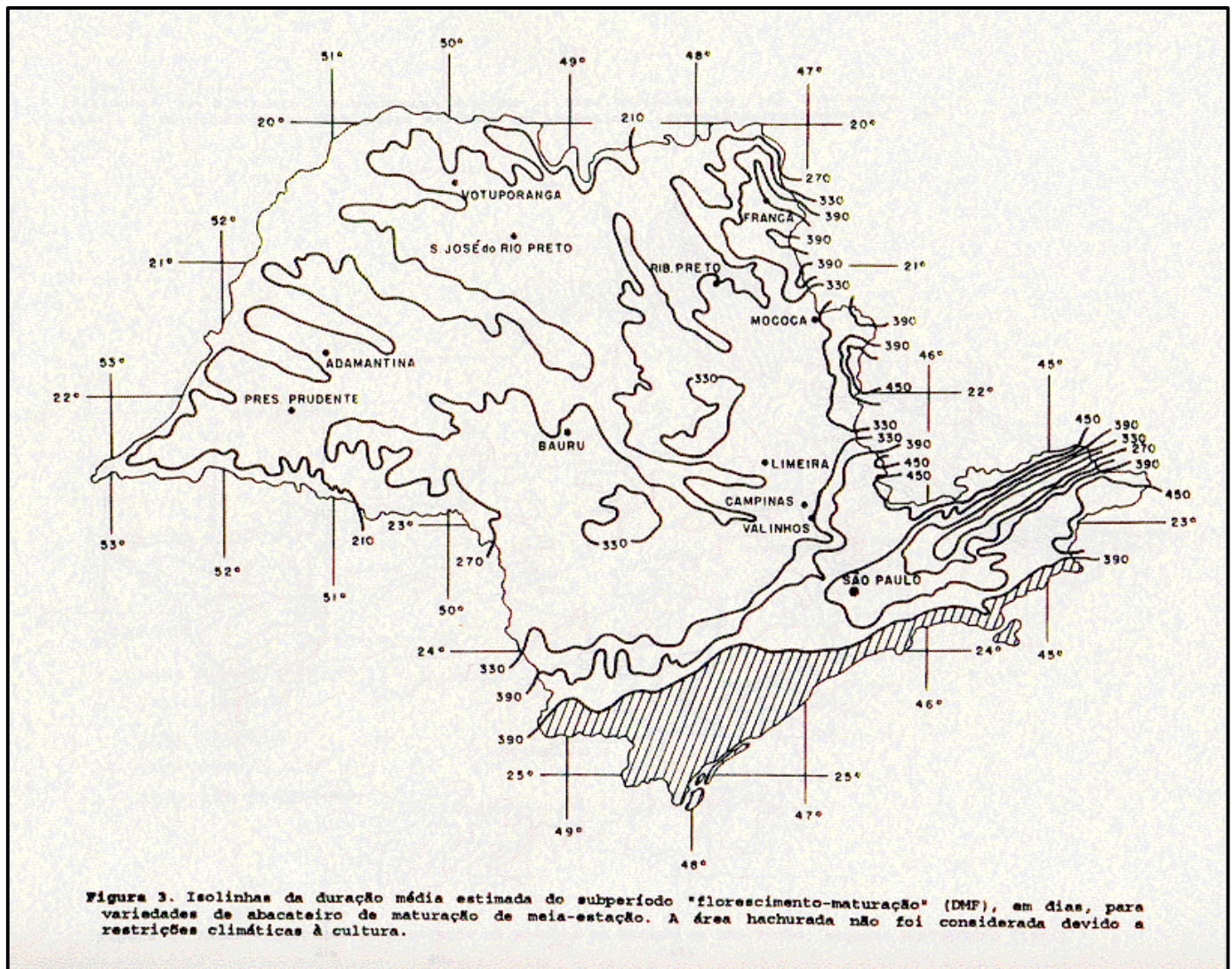
Figura 1. Zonas climáticas de maturação de abacate no Estado de São Paulo, segundo MONTENEGRO (1956).





Figura 2. Isolinhas da duração média estimada do subperíodo "florescimento-maturação" (DMF), em dias, para variedades de abacateiro de maturação precoce. A área hachurada não foi considerada devido a restrições climáticas à cultura.





## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. ALTINO ALDO ORTOLANI e à desenhista LILIANA SOLHA pela ajuda na confecção dos mapas que fazem parte deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R., PINTO, H.S., PEDRO JR., M.J. Estimativa das normais de temperaturas médias mensal e anual do Estado de Goiás (BR) em função de altitude e latitude. São Paulo, Universidade de São Paulo Instituto de Geografia, 1974. 32 p. (Caderno Ciências da Terra, 45).

- HOLMES, R.M., ROBERTSON, G.W. **Heat units and crop growth**. Ottawa, Canada Department of Agriculture. Publication n. 1042, 1959. 35 p.
- LUCCHESI, A.A., MONTENEGRO, H.W.S. Influência ecológica no desenvolvimento do fruto e no teor de óleo na polpa do abacate (*Persea americana*, Miller). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 32, n. 1, p. 419-447. 1975.
- LUCCHESI, A.A.; MONTENEGRO, H.W.S. VILLA NOVA, N.A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados no ciclo de frutificação de cultivares de abacateiros (*Persea americana*, Miller). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 34, n. 1, p. 317-325, 1977.
- MONTENEGRO, H.W.S. **Contribuição para o estudo pomológico do abacateiro**. Piracicaba: USP, 1956. 92 p. Tese (Livre Docência) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1956.
- PEDRO JR., M. J.; MELLO, M. H. A.; ORTOLANI, A. et al. **Estimativa das temperaturas médias mensais das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo. Campinas**. Instituto Agrônomo, 11 p., 1991 (Boletim Técnico n. 142).
- PEREIRA, A.R., ORTOLANI, A.A., PINTO, H.S. et al. Análise de regressão como subsídio ao desenvolvimento das cartas de isotermas e isoietas. **Revista Geográfica**, São Paulo, v. 78, n. 1, p. 115-130, 1973.
- PINTO, H.S., ORTOLANI, A.A., ALFONSI, R.R. **Estimativa das temperaturas médias mensais no Estado de São Paulo, em função de altitude e latitude**. São Paulo, Universidade de São Paulo - Instituto de Geografia, 1972. 20 p. (Caderno de Ciências da Terra, 23).
- PLATT, R.G. Climatic zones of avocado maturity in California. **Yearbook of California Avocado Society**, Riverside, 1974-75, 5 p.
- PRALORAN, J.C. Le climat des aires d'origine des avocatiers. **Fruits**, Paris, v. 25, n. 7-8, p. 543-557, 1970.
- SOARES, N.B., TEÓFILO SOBRINHO, J. Épocas e períodos de florescimento de 23 variedades de abacateiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1981, Recife, PE. **Anais...**, Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. p. 9-13.