

ÍNDICES-LIMITE DO CLIMA PARA O CULTIVO DA ACEROLA¹

ANTÔNIO HERIBERTO DE CASTRO TEIXEIRA² e PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO³

RESUMO - Com base nos balanços hídricos climáticos, obtidos pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), para 125 mm de retenção de água no solo, das regiões de origem e de cultivo comercial da acerola (*Malpighia glabra* L.), foram estabelecidos os índices-limite do clima para o cultivo da espécie. Como fator térmico, considerou-se a faixa de temperatura entre 25°C e 27°C como ótima ao desenvolvimento e produtividade da aceroleira, podendo a planta ser cultivada comercialmente em regiões com temperatura média igual ou superior a 20°C e uma temperatura média do mês mais frio maior ou igual a 14°C. Satisfeitas as exigências térmicas, uma maior disponibilidade hídrica proporciona maior produção de ácido ascórbico pela planta, até um certo limite, a partir do qual o excesso hídrico é prejudicial. O limite superior de precipitação média anual foi estabelecido em 2.000 mm na região de dispersão natural, correspondente a um índice hídrico anual (Ih) ou um excedente hídrico anual (Ea) de 55 e 800 mm, respectivamente. Por outro lado, estabeleceu-se o limite inferior de umidade em 1.200 mm na região de dispersão natural, que corresponde a um índice hídrico ou a uma deficiência hídrica (Da) anuais de -15 e 400 mm, respectivamente.

Termos para indexação: balanço hídrico, fator térmico, excesso hídrico, deficiência hídrica.

CLIMATE LIMIT-INDEXES FOR THE ACEROLA CROP GROWTH

ABSTRACT - Based on the climatic water balance data, according to the method of Thornthwaite and Mather (1955), for a 125 mm soil moisture capacity, from both the region of natural dispersion and areas of commercial production of the acerola (*Malpighia glabra* L.) crop, climate limit-indexes for the crop growth were defined. As a thermal factor for an optimum crop development and productivity, it was considered a temperature between 25°C and 27°C, with the plant being able to be commercially grown in regions with annual average temperature equal or greater than 20°C and an average temperature in the coldest month around 14°C. Once the thermal requirements are satisfied, a higher water availability provides a higher ascorbic acid content in the fruits, up to a limit above which the water excess is harmful. This humidity upper limit was established as 2,000 mm of annual rainfall in the regions of natural dispersion, corresponding to an annual hydric index (Hi) or an annual hydric excess (He) of 55 and 800 mm, respectively. Otherwise, the lower humidity limit was established as 1,200 mm, corresponding to an annual hydric index or an annual hydric deficiency (Hd) of -15 and 400 mm, respectively.

Index terms: hydric balance, thermal factor, hydric excess, hydric deficiency.

¹ Aceito para publicação em 29 de setembro de 1995.

² Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), BR 428, km 152, Zona Rural, CEP 58109-970 Petrolina, PE.

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Adjunto do DCA/CCT/UFPB, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970 Campina Grande, PB.

INTRODUÇÃO

A cultura da acerola despertou profundo interesse após a descoberta do seu elevado teor em ácido ascórbico (vitamina C) - em torno de 1.500 a 4.600 mg por 100 g de suco.

Segundo Moscoso (1956), não se sabe com exatidão a origem da espécie. Entretanto, pode-se ad-

mitir que, tendo sido encontrada vegetando espontaneamente na região do Caribe, no norte da América do Sul, na América Central e nas Índias Ocidentais, à época do descobrimento da América, essa seja a sua área de origem e de dispersão natural. A radiação solar influencia bastante a produção de ácido ascórbico pela planta. O aumento da quantidade deste ácido foi observado em frutos de várias espécies vegetais, expostos diretamente à luz solar e em plantas sob altas intensidades luminosas (Murphy, 1939; Harding et al., 1939; Winston, 1947; Brown, 1955; Malavolta et al., 1956).

Nakasone et al. (1966), no Havaí, analisaram o efeito da radiação solar no conteúdo de ácido ascórbico nos frutos de plantas de acerola sob cinco níveis de luminosidade. A redução do teor do ácido nas plantas com 75% de sombreamento foi de aproximadamente 17%, quando comparadas com as que não sofreram restrição de luz solar no mesmo período.

Em Porto Rico, os estudos com 10 clones selecionados, realizados por Jackson & Pennock (1958), mostraram que as safras mais longas e mais produtivas, totalizando 96% da produção anual de frutos, ocorreram durante os meses de maio a outubro, inclusive. Este período coincide com os meses mais quentes e de chuvas mais intensas na região estudada. O menor período de produção, em torno de uma semana, foi em fevereiro, que é um mês relativamente frio, quando a produção foi apenas 4% da anual. Por outro lado, Stahl et al. (1955) recomendam, na Flórida (USA), os meses mais quentes, de março a outubro, como os de melhores resultados na propagação de estacas de *Malpighia*, confirmando o pico de produção de frutos no mês de junho.

Temperaturas médias anuais em torno de 25°C a 27°C são consideradas ideais para o cultivo da acerola. Quando a planta alcança a idade adulta, sua folhagem persistente resiste a temperaturas inferiores a 0°C. Há informações de que a acerola cultivada nas regiões Sudeste e Sul do Brasil resistiu à geadas. No clima mesotérmico de Limeira, São Paulo, prospera bem e tem resistido, por curtos períodos, a temperaturas inferiores a 2°C e a geadas leves (Couceiro, 1981).

Em Porto Rico foi observado que a acerola, quando cultivada próximo ao nível do mar, se desenvol-

ve melhor do que em elevadas altitudes. Não se acredita que qualquer um dos clones selecionados resista à temperaturas inferiores àquelas que ocorrem na porção central da Flórida, durante o inverno normal (Moscoso, 1956). Asenjo (1959) aponta como uma provável causa do baixo conteúdo de ácido ascórbico das acerolas da Guatemala (Tabelas 1 e 3), a elevada altitude. Todos os frutos com alto teor do ácido são encontrados em regiões que não ultrapassam 1.000 m de altitude.

Conforme Simão (1971), durante o período seco e frio a planta permanece estacionária, porém, quando a temperatura se eleva e as precipitações ocorrem, a vegetação e o florescimento se mantêm de modo quase contínuo.

Na Flórida, a planta de acerola é considerada como de elevada resistência à seca, porém de pouca resistência ao frio, só podendo ser cultivada mais para o norte da península, sob condições controladas de temperatura (Ledin, 1958). Em regiões com baixa pluviosidade a planta fica caduca e verde somente na estação chuvosa, como na Península de Guajira, na Colômbia (Rieger, 1976). A espécie prospera melhor nas zonas de dispersão natural onde ocorre uma quantidade anual média de precipitação em torno de 1.800 mm. Quando a pluviosidade é mais abundante, os frutos são mais frágeis e de qualidade inferior. Obtêm-se também bons resultados

TABELA 1. Teor de ácido ascórbico em acerolas maduras de alguns países.

Perquisador e data	País de origem	mg/100 g
Asenjo & de Gusmán (1945)	Porto Rico	1707
Vieta et al. (1946)	Cuba	957
Mustard (1946)	Flórida	1996
Jaffe et al. (1950)	Venezuela	1130
Munsel et al. (1950)	Guatemala	15
Munsel et al. (1950)	Guatemala	16
Cravioto (1951)	México	2520
Cravioto (1951)	México	125
Gusmán (1956)	Guatemala	26
Floch et al. (1955)	Guiana Francesa	5600
Asenjo (1956)	Haiti	1180
Massieu et al. (1956)	México	1900
Asenjo & Antamaria (1957)	Colômbia	1100
Fitting & Miller (1957)	Havaí	1233

Fonte: Asenjo (1959).

sob uma precipitação anual de 1.200 mm, porém os rendimentos são inferiores, preferindo-se a irrigação (Py & Fouqué, 1963).

Segundo Moscoso (1956), para temperaturas e taxas de evaporação similares àquelas que ocorrem em Porto Rico, uma média anual de 1.800 mm de chuva, bem distribuída, promove uma boa produção de ácido ascórbico. Simão (1971) também afirma que chuvas excessivas provocam a formação de frutos aquosos, menos ricos em açúcares e vitamina C.

Regiões com elevada pluviosidade proporcionam ainda o aparecimento de doenças fúngicas. A Cercosporiose (*Cercospora bunchosia*) ocorre na Flórida e no Havai. Neste último, a ocorrência desse tipo de doença foi observada na região de Punta, onde a precipitação anual atinge 2.400 mm (Simão, 1971). Em Porto Rico ocorrem a antracnose (*Colletotrichum* sp.) e a verrugose. Esta última causada por um fungo do gênero *Sphaceloma*, nos períodos mais úmidos (Couceiro, 1981).

O presente trabalho objetivou a determinação dos índices-limite do clima para o cultivo comercial da acerola, com base nas exigências térmicas e hídricas obtidas por meio de análises das condições climáticas das regiões de origem e de cultivo comercial da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Analisaram-se as exigências climáticas da espécie com base na literatura disponível. Com os dados pluviométricos (P) e termométricos (T) mensais das localidades representativas da região de origem e, particularmente, das áreas de cultivo comercial foram preparados os balanços hídricos segundo Thornthwaite & Mather (1955), para uma capacidade de retenção de água pelo solo de 125 mm. Esses dados foram obtidos do Mitchell & Ensign (1928); Weather Bureau (1962); Rudloff (1981); Muller (1982) e Nascimento & Gomes Pereira (1988).

Os termos do balanço hídrico, segundo Thornthwaite & Mather (1955), foram obtidos da seguinte forma:

Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial (EP), em mm/mês, foi calculada pela expressão:

$$EP_i = 4,42 \times 10^{-2} D_i N_i (10T_i / I)^a \quad (1)$$

onde D_i é o número de dias do mês i ; $N_i = 2 \arccos(-\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta) / 15$ é a duração efetiva do dia de ordem 15 do mês i , sendo ϕ a latitude local e $\delta = 23,45^\circ \operatorname{sen}[360(284 + d) / 365]$ a declinação do Sol e d o número de ordem, no ano, do dia considerado; T_i é a temperatura média do mês i ; I é o índice anual de calor dado por:

$$I = \sum_{i=1}^{i=12} \left(\frac{T_i}{5} \right)^{1,514} \quad (2)$$

e a é uma função cúbica de I expressa por:

$$a = 0,49 + 1,79 \times 10^{-2} I - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 6,75 \times 10^{-7} I^3 \quad (3)$$

Evapotranspiração real

A evapotranspiração real (ER) foi obtida como segue:
1. A partir do primeiro mês em que houve água potencialmente perdida, isto é, $P_p = (P - EP) < 0$, tem-se:

$$(ER)_i = P_i + |\Delta As|_i \quad (4)$$

onde $|\Delta As|$ é o valor absoluto da variação mensal da quantidade de água armazenada no solo $\Delta As = As_i - As_{i-1}$. No mês $(i-1)$, isto é, último mês em que $P - EP > 0$, o armazenamento de água no solo As corresponde à lâmina máxima de armazenamento. A partir do mês i , o solo começa a perder água e o armazenamento decresce exponencialmente com P_p de acordo com a expressão:

$$As_i = A e^{(B/A) P_p i} \quad (5)$$

onde A e B correspondem, respectivamente, à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente.

2. A partir do mês k em que se reinicia a reposição da água no solo, $P - EP \geq 0$, tem-se:

$$ER_k = EP_k \quad (6)$$

$$As_k = (P - EP)_k + As_{k-1} \quad (7)$$

Deficiência hídrica

A deficiência hídrica anual (D_a) é dada pela soma das deficiências hídricas mensais, ou seja :

$$D_a = \sum_{i=1}^{i=12} (EP - ER)_i \quad (8)$$

Excedente hídrico

O excedente hídrico anual (E_a) é dado pela soma dos excedentes hídricos mensais, isto é:

$$E_a = \sum_{i=1}^{i=12} [(P - EP) - \Delta A_s + D]_i \quad (9)$$

De posse dos valores da deficiência hídrica anual (D_a), do excedente hídrico anual (E_a) e da evapotranspiração potencial anual (EP_a), calculou-se o índice hídrico anual de Thornthwaite (1948) (I_h), dado por:

$$I_h = (100 E_a - 60 D_a) / EP_a \quad (10)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fator térmico

De acordo com os dados de temperatura média do ar, registrados nas regiões de dispersão natural da espécie, percebe-se a predominância de médias anuais em torno de 25°C a 27°C (Tabelas 2 e 3).

A planta foi introduzida comercialmente em locais de clima subtropical, onde, pelo efeito das latitudes mais elevadas, têm-se temperaturas inferiores àquelas registradas nas regiões de origem, como no sul e na parte central da Flórida (USA), no Havaí, e até mesmo no Estado de São Paulo, especialmente na cidade de Limeira, onde há mais de 50 anos comercializam-se mudas da espécie (Tabelas 4 e 5). Nesses locais verificam-se normais de temperatura média anual próximas de 20°C, porém nunca inferiores a esse valor, quando constatado um alto conteúdo de vitamina C nos frutos. A tendência para esse valor limite de temperatura acontece, por exemplo, em Gainesville (Tabela 4), na porção central da Flórida e em Limeira, SP (Tabela 5).

Os frutos de acerola produzidos na cidade de Guatemala, na Guatemala (América Central), apresentaram um teor em ácido ascórbico bem inferior, quando comparados com os de outras localidades das regiões de dispersão natural da espécie, com altitudes inferiores (Tabela 1). Nessas regiões, as localidades com mais de 1.000 m de altitude apresentam normais de temperatura média anual inferiores a 20°C (Tabelas 1 e 3).

Observando-se as normais de temperatura média mensal do ar para a localidade de Gainesville, na porção central da Flórida (Tabela 4), verifica-se um valor de 14,3°C para o mês mais frio do ano. Portanto, com respeito ao fator térmico, podem ser utilizados como índice-limite do clima, a normal de temperatura média anual de 20°C e a normal de temperatura média mensal do mês mais frio de 14°C, como critério para adaptação comercial da espécie. Nas regiões sem restrições térmicas, entretanto, localidades com temperaturas mais elevadas, juntamente com maiores disponibilidades de radiação solar, apresentam um maior potencial para produção de vitamina C através do cultivo da acerola, uma vez satisfeitos os requerimentos hídricos.

O fator hídrico

Pela análise dos balanços hídricos efetuados com os dados climáticos das regiões de dispersão natural e de cultivo comercial (Tabelas 2 a 5), percebe-se que a planta de acerola é muito resistente à seca, suportando períodos com acentuadas deficiências hídricas, desde que satisfeitas as exigências térmicas da planta. Uma maior disponibilidade hídrica proporciona uma maior produção de ácido ascórbico pela planta, até certo limite, quando o excesso passa a ser prejudicial. Considerando-se as taxas de evapotranspiração similares às que prevalecem em Porto Rico (Tabela 2), a espécie prospera bem na faixa de 1.200 a 2.000 mm anuais de precipitação.

Percebe-se, então, que os índices-limite relativos ao fator hídrico podem ser obtidos pela análise dos elementos dos balanços hídricos das localidades de Porto Rico com normais anuais de precipitação de 1.200 mm, abaixo da qual haveria restrição de umidade edáfica, e de mais de 2.000 mm, onde o excesso hídrico seria prejudicial à produção de vitamina C.

TABELA 2. Médias mensais de temperatura (T), precipitação pluvial (P), evapotranspiração potencial (EP), excesso hídrico (E) e deficiência hídrica (D) pelo método de "Thornthwaite & Mather-1955" (125 mm) de algumas localidades de Porto Rico.

Parâmetros	Meses												Ano
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Ponce/P. Rico, Lat. 18°01'N, Long. 66°37'W													
T (°C)	24,5	24,3	24,8	25,7	26,5	27,2	27,5	27,6	27,4	27,1	26,3	25,3	26,2
P (mm)	21,8	27,2	15,5	57,9	114,0	89,2	69,6	119,0	150,6	134,9	94,0	34,0	927,7
EP (mm)	97,0	88,0	109,0	125,0	150,0	155,0	162,0	158,0	147,0	143,0	123,0	108,0	1565,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D (mm)	75,0	60,0	94,0	67,0	36,0	66,0	92,0	39,0	0,0	8,0	29,0	72,0	637,0
Aguirre/P. Rico, Lat. 18°03'N, Long. 66°14'W													
T (°C)	25,0	24,9	25,3	26,1	26,9	27,6	27,9	28,0	27,9	27,6	26,9	25,8	26,7
P (mm)	27,2	32,8	19,3	60,2	125,5	120,0	105,9	134,0	150,6	146,6	110,7	53,3	1086,1
EP (mm)	103,0	94,0	115,0	131,0	154,0	158,0	165,0	161,0	150,0	146,0	130,0	114,0	1621,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D (mm)	75,0	61,0	96,0	71,0	29,0	38,0	59,0	27,0	0,0	0,0	19,0	61,0	535,0
Juana D./P. Rico, Lat. 18°03'N, Long. 66°31'W													
T (°C)	24,7	24,6	25,0	25,7	26,4	27,1	27,5	27,1	27,1	26,8	26,2	25,4	26,2
P (mm)	31,0	38,6	24,1	67,1	127,0	98,8	89,2	141,2	203,2	174,0	114,3	50,8	1159,3
EP (mm)	100,0	91,0	112,0	125,0	147,0	155,0	162,0	158,0	144,0	140,0	121,0	109,0	1564,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D (mm)	45,0	40,0	78,0	54,0	19,0	54,0	71,0	17,0	0,0	0,0	2,0	25,0	405,0
San Juan/P. Rico, Lat. 18°28'N, Long. 66°06'W													
T (°C)	23,9	23,9	24,4	25,0	26,0	26,6	26,7	27,1	27,1	26,8	25,9	24,8	25,7
P (mm)	31,0	38,6	24,1	67,1	127,0	98,8	89,2	141,2	203,2	174,0	114,3	50,8	1159,3
EP (mm)	90,0	84,0	105,0	115,0	140,0	148,0	155,0	155,0	144,0	140,0	117,0	102,0	1495,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D (mm)	0,0	1,0	14,0	7,0	21,0	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	49,0
Humacao/P. Rico, Lat. 18°09'N, Long. 65°50'W													
T (°C)	22,8	23,0	23,9	25,1	26,0	26,8	26,8	26,8	26,6	26,0	24,8	23,4	25,2
P (mm)	107,4	83,8	72,9	132,6	260,6	242,1	240,1	219,7	276,1	253,0	207,3	142,0	2237,6
EP (mm)	79,0	76,0	99,0	118,0	141,0	152,0	156,0	151,0	138,0	128,0	102,0	85,0	1425,0
E (mm)	0,0	8,0	0,0	0,0	110,0	90,0	84,0	69,0	138,0	125,0	105,0	57,0	786,0
D (mm)	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0

TABELA 3. Médias mensais de temperatura (T), precipitação pluvial (P), evapotranspiração potencial (EP), excedente hídrico (E) e deficiência hídrica (D) pelo método de "Thornthwaite & Mather - 1955" (125 mm) de algumas localidades das Índias Ocidentais e da América Central.

Parâmetros	Meses												Ano
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
S. Doming./R.D., Lat. 18°29'W, Long. 69°54'W, Alt. 14 m													
T (°C)	23,9	24,0	24,5	25,3	25,9	26,5	26,7	27,0	26,8	26,4	26,9	24,6	25,7
P (mm)	47,0	45,0	45,0	65,0	190,0	175,0	158,0	147,0	168,0	165,0	113,0	67,0	1385,0
EP (mm)	90,0	85,0	106,0	120,0	138,0	148,0	155,0	151,0	141,0	134,0	130,0	99,0	1497,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	0,0	0,0	29,0
D (mm)	19,0	23,0	45,0	45,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	7,0	141,0
Piarco/Trinidad, Lat. 10°37'N, Long. 61°21'W, Alt. 14 m													
T (°C)	24,5	24,7	25,4	26,3	26,6	26,1	25,9	26,1	26,2	25,9	25,4	24,8	25,7
P (mm)	77,0	61,0	27,0	71,0	129,0	269,0	243,0	213,0	144,0	151,0	212,0	153,4	1750,4
EP (mm)	102,0	97,0	121,0	135,0	146,0	135,0	136,0	137,0	131,0	128,0	113,0	106,0	1487,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	107,0	76,0	13,0	23,0	99,0	47,0	393,0
D (mm)	2,0	11,0	53,0	50,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	130,0
C. Guatemala/G., Lat. 15°29'N, Long. 90°16'W, Alt. 1.300 m													
T (°C)	16,3	17,0	18,4	19,5	19,6	18,7	18,5	18,7	18,3	17,7	16,7	16,3	18,0
P (mm)	3,0	2,0	7,0	19,0	141,0	265,0	211,0	187,0	257,0	159,0	23,0	7,0	1281,0
EP (mm)	54,0	54,0	71,0	80,0	85,0	77,0	77,0	77,0	69,0	65,0	55,0	53,0	817,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	130,0	134,0	110,0	188,0	94,0	0,0	0,0	656,0
D (mm)	29,0	36,0	53,0	54,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	16,0	192,0
Balboa/Panamá, Lat. 08°57'N, Long. 79°33'W, Alt. 37 m													
T (°C)	26,6	26,9	27,6	27,9	27,2	26,8	26,9	26,8	26,6	26,2	26,2	26,6	26,9
P (mm)	30,0	16,0	17,0	76,0	198,0	203,0	183,0	190,0	193,0	254,0	249,0	130,0	1747,0
EP (mm)	136,0	127,0	150,0	151,0	152,0	145,0	149,0	147,0	137,0	130,0	124,0	135,0	1683,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	43,0	56,0	124,0	125,0	0,0	365,0
D (mm)	33,0	79,0	118,0	71,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	301,0
Belize/Belize, Lat. 17°31'N, Long. 88°11'W, Alt. 125 m													
T (°C)	23,3	23,8	25,0	26,6	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	25,6	23,8	23,3	25,6
P (mm)	137,0	62,0	38,0	56,0	109,0	198,0	163,0	170,0	244,0	305,0	226,0	186,0	1893,0
EP (mm)	83,0	83,0	114,0	141,0	157,0	154,0	158,0	154,0	144,0	121,0	88,0	83,0	1480,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	184,0	138,0	485,0	485,0
D (mm)	0,0	2,0	20,0	57,0	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	126,0

TABELA 4. Médias mensais de temperatura (T), precipitação pluvial (P), evapotranspiração potencial (EP), excedente hídrico (E) e deficiência hídrica (D) pelo método de "Thornthwaite & Mather - 1955" (125 mm) de algumas localidades do Havai, do México e da Flórida.

Parâmetros	Meses												Ano
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Honolulu/Havaf., Lat. 21°19'N, Long. 157°52'W, Alt. 10 m													
T (°C)	22,5	21,9	22,2	22,8	23,9	24,7	25,3	25,9	25,9	25,0	23,9	23,0	23,9
P (mm)	104,0	66,0	78,0	48,0	25,0	18,0	23,0	28,0	36,0	48,0	64,0	104,0	642,0
EP (mm)	79,0	69,0	83,0	92,0	113,0	123,0	135,0	140,0	130,0	115,0	93,0	84,0	1256,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D (mm)	0,0	3,0	3,0	31,0	73,0	96,0	109,0	110,0	93,0	67,0	29,0	0,0	614,0
Mérida/México, Lat. 20°58'N, Long. 57°52'W, Alt. 22 m													
T (°C)	23,0	23,8	25,6	27,1	27,8	27,7	27,3	27,4	27,1	25,9	24,2	23,0	25,8
P (mm)	31,0	24,0	17,0	21,0	83,0	134,0	130,0	148,0	180,0	91,0	35,0	34,0	928,0
EP (mm)	78,0	82,0	123,0	148,0	165,0	160,0	161,0	159,0	144,0	125,0	91,0	77,0	1513,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D (mm)	43,0	54,0	103,0	126,0	81,0	26,0	31,0	11,0	0,0	26,0	46,0	38,0	585,0
Lihue/Havaf., Lat. 21°59'N, Long. 159°21'W, Alt. 45 m													
T (°C)	21,0	22,0	22,0	23,0	24,0	25,0	25,0	26,0	26,0	25,0	24,0	22,0	23,8
P (mm)	140,0	135,0	116,0	85,0	66,0	37,0	49,0	62,0	53,0	102,0	115,0	132,0	1092,0
EP (mm)	65,0	70,0	81,0	95,0	115,0	128,0	131,0	142,0	131,0	115,0	94,0	74,0	1241,0
E (mm)	0,0	65,0	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
D (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	51,0	64,0	70,0	74,0	12,0	0,0	0,0	101,0
I. Cozumel/Méx., Lat. 20°31'N, Long. 86°57'W, Alt. 3 m													
T (°C)	22,9	23,3	24,5	26,0	26,9	27,2	27,2	27,2	26,8	26,0	24,8	23,4	25,5
P (mm)	87,0	63,0	48,0	53,0	141,0	200,0	112,0	152,0	243,0	234,0	111,0	109,0	1533,0
EP (mm)	78,0	77,0	107,0	133,0	155,0	156,0	160,0	156,0	141,0	127,0	100,0	83,0	1473,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	107,0	11,0	26,0	172,0
D (mm)	0,0	1,0	17,0	47,0	10,0	0,0	24,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	101,0
Gainesville/Flór., Lat. 33°40'N, Long. 97°10'W, Alt. 536,4 m													
T (°C)	14,3	14,7	17,6	20,7	23,9	26,3	26,9	27,1	26,1	22,4	16,9	14,5	20,9
P (mm)	84,0	72,9	81,5	56,0	79,0	166,9	185,9	171,7	143,5	72,1	51,8	81,8	1247,0
EP (mm)	28,0	28,0	53,0	82,0	126,0	158,0	167,0	162,0	135,0	89,0	41,0	28,0	1097,0
E (mm)	0,0	45,0	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	115,0
D (mm)	0,0	0,0	0,0	3,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	42,0	21,0

TABELA 5. Médias mensais de temperatura média (T), precipitação pluvial (P), evapotranspiração potencial (EP), excesso hídrico (E) e da deficiência hídrica pelo método de "Thornthwaite & Mather - 1955" (125 mm) de algumas localidades do Brasil.

Parâmetros	Meses												Ano
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Manaus/AM, Lat. 03°08'S, Long. 60°01'W, Alt. 48 m													
T (°C)	25,5	25,3	25,2	25,4	25,6	25,8	26,1	26,9	27,1	27,1	26,7	26,0	26,1
P (mm)	260,0	245,0	271,0	272,0	194,0	106,0	63,0	38,0	60,0	118,0	150,0	218,0	1995,0
EP (mm)	123,0	108,0	117,0	115,0	122,0	121,0	131,0	143,0	142,0	148,0	141,0	132,0	1543,0
E (mm)	119,0	136,0	154,0	156,0	72,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	637,0
D (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	69,0	69,0	27,0	0,0	0,0	187,0
Recife/PE, Lat. 08°03'S, Long. 34°55'W, Alt. 62 m													
T (°C)	26,4	26,3	26,4	26,1	25,4	24,8	24,1	24,2	24,6	25,3	25,8	26,1	25,5
P (mm)	62,3	95,3	169,5	207,2	282,4	269,2	234,9	151,5	66,3	39,3	34,8	40,7	1653,0
EP (mm)	143,0	126,0	139,0	127,0	118,0	105,0	98,0	101,0	105,0	122,0	128,0	138,0	1450,0
E (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	154,0	164,0	137,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0	506,0
D (mm)	76,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	38,0	68,0	85,0	302,0
Tietê/SP, Lat. 23°07'S, Long. 47°43'W, Alt. 538 m													
T (°C)	23,8	24,7	23,1	20,9	20,4	16,8	17,2	18,3	19,3	22,5	22,8	23,1	21,1
P (mm)	172,9	107,7	141,8	85,2	77,0	64,4	24,3	41,2	79,6	98,8	135,8	202,1	1231,0
EP (mm)	121,0	115,0	103,0	74,0	70,0	42,0	46,0	55,0	64,0	100,0	104,0	114,0	1008,0
E (mm)	0,0	0,0	32,0	11,0	7,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	88,0	176,0
D (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,0
Campinas/SP, Lat. 22°32'S, Long. 47°05'W, Alt. 663 m													
T (°C)	23,0	23,7	23,0	21,3	19,2	17,3	17,6	18,9	19,7	21,7	22,7	22,6	20,9
P (mm)	216,8	123,7	141,9	91,3	76,7	61,9	22,6	46,6	80,0	116,0	145,7	243,6	1367,0
EP (mm)	112,0	105,0	103,0	79,0	61,0	45,0	49,0	60,0	68,0	92,0	103,0	108,0	985,0
E (mm)	0,0	19,0	39,0	12,0	16,0	16,0	17,0	0,0	0,0	0,0	43,0	136,0	283,0
D (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0	6,0
Limeira/SP, Lat. 22°34'S, Long. 47°25'W, Alt. 689 m													
T (°C)	22,6	23,2	22,4	20,2	18,4	16,7	16,5	18,4	20,4	21,4	22,1	22,1	20,4
P (mm)	223,8	138,7	166,3	88,8	69,4	60,6	23,5	35,0	71,2	106,2	171,5	250,6	1406,0
EP (mm)	109,0	101,0	98,0	71,0	57,0	44,0	44,0	59,0	75,0	91,0	99,0	104,0	952,0
E (mm)	0,0	44,0	69,0	14,0	6,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,0	157,0	353,0
D (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0	11,0

Observando-se o balanço hídrico da localidade de Juana Diaz (Tabela 2), depara-se com um valor de deficiência hídrica anual de 405 mm e com um índice hídrico anual de -15,5 mm. Como a acerola é uma cultura perene, pode-se portanto, adotar os valores de $I_h = -15$ ou $D_a = 400$ mm, como índice-limite inferior às condições hídricas ideais para um bom desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, para um elevado teor de ácido ascórbico nos frutos.

A fim de medir o excesso de umidade do solo, prejudicial à produção de vitamina C, pode-se adotar o valor de $I_h = 55$ ou de $E_a = 800$ mm, já que tais excessos foram verificados, por exemplo, em Humacao (Tabela 2), sendo também confirmados em outras localidades das Índias Ocidentais onde ocorrem precipitações anuais superiores a 2.000 mm.

CONCLUSÕES

1. Do ponto de vista térmico, o cultivo comercial da aceroleira é recomendado para localidades com temperatura média anual acima de 20°C ou temperatura média do mês mais frio acima de 14°C.

2. Com relação ao cultivo em condições de sequeiro, quando a capacidade de retenção de água pelo solo for de 125 mm, exige-se que o índice hídrico anual de Thornthwaite (1948) esteja na faixa de -15 a 55 ou que as deficiências hídricas anuais não sejam superiores a 400 mm e nem os excedentes hídricos anuais sejam iguais ou superiores a 800 mm.

REFERÊNCIAS

- ASENJO, C. F. Aspectos químicos y nutritivos de la acerola (*Malpighia punicifolia* L.). *Ciência*, México, n.19, p.109-118, 1959.
- BROWN, G. B. The ascorbic acid content of tomatoes as related to illumination. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Geneva, NY, v. 68, n.65, p.342-347, 1955.
- COUCEIRO, E. M. *Curso de extensão sobre a cultura da acerola*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1981. 33p.
- HARDING, P. L.; WINSTON, J. R.; FISHER, D. F. Seasonal changes in the ascorbic acid content of juice of Florida oranges. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Geneva, NY, v.36, n.36, p.358-370, 1939.
- JACKSON, G. C.; PENNOCK, W. Fruit and vitamin C production of five and six-year-old acerola trees. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, Rio Piedras, v.42, p.196-205, 1958.
- LEDIN, R. B. *The Barbados or West Indian Cherry*. Flórida: Florida Agricultural Experiments, Station, 1958. 28p. (Bulletin, 594).
- MALAVOLTA, E.J.; GURGEL, J.T. A.; SOBRO, J.S. Ascorbic acid content in fruits of *Myrciaria glomerata* Berg. *Nature*, London, v.178, n.4530, p.424, 1956.
- MITCHELL, A. J.; ENSIGH, M. R. *The climate of Florida*. Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment Station, 1928. 300p. (Bulletin, 200).
- MOSCOSO, C. G. West Indian Cherry - Richest known source of natural vitamin C. *Economic Botany*, Rio Piedras, n.10, p.280-294, 1956.
- MULLER, M. J. *Select climate data for a global set of standard stations for vegetation science*. The Hague: W. Junk Publishers, 1982. 306 p. (Tasks for vegetation Science, 5).
- MURPHY, E. Vitamin C and light. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Geneva, NY, v.36, n.36, p.498-499, 1939.
- NAKASONE, H.Y.; MIYASHITA, R. K.; YAMANE, G. M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra* L.). *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Geneva, NY, v.49, p.161-166, 1966.
- NASCIMENTO, C. M.; GOMES PEREIRA, M. A. de M. *Atlas climatológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Fundação Cargill, 1988. 93p.
- PY, C.; FOUQUÉ, A. Les cultures fruitières de Porto Rico. *Fruits*, Paris, v.18, n.7, p.333-335, 1963.
- RIEGER, W. *Vegetationskundliche Untersuchungen auf der Guajira-Halbinsel Nord-Ost Kolumbiem*. Giessen: Geogr. Inst. Justus Lieb. Univ., 1976. 32p. (Giessener Geog. Schrift., 40).

- RUDLOFF, W. **World-climates with tables of climatic data and practical suggestions**. Stuttgart: Wissemehafdlliche, 1981. 632p.
- SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971, p.477-485.
- STAHL, A.L.; KAPLON, M.; NELSON, R. The present status and future possibilities of Barbados Cherries. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Flórida, v.68, p.138-143, 1955.
- THORNTWHAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1, p.55-94, 1948.
- THORNTWHAITE, C. W.; MATHER, J. R. The Water Balance. Publication in Climatology. **Laboratory of Climatology**, Centerton, v.8, n.1, p. 1-14, 1955.
- WEATHER BUREAU. **Decennial census of the U.S. climate. Monthly normals of temperature and precipitation of Puerto Rico and Virgin Islands**. Washington, D. C.: U.S. Government Printing Office, 1962. 3p.
- WINSTON, J. R. Vitamin C content and juice quality of exposed and shaded citrus fruits. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Geneva, NY, v.52, n.60, p.63-67, 1947.