

**POTENCIAL AGROCLIMÁTICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO PARA O CULTIVO  
DA ACEROLA<sup>1</sup>**

**AGROCLIMATIC POTENTIAL OF PERNAMBUCO STATE FOR GROWING  
ACEROLA CROP.**

Antônio Heriberto de Castro Teixeira<sup>2</sup> e Pedro Vieira de Azeveto<sup>3</sup>.

**RESUMO**

Com base nos balanços hídricos climáticos, obtidos pelo método de "THORNTHWAITE & MATHER-1955" para 125mm de retenção de água no solo, das regiões de origem e de cultivo comercial da acerola (*Malpighia glabra* L.), foram estabelecidos os índices-limite de disponibilidade climática para o cultivo da espécie. Com os valores climáticos de temperatura do ar e de precipitações mensais de 124 localidades do Estado de Pernambuco, efetuaram-se os balanços hídricos. Foi observado que não há limitação térmica em Pernambuco para o cultivo da planta. Maior conteúdo de vitamina C é obtido nas regiões mais quentes, sendo as zonas com aptidão hídrica plena subdivididas de acordo com os valores de temperatura média anual. A aptidão hídrica foi estabelecida segundo os índices hídricos anuais ( $I_h$ ). A aptidão plena foi  $-15 < I_h < 55$ ; a regular  $-25 < I_h < -15$ ; a restrita  $I_h > 55$  e a com inaptidão  $I_h < -25$ . Com irrigação esta faixa poderá apresentar plena aptidão climática para o cultivo da acerola.

**Palavras-chave:** Acerola, Índice hídrico de Thornthwaite, vitamina C, fator térmico, índices-limite de clima.

**ABSTRACT**

---

<sup>1</sup>Extrato da Dissertação apresentada pelo primeiro autor ao Curso de Mestrado em Meteorologia do Centro de Ciências e Tecnologia-CCT da Universidade Federal da Paraíba-UFPb.

<sup>2</sup>Mestre em Meteorologia pela UFPb, Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, 56300-000, Petrolina - PE.

<sup>3</sup>PhD em Agrometeorologia. Professor adjunto do DCA/CCT/UFPb, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, 58109-970, Campina Grande - Pb.

The climatic water balances, according to the THORNTHWAITE & MATHER-1955 method for a 125mm soil moisture capacity, were used to define climatic limit-indexes for the acerola (*Malpighia glabra* L.) crop, grown in the regions of natural dispersion and in several areas of commercial crop production. Monthly climatic values of temperature and rainfall for different regions of Pernambuco state were used to obtain the water balance for 124 locations. It was observed that the state of Pernambuco has no thermal limitations to the acerola growth. However, higher contents of vitamin C would be obtained in the microregions with higher annual mean temperature. So, the zones with full aptitude, from the thermal aspects point of view, were subdivided into three different subzones, according to the values of their respective annual mean temperature: A1( $24^{\circ}\text{C} < T_a < 26^{\circ}\text{C}$ ); A2( $22^{\circ}\text{C} < T_a < 24^{\circ}\text{C}$ ); and A3( $20^{\circ}\text{C} < T_a < 22^{\circ}\text{C}$ ). The zones with hydroclimatic aptitude were established in accordance with the annual moisture index ( $I_h$ ) into four classes of climatic conditions for the acerola cropping in Pernambuco state, under rainfed cropping systems: A - full aptitude  $-15 < I_h < 55$ ; B - regular aptitude  $-25 < I_h < -15$ ; C - restricted aptitude  $I_h > 55$ ; and D - inaptitude  $I_h < -25$ . With irrigation this last zone may have full climatic aptitude for acerola growing.

**Key words:** Acerola, Thornthwaite moisture index, vitamin C, thermal factor, climate limit - indexes.

## INTRODUÇÃO

A acerola é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Malpighiaceae* e gênero *Malpighia*. Segundo ASENJO (1959), este gênero possui cerca de 30 espécies de arbustos e pequenas árvores das Américas tropical e subtropical, encontradas em seu estado natural nas Antilhas. Em Porto Rico, pesquisadores do Departamento de Genética da Estação Experimental de Rio Piedras classificaram a cereja das Antilhas como uma planta híbrida das espécies *Malpighia puniceifolia* e *Malpighia glabra* (SIMÃO, 1971).

Ainda segundo SIMÃO (1971), as variedades de acerola classificam-se em doces e ácidas, de acordo com o teor de ácido ascórbico. Alguns clones estudados por ARÓSTEGUI *et al* (1955) apresentaram frutos altamente suculentos (73% do peso do fruto) e com um teor de ácido ascórbico variando entre 1325 e 2250mg/100ml de suco.

Nos últimos anos a acerola vem despertando grande interesse pelo seu elevado teor de ácido ascórbico (vitamina C), em torno de 1500 a 4600mg/100g de suco. O cultivo da acerola vem sendo incentivado em várias regiões tropicais e sub-tropicais do continente americano, principalmente no sul da Flórida (USA), no México, na América Central, nas Índias Ocidentais e no norte da América do Sul. Mais recentemente, seu

cultivo vem sendo muito difundido na faixa tropical do Brasil.

Não se tem certeza da origem exata dessa espécie. Sabe-se porém, que foi encontrada vegetando espontaneamente na região das Antilhas, quando da descoberta do Novo Mundo. Era utilizada pelos nativos daquela região em suas viagens, disseminando-a de ilha em ilha. A disseminação pode também ter sido feita pelos pássaros e outros animais frugívoros. Atualmente, tem-se como certo que a sua região de origem se estendia a outros países da América Central e do norte da América do Sul.

Nas regiões onde a acerola pode ser cultivada, o que mais contribui para a sua disseminação é a alta produtividade da planta e a sua contínua frutificação. Devido à natureza altamente perecível do fruto, a acerola não alcança alto valor comercial como fruta fresca. No entanto, os produtos dela obtidos, tanto os caseiros quanto os industriais, têm aceitação crescente, conservando bem o conteúdo de vitamina C (SANCHEZ-NIEVA, 1955; MOSCOSO, 1956; LEDIN, 1958; AHMED, 1959).

O elevado custo das colheitas, nas regiões de mão-de-obra mais cara, face à forma peculiar de frutificação da planta, é também um problema; porém países como Porto Rico, Cuba, Havaí e Japão, processam os frutos da acerola. Em Porto Rico estabeleceram-se grandes pomares e, cada vez mais industriais de sucos e conserva, vêm se interessando pela atividade. Uma grande indústria daquele país, a "Acerola Processing Co", processa frutos de acerola, vendendo os produtos a outras indústrias que os utilizam para enriquecer, de vitamina C natural, os sucos de outros frutos. Um terço desses sucos e alimentos enriquecidos é exportado para os Estados Unidos, Alemanha e Japão; os dois terços restantes são consumidos localmente (PY & FOUQUÊ, 1963).

A acerola é uma planta tropical muito resistente à seca. Em áreas de baixa pluviosidade, a planta pode apresentar comportamento caducifólio na estação seca, como na Península de Guajira, na Colômbia (RIEGER, 1976). NAKASONE *et al* (1966), no Havaí, analisaram o efeito da radiação solar no conteúdo de ácido ascórbico de frutos de plantas de acerola desenvolvidas em 5 níveis de intensidade de radiação solar. Verificaram um decréscimo do teor daquele ácido com o decréscimo da intensidade luminosa. Um sombreamento de 75% resultou numa redução de 17% no teor de ácido ascórbico, quando comparado com o obtido em plantas expostas à radiação (sem sombreamento). Foi verificado por JACKSON & PENNOCK (1958), em Porto Rico, que os períodos mais longos de safra e também os mais produtivos, totalizando 96% da produção anual, ocorreram de maio a outubro, período correspondente aos meses mais quentes e de chuvas abundantes.

Temperaturas médias anuais em torno de 25°C a 27°C são consideradas ideais para o cultivo da acerola. Entretanto, a folhagem de plantas adultas resiste a temperaturas próximas de 0°C. No clima mesotérmico de Limeira-SP, a acerola tem resistido bem a temperaturas inferiores a 2°C e a geadas leves

(COUCEIRO, 1981). Em Porto Rico foi observado que a planta, quando cultivada próximo do nível do mar, se desenvolve melhor do que em elevadas altitudes. O baixo teor de ácido ascórbico observado na Guatemala (15 a 25 mg/ 100g de suco) foi atribuído, por ASENJO (1959), às baixas temperaturas que ocorrem nas altitudes elevadas, acima de 1000m.

Segundo MOSCOSO (1956), chuvas em torno de 1800mm anuais ou taxas de evapotranspiração equivalentes às de Porto Rico, como ocorre em média nas regiões de dispersão natural, são necessárias para a produção de um maior número de frutos de boa qualidade. Todavia, chuvas excessivas causam a formação de frutos aquosos mais perecíveis, menos ricos em açúcares e vitamina C (SIMÃO, 1971). Por outro lado, precipitação pluviométrica insuficiente causa a produção de frutos pequenos e enrugados. A planta de acerola não é exigente do ponto de vista de solos, mas em Porto Rico, os solos pesados são preferidos, pois apresentam menor infestação por nematóides (LEDIN, 1958; MARTY & PENNOCK, 1965; OSTENDORF, 1963; PY & FOUQUÊ, 1963).

Segundo a literatura e de acordo com a análise dos balanços hídricos da região de origem, a espécie prospera melhor onde ocorrem totais anuais de precipitação em torno de 1800mm e temperaturas médias anuais entre 25°C e 27°C, com elevada produção de frutos de bom tamanho e ricos em vitamina C. Por um lado, quando os totais anuais vão além de 2000mm e não há boa drenagem no solo, os frutos tornam-se aquosos, mais frágeis, menos ricos em açúcares, sendo, portanto, de qualidade inferior. Por outro lado, totais anuais de precipitação inferiores a 1200mm conduzem à produção de frutos pequenos, enrugados e com baixo teor de ácido ascórbico.

No Brasil, a cultura da acerola oferece grandes possibilidades de sucesso, devido às condições climáticas favoráveis, principalmente na parte tropical do território nacional, bem como pelo aspecto nutricional para a saúde pública, particularmente das populações economicamente mais carentes.

Este estudo objetivou determinar o potencial agroclimático das diversas microrregiões do Estado de Pernambuco para o cultivo da acerola, com base em dados de temperatura do ar e do balanço hídrico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas médias dos totais mensais de precipitação pluviométrica de 124 localidades do Estado de Pernambuco e as temperaturas médias mensais observadas ou estimadas, correspondentes. A maior parte das séries de pluviometria envolveu 30 ou mais anos consecutivos de observações. Quanto à temperatura média do ar, foram utilizadas as séries disponíveis com, pelo menos, 5 anos de observações. A temperatura foi também estimada para os locais em que se dispunha apenas de dados de precipitação, através da seguinte

expressão:

$$T_i = a + b\Phi + c\delta + dZ \quad (1)$$

onde  $T_i$  é a temperatura média do ar, no período (mês ou ano);  $\Phi$ ,  $\delta$  e  $Z$  são as coordenadas locais (latitude, longitude e altitude, respectivamente) e **a**, **b**, **c**, e **d** são os coeficientes de regressão, já determinados, mês a mês e anualmente, pelo Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPb).

Para as localidades situadas nas regiões de dispersão natural e de introdução comercial da cultura, foram utilizados os dados de temperatura e de totais pluviométricos obtidas de MITCHELL & ENSIGH (1928), WEATHER BUREAU (1962), RUDLOFF (1981), MULLER (1982) e NASCIMENTO & PERREIRA (1988).

Com base nos dados de temperatura e precipitação foram elaborados os balanços hídricos segundo o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para uma capacidade de retenção de água no solo de 125mm. Dos balanços hídricos das regiões de origem e de cultivo comercial da espécie (Figura 1), foram obtidos os **índices-limite** do clima (REIS, 1972 e 1979), os quais serviram de base para a classificação do grau de aptidão agroclimática das diversas microrregiões (Figuras 2, 3 e 4).

Como índices-limite consideraram-se os fatores térmico e hídrico, segundo CAMARGO *et al* (1974). Para a região de dispersão natural da espécie, observou-se que a faixa de temperaturas médias anuais, para o desenvolvimento ideal da cultura de acerola, é em torno de 25°C a 27°C (COUCEIRO, 1981). Nas regiões de introdução da espécie, como no sul e parte central da Florida-USA, Havaí, Limeira-SP, verificam-se normais de temperatura média anual próximas de 20°C, porém nunca inferiores a esse valor, o que compromete o teor de vitamina C. A planta suporta temperaturas baixas, próximas de 0°C e geadas leves. Maior conteúdo de ácido ascórbico é obtido quando predominam temperaturas mais elevadas. Portanto, considerou-se como limite inferior de temperatura a média anual de 20°C. O limite superior não foi fixado. Porém as médias anuais de temperatura de Pernambuco estão abaixo de 27°C.

Do ponto de vista do fator hídrico adotou-se como índice limite, além do qual a umidade torna-se excessiva, caso não haja uma boa drenagem no solo, um índice hídrico de  $I_h = 55$ , que corresponde a uma precipitação superior a 2000mm na região de origem. O limite, abaixo do qual há restrição de umidade, foi estabelecido para um índice hídrico de  $I_h = -15$  (Figura 1), que corresponde a um total anual de precipitação em torno de 1200mm na região de origem.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 1. APTIDÃO AGROCLIMÁTICA

De acordo com a distribuição espacial da temperatura média anual, o Estado de Pernambuco não apresenta limitações térmicas para o cultivo da acerola, uma vez que as médias anuais mais baixas estão em torno de 20°C. Existem, todavia, locais com maiores disponibilidades térmicas que outros, o que acarreta diferentes potenciais de produção de ácido ascórbico pela cultura. Assim sendo, as regiões com **aptidão plena** foram subdivididas, de acordo com as normais anuais de temperatura de cada local.

Com relação ao fator hídrico, considerou-se uma faixa de **aptidão plena** para valores do índice hídrico, ( $I_h$ ), maior ou igual a -15 e menor que 55. As regiões com  $I_h$  menor do que -15 e maior ou igual a -25, foram consideradas de **aptidão regular** para o cultivo da acerola em condições de sequeiro, onde a freqüente deficiência hídrica prejudicaria certas fases de desenvolvimento da planta. Isto poderia ser solucionado com o uso de irrigação suplementar nos subperíodos secos. Para locais com  $I_h$  maior ou igual a 55, considerou-se de **aptidão restrita**, devido à umidade excessiva. Neste caso e, principalmente em condições de drenagem deficiente, o teor de ácido ascórbico nos frutos seria baixo, além de favorecer à incidência de doenças, como a antracnose, a verrugose e a cercosporiose. As localidades com  $I_h$  abaixo de -25, foram classificadas como **inaptas** para o cultivo de sequeiro da acerola. Neste caso, a irrigação é imprescindível em todas as fases de desenvolvimento da cultura.

Vale ressaltar que o período mais produtivo na Florida-USA e em Porto Rico (maio a outubro), coincide com os valores mais elevados de evapotranspiração potencial e de precipitação pluviométrica. Tal coincidência não é verificada nas regiões com aptidão hídrica do Estado de Pernambuco (Figura 2), haja vista que os valores mais elevados de pluviometria ocorrem nos meses mais frios e acontecem deficiências hídricas nos meses mais quentes. Portanto, para se obter uma maior produção, aumentar o número de safras por ano e aproveitar melhor a energia térmica disponível, deve-se fazer uso da irrigação nos meses de verão, mesmo nas áreas consideradas aptas.

### 2. CARTA DE ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO

Ao se analisar a carta de aptidão agroclimática (Figura 5), deve-se considerar que a posição das isolinhas não é absolutamente fixa, já que representam valores médios. Em decorrência do comportamento irregular da atmosfera no Nordeste do Brasil, verificam-se oscilações anuais, mais ou menos acentuadas, dos

parâmetros em torno do valor médio. Assim, de um ano para outro, podem ocorrer ampliações ou reduções nas faixas de zoneamento, cujas posições médias figuram nas cartas (COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA, 1978). Nessa carta aparecem quatro faixas-limite para o cultivo da acerola em condições de sequeiro no Estado de Pernambuco :

**A - APTIDÃO PLENA:** Condições térmicas e hídricas satisfatórias, com índice hídrico variando entre -15 e 55, com as seguintes subdivisões de acordo com as disponibilidades térmicas: A1 ( $24^{\circ}\text{C} < T_a < 26^{\circ}\text{C}$ ), A2 ( $22^{\circ}\text{C} < T_a < 24^{\circ}\text{C}$ ) e A3 ( $20^{\circ}\text{C} < T_a < 22^{\circ}\text{C}$ ).

**B - APTIDÃO REGULAR:** Condições térmicas satisfatórias e moderadas limitações hídricas, com índice hídrico variando entre -25 e -15. Neste caso, irrigação suplementar faz-se necessária.

**C - APTIDÃO RESTRITA:** Condições térmicas satisfatórias e umidade demasiada, com índice hídrico igual ou superior a 55. Um sistema adequado de drenagem favorece o cultivo da acerola.

**D - INAPTIDÃO:** Condições térmicas satisfatórias, porém severas limitações hídricas, com índice hídrico anual inferior a -25. Nesta faixa o cultivo da acerola somente é economicamente possível com irrigação.

Em condições de irrigação, o cultivo da acerola no Estado de Pernambuco deve ser incentivado particularmente nos perímetros instalados nas microrregiões mais secas (Petrolina, Itaparica, Araripina e Salgueiro), as quais apresentam maiores disponibilidades térmicas, podendo-se ajustar a quantidade de água aplicada às taxas de evapotranspiração da cultura e ainda com a vantagem de uma menor ocorrência de problemas fitossanitários.

O cultivo, com sucesso, da acerola em condições de sequeiro no Estado de Pernambuco, deve ser realizado sempre que o índice hídrico anual, para uma capacidade de retenção de água no solo de 125mm, seja maior ou igual a -15 e menor do que 55. Nas regiões hidricamente aptas, o fator térmico, baseado nas normais de temperatura média anual, não constitui uma limitação ao cultivo da acerola, uma vez que as maiores altitudes do Estado não chegam a diminuir a temperatura abaixo do valor mínimo exigido pela planta ( $20^{\circ}\text{C}$ ), para a produção comercial de ácido ascórbico. Entretanto, deve-se subdividir a faixa de aptidão plena(A) em sub-faixas de aptidão térmica: A1 ( $24^{\circ}\text{C} < T_a < 26^{\circ}\text{C}$ ); A2 ( $22^{\circ}\text{C} < T_a < 24^{\circ}\text{C}$ ) e A3 ( $20^{\circ}\text{C} < T_a < 22^{\circ}\text{C}$ ).

Do mapeamento das zonas de maior ou menor aptidão agroclimática destacam-se algumas localidades das microrregiões da Mata Setentrional, da Mata Meridional, do Médio Capibaribe e do Recife, como as que apresentam melhores condições térmicas e hídricas para o cultivo de sequeiro. Em condições de irrigação, porém, a preferência seria pelas microrregiões de Itaparica, Petrolina, Araripina e Salgueiro, que além de apresentarem médias anuais de temperatura mais elevadas e dentro da faixa considerada ótima para o

desenvolvimento da cultura ( $25^{\circ}\text{C} < T_a < 27^{\circ}\text{C}$ ) (NIMER, 1979), dispõem ainda de elevados valores de radiação solar e, através da umidade controlada pela irrigação, proporcionam uma menor incidência de pragas e doenças.

As regiões delimitadas agroclimaticamente como aptas devem ser também zonificadas segundo outras características ecológicas, especialmente edáficas, a fim de se conhecer todo o potencial do meio físico no Estado de Pernambuco para o cultivo comercial da acerola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, S. Barbados or west indian cherry. **Punjab Fruit Journal**, Lyallpur-Pakistan, v. 22, n. 79, p.15-16, 1959.
- AROSTEGUI, F., ASENJO, C.F., MUNIZ, ANA I. *et al.* Observations and data on a promising selection of the west indian cherry, *Malpighia puniceifolia*. **The Journal of Agriculture of University of Porto Rico**, Rio Piedras, v. 39, n. 2, p. 51-56, 1955.
- ASENJO, C.F. Aspectos químicos e nutritivos de la acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Ciencia**, México, n. 19, p. 109-118, 1959.
- CAMARGO, A. P. de, PINTO, H.S., PEDRO JR., M.J. *et al.* Aptidão climática de culturas agrícolas. In: **Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secr. da Agricultura, 1974. v. 1, p. 109-149.
- COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. Zoneamento Agroclimático. In: **Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba**. J. Pessoa, PB: CEPA - PB/UFPB/FUNAPE, 1978, 34 p. (Relatório).
- COUCEIRO, E.M. **Curso de extensão sobre a cultura da acerola**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1981, 33p.
- JACKSON, G.C., PENNOCK, W. Fruit and vitamin C production of five and six-years old acerola tree. **The Journal of Agriculture of University of Porto Rico**, Rio Piedras, v. 42, p. 196-205, 1958.
- LEDIN, R.B. The barbados or west indian cherry. Gainesville, Florida: **Fla. Agric. Station**, 1958, 28 p. (Bulletin, 594).
- MARTY, G.M., PENNOCK, W. Practicas agronômicas para el cultivo comercial de la acerola em Porto Rico. **Revista de Agricultura de Porto Rico**, Rio Piedras, n. 52, p. 107-111, 1965.
- MITCHELL, A.J., ENSIGH, M.R. **The climate of florida**. Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment Station, 1928. 300 p. (Bulletin, 200).



- MOSCOSO, C.G. West indian cherry-richest known source of natural vitamin C. **Economical Botany**, Rio Piedras, n. 10, p. 280-294, 1956.
- MULLER, M.J. **Select climatic data for a global set of standard stations for vegetation science**. The Hague: Dr W. Junk Publishers, 1982. 306 p. il. (Tasks for vegetation Science, 5).
- NAKASONE, H.Y.; MIYASHITA, R.K.; YAMANE, G.M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola(Malpiglia glabra L.). **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Honolulu, Havai, v. 49, p.161-166, 1966.
- NASCIMENTO, C.M., PEREIRA, M.A. de M.G. **Atlas climatológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Fundação Cargill, 1988. 93p.
- NIMER, E. **Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1979. 117p.
- OSTENDORF, F.W. The west indian cherry. **Tropical Abstracts**, Amsterdam, Netherl., n. 18 , p. 145-150, 1963.
- PY, C., FOUQUÊ, A. Les cultures frutières de Porto Rico. **Fruits D'outre Mer.**, Rio Piedras, n. 18, p. 325-336, 1963.
- REIS, A.C. de S. **Zoneamento agroclimático paraa cafeicultura pernambucana**. Recife-Pe: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1972. 26p. (Boletim Técnico, 52).
- REIS, A.C. de S. **Zoneamento agroclimático para o Nordeste do Brasil**. Recife-Pe: SUDENE, 1979. 31 p. (Série de estudos do Nordeste).
- 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: Wissemechafdliche, 1981. 632p.
- SANCHEZ NIEVA, F. Extraction, processing,canning, and keeping quality of acerola juice. **The Journal of Agriculture of University of Porto Rico**, Rio Piedras, v. 39, p. 175-183, 1955.
- SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: **Manual de Fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. p. 477-485.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. The water balance. **Climatology**, Centerton, v. 8, n. 1, p 1-140, 1955.
- WEATHER BUREAU. **Decennial census of the U.S. climate. Monthly normals of temperature and precipitation of Porto Rico and Virgin Islands**. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1962. 03p.