

NOTA

TEMPERATURA LETAL DE DIFERENTES PLANTAS FRUTÍFERAS TROPICAIS ⁽¹⁾

PAULO CESAR SENTELHAS ⁽²⁾, CLÓVIS TOLEDO PIZA JÚNIOR ⁽³⁾,
JOSÉ MARIA MONTEIRO SIGRISTI ⁽⁴⁾, RYOSUKE KAVATI ⁽³⁾ e MARCO TÚLIO PARODI ⁽⁴⁾

RESUMO

Com o objetivo de conhecer melhor o efeito das baixas temperaturas sobre as frutíferas de clima tropical e possibilitar o desenvolvimento de novas variedades, mais tolerantes, simularam-se geadas em câmaras frigoríficas para a determinação da temperatura letal de diferentes plantas frutíferas tropicais. Os resultados permitiram classificar as espécies em três grupos: **Grupo I - moderada tolerância (-4°C):** condessa (*Annona reticulata*); goiaba (*Psidium guajava*); acerola (*Malpighia glabra*) e abacate (*Persea americana*) var. Geada; **Grupo II - média tolerância (-5°C):** conde (*A. squamosa*); araticum-mirim (*Rollinea* spp.); anona-do-brejo (*A. glabra*); falsa-gravioleira (*A. montana*); araticum-de-folha-miúda (*R. ermaginata*) e maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*); **Grupo III - acentuada tolerância (-6°C):** cherimóia (*A. cherimola*).

Termos de indexação: frutíferas tropicais; temperatura letal; geada.

ABSTRACT

FREEZING POINTS OF VARIOUS TROPICAL FRUITS

The effect of low temperature on tropical fruits was studied in order to guide future developments of frost resistant varieties. Simulations of frost were done in a freezing chamber to determine the freezing points of various fruit plants. On the basis of the results the studied species can be classified into three groups according to their tolerance to low temperatures: **Group I - little tolerance (-4°C):** *Annona reticulata*; *Psidium guajava*; *Malpighia glabra* and *Persea americana* (var. Geada); **Group II - medium tolerance (-5°C):** *A. squamosa*; *Rollinea* spp.; *A. glabra*; *A. montana*; *R. ermaginata* and *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; **Group III - high tolerance (-6°C):** *A. cherimola*.

Index terms: tropical fruits; freezing point; frost resistance.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 30 de janeiro e aceito em 22 de julho de 1996.

⁽²⁾ Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900 Piracicaba (SP).

⁽³⁾ Grupo Técnico de Fruticultura Tropical, DEXTRU/CATI.

⁽⁴⁾ Centro de Tecnologia de Alimentos Vegetais (CTAV), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

A proteção de plantas contra os efeitos letais das baixas temperaturas é um problema de considerável importância na agricultura, especialmente na produção de frutas de alto valor de mercado (Rosenberg et al., 1983).

O Estado de São Paulo, em virtude da decadência da cafeicultura no Planalto Paulista, tem ampliado a exploração de espécies frutíferas tropicais, principalmente aquelas que obtêm elevados preços no mercado interno e externo.

Apesar de as condições climáticas do Planalto Paulista serem normalmente favoráveis ao cultivo de plantas frutíferas, essa região se encontra sujeita à ocorrência de geadas relativamente freqüentes entre maio e agosto, com probabilidade de chegar a 60% no Sul do Estado (Camargo et al., 1993). Tal evento meteorológico, em pomares recém-instalados, pode acarretar prejuízos sócio-econômicos elevados.

Os danos provocados por temperaturas baixas são variáveis, podendo, em algumas plantas, ocorrer a 0°C, ao passo que, em outras, como algumas árvores frutíferas, ocorrem apenas quando as temperaturas atingem -7°C.

O conhecimento do comportamento das diferentes espécies frutíferas tropicais com relação à tolerância às baixas temperaturas torna-se, dessa forma, de suma importância na identificação da aptidão de determinada espécie numa região, assim como no desenvolvimento de novas variedades, mais tolerantes.

A determinação da temperatura letal de espécies vegetais vem sendo estudada há muitos anos. Whiteman (1957), realizando testes em laboratório com 15 espécies frutíferas, verificou grande variabilidade na tolerância ao frio. No Brasil, estudos dessa natureza foram realizados, principalmente, com a cultura do café, em condições de campo (Camargo & Salati, 1966) e sob condições controladas (Ferraz, 1968; Manetti Filho & Caramori, 1986; Sentelhas et al., 1995a).

O processo físico-químico, através do qual ocorre a morte do tecido da planta, submetida à temperatura letal, é descrito por Heber & Santarius (1973). Assim que essa temperatura é atingida, ocorre o congelamento na solução extracelular e, conseqüentemente,

o desequilíbrio do potencial químico da água da solução intracelular em relação ao da solução extracelular parcialmente congelada, gerando um processo contínuo de transferência de água da solução intracelular para a extracelular, até que o equilíbrio seja restabelecido, provocando ou a desidratação da célula ou o congelamento da solução intracelular. Os primeiros sinais resultantes desse processo são, principalmente, a desidratação da célula, a perda de potencial de turgescência, o aumento na concentração de solutos, a redução no volume da célula e a ruptura da membrana plasmática.

A minimização desses danos se faz necessária, seja mediante proteção preventiva ou indireta (topo- e microclimáticas), definição de medidas diretas de controle (Valli, 1972; Turrell, 1973), uso de tratamentos químicos (Bach et al., 1994), seja pela criação de variedades mais tolerantes ao frio (Manetti Filho & Caramori, 1986).

Visando gerar informações que auxiliem na implantação racional de pomares no Estado de São Paulo, minimizando o efeito de possíveis geadas e servindo, ainda, como subsídio a programas de melhoramento genético para obtenção de novas variedades mais tolerantes ao frio, o objetivo do presente estudo foi determinar a temperatura letal de diferentes plantas frutíferas tropicais.

Material e Métodos

A simulação das geadas se deu em uma câmara frigorífica de 6 m², pertencente ao Centro de Tecnologia de Alimentos Vegetais (CTAV-ITAL), constituída de um termostato, um pressostato e dois forçadores de ar. Fez-se o controle da temperatura no interior da câmara pela ação combinada do acionamento intermitente do pressostato e da redução gradativa do termostato, sob circulação constante do ar, possibilitando, assim, a diminuição da temperatura com um gradiente de 1°C por hora, após atingir 0°C, semelhante ao que sucede em uma noite sob inversão térmica com ocorrência de geada.

Dentro da câmara, a temperatura do ar foi monitorada por um sistema registrador com sensores de platina, resolução de 0,5°C, instalados nos níveis de 25, 50 e 100 cm, com registro a cada minuto.

Utilizaram-se plantas com um ano de idade das seguintes frutíferas: conde (*Annona squamosa*); condessa (*A. reticulata*); araticum-mirim (*Rollinia* spp.); cherimóia (*A. cherimola*); anona-do-brejo (*A. glabra*); falsa-gravioleira (*A. montana*); araticum-de-folha-miúda (*R. ermaginata*); goiaba (*Psidium guajava*); acerola (*Malpighia glabra*); maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e abacate (*Persea americana*), var. *Gead*.

Todas as plantas das diferentes espécies foram submetidas aos mesmos procedimentos: germinação em sacolas plásticas (15 cm de diâmetro e 30 cm de altura) sob ripado; substrato constituído de terra argilosa, terra arenosa e matéria orgânica, na proporção de 2:1:1, e irrigações frequentes.

As plantas, dispostas ao acaso com seis tratamentos e três repetições, com uma planta por repetição, foram submetidas, dentro da câmara, à simulação de uma geada, com os seguintes tratamentos: (1) avaliação após uma hora a -1°C ; (2) avaliação após uma hora a -2°C ; (3) avaliação após uma hora a -3°C ; (4) avaliação após uma hora a -4°C ; (5) avaliação após uma hora a -5°C ; (6) avaliação após uma hora a -6°C .

Transcorridas 24 horas da retirada das plantas da câmara (quando os danos se tornavam evidentes), efetuaram-se as avaliações visuais dos danos ocorridos, utilizando-se a escala proposta por Manetti Filho & Caramori (1986), a saber: nenhum dano = 1; 25% de área foliar danificada = 2; 50% de área foliar danificada = 3; 75% de área foliar danificada = 4; 100% de área foliar danificada = 5.

Resultados e Discussão

No quadro 1, apresentam-se os dados referentes à avaliação dos danos provocados pelas baixas temperaturas nas diferentes plantas frutíferas tropicais analisadas. A maioria das frutíferas sofreu danos gradativos, ou seja, a área foliar danificada pelo frio acentuava-se proporcionalmente à redução da temperatura. Isso também foi constatado por Manetti Filho & Caramori (1986) em mudas de café expostas ao frio em câmaras. Algumas das fruteiras testadas, porém, somente apresentaram dano visível quando toda a planta já se encontrava danificada.

Dessa forma, adotou-se como temperatura letal aquela em que 100% da área foliar estava danificada, ou seja, com nota 5 na escala de danos. O quadro 2 mostra a temperatura em que são observados os primeiros sintomas, a temperatura letal ao nível da folha e a estimada, que corresponderia ao nível do abrigo meteorológico, considerando-se uma diferença média de 4°C entre a temperatura obtida no abrigo meteorológico e na relva em noites com geada (Sentelhas et al., 1995b).

Essas determinações permitiram classificar as espécies em três grupos de tolerância ao frio, a saber:

I - Moderada tolerância (-4°C): condessa (*A. reticulata*); goiaba (*Psidium guajava*); acerola (*Malpighia glabra*) e abacate (*Persea americana*) var. *Gead*.

II - Média tolerância (-5°C): conde (*A. squamosa*); araticum-mirim (*Rollinia* spp.); anona-do-brejo (*A. glabra*); falsa-gravioleira (*A. montana*); araticum-de-folha-miúda (*R. ermaginata*) e maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*);

III - Acentuada tolerância (-6°C): cherimóia (*Annona cherimola*).

Os resultados mostraram a variabilidade existente entre as espécies e entre as variedades de uma mesma espécie. Um exemplo disso são as *Annonas*, cuja temperatura letal variou de -4°C , para a *A. reticulata*, até -6°C , para a *A. cherimola*. Essas informações indicam que esta última poderá ser recomendada para regiões mais sujeitas ao frio intenso, com temperaturas mínimas até de -2°C ao nível do abrigo meteorológico, sem riscos de danos. No caso de frutas como abacate, acerola e goiaba, o conhecimento da temperatura letal, de -4°C ao nível da folha e de 0°C ao nível do abrigo meteorológico, inviabiliza a recomendação dessas espécies para regiões com alta probabilidade de gear, como, por exemplo, nas regiões de elevada altitude e acima da latitude de 27°S , nas quais são frequentes geadas entre maio e setembro. Além de permitir essas recomendações em nível de planejamento, o conhecimento da temperatura letal das espécies e variedades também pode servir como subsídio aos programas de melhoramento genético, para obtenção de variedades mais tolerantes ao frio.

Quadro 1. Dano (nota média) em frutíferas tropicais, provocado pela exposição de uma hora a diferentes temperaturas, em uma simulação de geada

Nome vulgar / Científico	Tratamento = Temperatura (°C)					
	-1	-2	-3	-4	-5	-6
Conde (<i>Annona squamosa</i>)	1	1	1	1,3	5	5
Condessa (<i>A. reticulata</i>)	1	1	1,2	5	5	5
Araticum-mirim (<i>Rollinea</i> spp.)	1	1	1	5	5	5
Cherimóia (<i>A. cherimola</i>)	1	1	1	1	2	5
Anona-do-brejo (<i>A. glabra</i>)	1	1	1	3,5	5	5
Falsa-gravioleira (<i>A. montana</i>)	1	1	1	2	5	5
Araticum-de-folha-miúda (<i>R. ermaginata</i>)	1	1	1	1	5	5
Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	1	1	1	5	5	5
Acerola (<i>Malpighia glabra</i>)	1	1	1	4	5	5
Maracujá-amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>)	1	1	1	2	5	5
Abacate (<i>Persea americana.</i>) var. <i>Geada</i>	1	1	1	5	5	5

Quadro 2. Início dos danos e temperatura letal na folha e no abrigo meteorológico para diferentes frutíferas tropicais

Nome vulgar / Científico	Início dos danos (°C)	Temperatura letal (°C)	
		Folha	Abrigo (estimada)
Conde (<i>Annona squamosa</i>)	-4,0	-5,0	-1,0
Condessa (<i>A. reticulata</i>)	-3,0	-4,0	0,0
Araticum-mirim (<i>Rollinea</i> spp.)	-4,0	-5,0	-1,0
Cherimóia (<i>A. cherimola</i>)	-5,0	-6,0	-2,0
Anona-do-brejo (<i>A. glabra</i>)	-4,0	-5,0	-1,0
Falsa-gravioleira (<i>A. montana</i>)	-4,0	-5,0	-1,0
Araticum-de-folha-miúda (<i>R. ermaginata</i>)	-5,0	-5,0	-1,0
Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	-4,0	-4,0	0,0
Acerola (<i>Malpighia glabra</i>)	-4,0	-4,0	0,0
Maracujá-amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>)	-4,0	-5,0	-1,0
Abacate (<i>Persea amer.</i>) var. <i>Geada</i>	-4,0	-4,0	0,0

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Seção de Climatologia Agrícola, do Instituto Agronômico, a cessão de equipamentos; ao Centro de Tecnologia de Alimentos

Vegetais (CTAV), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), a cessão da câmara frigorífica, e aos Técnicos de Apoio Carlos Ernesto de Arruda e Aparecido Tebaldi, do ITAL, o eficiente auxílio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACH, E.E.; CAVICCHIOLI, D.M.M.M.; NUNES, J.B.P. & BARETTA, M.J.G. Indução de proteção contra os efeitos da geada em *Coffea arabica* (L). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **29**(9):1381-1388, 1994.
- CAMARGO, M. B. P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A. & BRUNINI, O. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, **52**(2):161-168, 1993.
- CAMARGO, A.P. & SALATI, E. Determinação da temperatura letal de folhagem de cafeeiro em noite de geada. *Bragantia*, Campinas, **25**:61-63, 1966.
- FERRAZ, E.C. *Estudos sobre o momento em que a geada danifica as folhas do cafeeiro*. Piracicaba, 1968. 59p. Tese (Doutorado), ESALQ/USP, 1968.
- HEBER, U. & SANTARIUS, K. A. Cell death by cold and heat and resistance to extreme temperatures. Mechanisms of hardening and dehardening. In: PRECHT, H.; CHRISTOPHERSEN, J.; HENSEL, H. & LARCHER, W., eds. *Temperature and life*. Berlin, Springer-Verlag, 1973. cap. C, p.232-292.
- MANETTI FILHO, J. & CARAMORI, P. H. Desenvolvimento de uma câmara para simulação de temperaturas baixas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **21**(10):1005-1008, 1986.
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B. L. & VERMA, S. B. *Microclimate - the biological environment*. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1983. 495p.
- SENTELHAS, P. C.; FAZUOLI, L. C. & PEZZOPANE, J. R. M. Temperatura letal de diferentes espécies e derivados de híbrido interespecífico de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., Araxá, 1995. *Resumos*. Araxá, PROCAFÉ, 1995a. p.156-157.
- SENTELHAS, P. C.; ORTOLANI, A. A. & PEZZOPANE, J. R. M. Estimativa da temperatura mínima de relva e da diferença de temperatura entre o abrigo e a relva, em noites de geada. *Bragantia*, Campinas, **54**(2):437-445, 1995b.
- TURRELL, F.M. The science and technology of frost protection. In: REUTHER, W. *The Citrus Industry*. Riverside, University of California, 1973. v.3, p.338-446.
- VALLI, V. S. *Princípios básicos relativos à ocorrência de geadas e sua prevenção*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Meteorologia, 1972. 22p.
- WHITEMAN, T.M. *Freezing points of fruits, vegetables and florist stocks*. Washington, U. S. Department of Agricultural Marketing Research, 1957. 32p. (Report, 196)