

## TEMPERATURA MÍNIMA LETAL PARA O CULTIVO DO PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.)

GISELLY AP. ANDRADE<sup>1</sup>, PAULO H. CARAMORI<sup>2</sup>, FÁBIO S. DE SOUZA<sup>2</sup>, CELSO J. MARUR<sup>2</sup>, DALZIZA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, ANA MARIA A. RIBEIRO<sup>3</sup>

1 Eng. Agrônoma, Doutoranda, Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina – PR, Fone: (0xx43) 3376-2407, [giselly@iapar.br](mailto:giselly@iapar.br). 2 Eng. Agrônomo, Pesquisador, Ecofisiologia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina – PR. 3 Eng. Agrônoma, Professora, Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de Julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi determinar a temperatura mínima letal em plantas jovens de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), visando à expansão desta cultura no sul do Brasil como alternativa para produção de biodiesel. O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina-PR. Em uma câmara fria, foram realizados tratamentos com temperaturas mínimas de +1°C, 0°C, -1°C, -2°C, -3°C, -4°C e -5°C, comparadas com um controle exposto à temperatura ambiente. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com 10 repetições. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey (P<0,05). Os seguintes parâmetros foram avaliados: taxa fotossintética das plantas após 6 horas, 7 dias e 14 dias; danos foliares visuais um dia e um mês após os tratamentos, e mortalidade das plantas um mês após os tratamentos. A temperatura mínima de -3°C provocou a morte das folhas em 60% das plantas. A exposição a -4°C foi letal para 60% das plantas, enquanto que a -5°C todas as plantas morreram. A fotossíntese foi prejudicada pelas baixas temperaturas e nos tratamentos -4°C e -5°C os valores foram negativos, demonstrando que o processo foi completamente paralisado e as plantas estavam somente respirando.

**PALAVRAS-CHAVE:** geada, dano foliar, fotossíntese.

**ABSTRACT:** The objective of this paper was to determine the minimum lethal temperature for the oil seed plant *Jatropha curcas* L., aiming at supporting the expansion of this crop in southern Brazil as an alternative for biodiesel production. The experiment was carried out at Agronomic Institute of Parana (IAPAR), in Londrina-PR (23°23' S, 50°11' W). In a cold chamber environment, young plants were submitted to treatments with minimum temperatures of +1°C, 0°C, -1°C, -2°C, -3°C, -4°C and -5°C, and compared to a control exposed to ambient temperature. Ten plants (replications) were distributed within the chamber in a completely randomized design. The means were compared through the Tukey test (P<0.05). The following parameters were evaluated: photosynthetic rate after 6 hours and 7, 14, 21, 28, 35 and 60 days; visual foliar damages one day and one month after the tests; plant mortality one month after the tests and index of fixation of fruits and plant recovering in the field. The minimum temperature of -3°C caused the death of the leaves in 60% of the plants. The exposition to -4°C was lethal for 60% of the plants, while at -5°C all plants were killed. Photosynthesis was decreased by low temperatures and under -4°C and -5°C the values were negative, demonstrating that the process was completely halted and only respiration was occurring.

**KEY WORDS:** frost, foliar damage, photosynthesis.

**INTRODUÇÃO:** Diversas espécies vegetais oleaginosas no Brasil podem ser utilizadas na produção de biodiesel. Entre elas o pinhão-manso tem se destacado como uma planta rústica, perene e adaptável a uma vasta gama de ambientes e condições edafoclimáticas (Saturnino et al., 2005). A produtividade do pinhão-manso varia de acordo com a região de plantio, método de cultivo e tratamentos culturais, idade da cultura, bem como a quantidade de chuva e a fertilidade do solo. Embora seja pouco exigente em condições climáticas e solo fértil, adapta-se facilmente a variadas condições. Não tolera geadas fortes, mas pode sobreviver a geadas fracas, perdendo, entretanto, todas as folhas, o que provavelmente reduzirá a produção de sementes (Saturnino et al., 2005). Não se encontrou na literatura nenhum trabalho que relate a temperatura letal para a planta de pinhão-manso. Em média, em noites com formação de geadas há um gradiente de 3 a 4°C entre a superfície do solo e 2 metros de altura (Grodzki et al., 1996; Silva e Sentelhas, 2001). A temperatura, assim como a intensidade luminosa e a concentração de gás carbônico no ar, afeta também a fotossíntese. Qualquer temperatura abaixo ou acima da “ótima” resulta em condição limitante para as reações de fotossíntese. Abaixo da temperatura “ótima” a energia cinética das moléculas reagentes (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) é insuficiente para conseguir o rendimento químico. Acima da “temperatura ótima” as enzimas vão se desnaturando, podendo inclusive paralisar as reações (Kluge, 2006). O objetivo deste trabalho foi determinar a temperatura mínima letal para o cultivo de mudas de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) visando à expansão desta cultura no sul do Brasil como alternativa para a produção de biodiesel.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina-PR. Foram utilizadas mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) semeadas em saquinhos plásticos de 15X35 cm, contendo substrato (40% solo argiloso + 40% areia + 15% esterco de curral + 5% de super fosfato simples). As mudas foram mantidas em viveiro até o momento de aplicação dos tratamentos, quando tinham aproximadamente 40cm de altura e em média 10 folhas por planta. Para a obtenção das temperaturas mínimas utilizou-se uma câmara de crescimento, referência comercial Conviron, modelo CMP 3244. As plantas foram acondicionadas na área útil de teste e submetidas às seguintes temperaturas: 1°C, 0°C, -1°C, -2°C, -3°C, -4°C e -5°C. A umidade se elevou conforme o decréscimo da temperatura, atingindo valores próximos à saturação, de acordo com o observado por Silva (2004). As luzes eram apagadas às 17 horas e acesas a partir das 6:30 horas do dia seguinte, gradativamente. Um lote de plantas foi mantido na casa de vegetação como testemunha. As temperaturas foram atingidas em um período de oito horas a partir do início de cada tratamento, partindo sempre de 15°C. A programação da câmara foi feita de forma que reproduzisse as condições naturais, baseando-se na queda da temperatura em uma situação real de geada. A seguir, as plantas foram transferidas para a casa de vegetação. Após seis horas, sete e quatorze dias, realizaram-se as medições da fotossíntese das plantas, utilizando-se um aparelho IRGA (Infra Red Gas Analyser), além da avaliação da porcentagem de plantas que apresentaram todas as suas folhas mortas após os tratamentos. As plantas foram mantidas em casa de vegetação por um mês, quando foi feita uma nova avaliação da porcentagem de plantas sobreviventes. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com 10 repetições sendo 7 tratamentos de temperatura às quais as plantas foram submetidas e uma testemunha sem estresse térmico. Os dados de fotossíntese obtidos foram submetidos à análise de regressão a 5% de significância. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey (P<0,05).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para os dados de fotossíntese a regressão polinomial quadrática mostrou-se significativa ( $P < 0,0001$ ) nas leituras feitas 6 horas e 7 dias após a aplicação dos tratamentos, indicando a existência do efeito da temperatura mínima aplicada sobre a fotossíntese da planta (Figura 1). Os coeficientes de determinação  $R^2 = 0,73$ , 6 horas após a aplicação do tratamento e  $R^2 = 0,83$ , 7 dias após, mostram que 73% e 83% da variação da fotossíntese pode ser explicada pela variação da temperatura mínima aplicada nos tratamentos, respectivamente. Nas leituras de fotossíntese feitas 14 dias após a aplicação dos tratamentos a regressão não foi significativa, com  $R^2 = 0,16$ . Estes resultados demonstram que após a primeira semana as plantas sobreviventes se recuperaram, exibindo taxas fotossintéticas que não apresentaram nenhum padrão de comportamento em comum para nenhum tipo de tratamento de temperatura.

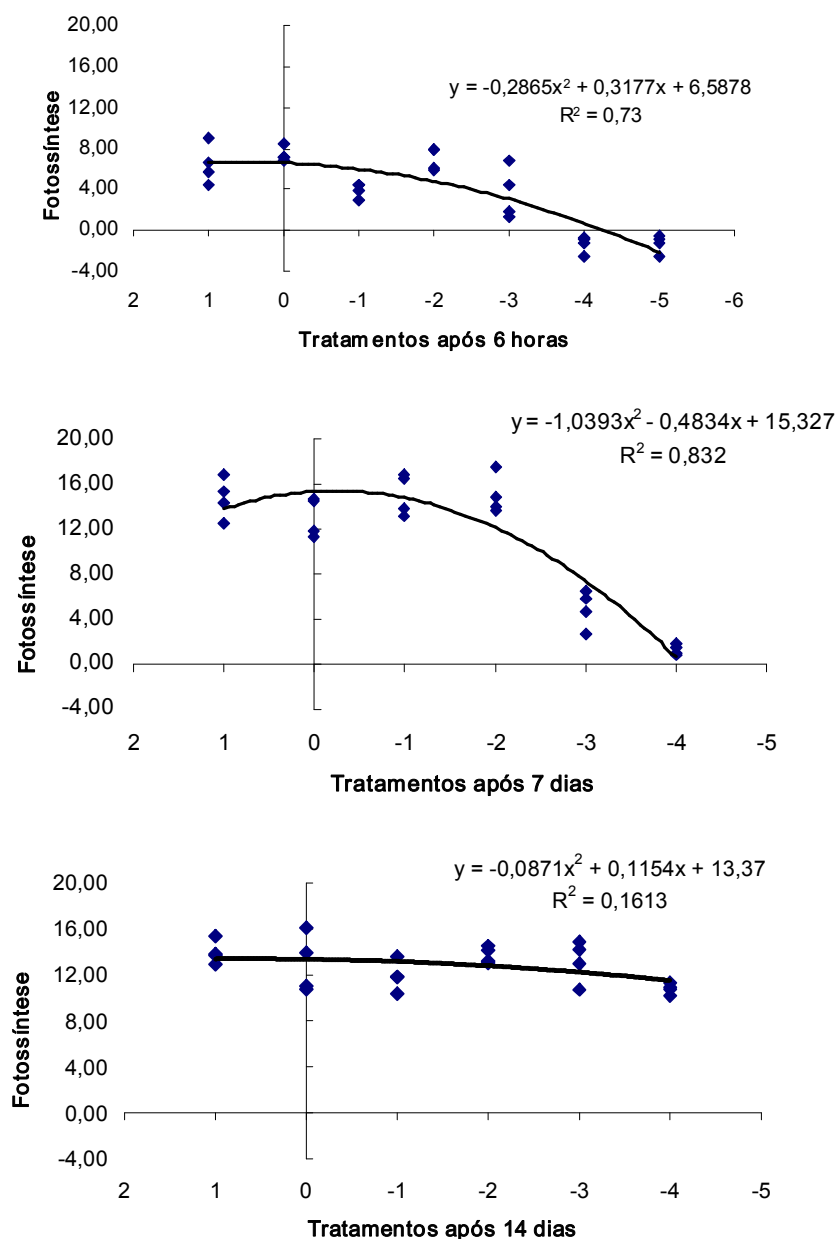


Figura 1. Valores de fotossíntese ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) para cada tratamento e representação da Regressão polinomial quadrática nas leituras feitas 6 horas, 7 e 14 dias após os tratamentos.

Os valores médios de fotossíntese variaram de  $-0,9 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no tratamento  $-5^\circ\text{C}$  a  $8,8 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no controle na leitura feita 6 horas após os tratamentos (Tabela 1). Na leitura feita 7 dias após os tratamentos os valores variaram de  $1,1 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no tratamento  $-4^\circ\text{C}$  a  $15,7 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no tratamento  $-1^\circ\text{C}$ ; 14 dias após, os valores variaram de  $6,9 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no controle a  $13,4 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  no  $-2^\circ\text{C}$ . Os tratamentos  $-4^\circ\text{C}$  e  $-5^\circ\text{C}$ , na leitura feita 6 horas após os tratamentos, que indicavam ocorrência somente de respiração, não apresentaram diferença entre si, porém foram significativamente inferiores aos demais. Sete dias após, as plantas expostas a  $-5^\circ\text{C}$  já estavam mortas e os tratamentos  $-3^\circ\text{C}$  e  $-4^\circ\text{C}$  se diferenciaram significativamente dos outros, mostrando que estas permaneciam debilitadas. No décimo quarto dia os tratamentos  $+1^\circ\text{C}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ,  $-1^\circ\text{C}$ ,  $-2^\circ\text{C}$ ,  $-3^\circ\text{C}$  e  $-4^\circ\text{C}$ , não apresentaram diferença significativa entre si, ou seja, as plantas sobreviventes aos tratamentos  $-3^\circ\text{C}$  e  $-4^\circ\text{C}$  já estavam recuperadas e fotossintetizando normalmente.

Tabela 1. Médias de fotossíntese ( $\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) nas leituras feitas 6 horas, 7 e 14 dias após os tratamentos.

Tratamento	Fotossíntese (após 6 horas)	Fotossíntese (após 7 dias)	Fotossíntese (após 14 dias)
Controle	8,8 a	8,6 b	6,9 a
$+1^\circ\text{C}$	4,5 bc	14,1 a	9,4 a
$0^\circ\text{C}$	7,3 ab	12,6 ab	11,9 a
$-1^\circ\text{C}$	4,2 cd	15,7 a	11,3 a
$-2^\circ\text{C}$	5,5 bc	14,2 a	13,4 a
$-3^\circ\text{C}$	2,4 d	4,4 c	13,3 a
$-4^\circ\text{C}$	-0,92 e	1,1 c	10,6 a
$-5^\circ\text{C}$	-0,9 e	mortas	mortas

As médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plantas que passaram pelos tratamentos  $+1^\circ\text{C}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ,  $-1^\circ\text{C}$  e  $-2^\circ\text{C}$  não sofreram danos visíveis em suas folhas. No tratamento  $-3^\circ\text{C}$ , 60% das plantas tiveram todas as suas folhas mortas pelo frio, enquanto que a  $-4^\circ\text{C}$  e  $-5^\circ\text{C}$  além de terem todas as folhas mortas, apresentaram danos também nos caules. A  $-3^\circ\text{C}$  alguns fatores podem ter determinado que 40% das plantas não tenham sofrido qualquer dano visível. A concentração de açúcares no suco celular ou o status hídrico da planta podem contribuir para que haja variabilidade nos danos em temperaturas próximas aos valores letais. Plantas expostas a temperaturas críticas, mesmo acima do ponto de congelamento, podem sofrer danos foliares letais, dependendo da idade dos tecidos, condição nutricional, aclimação e tempo de exposição (Levitt, 1980).

Após um mês em casa de vegetação os tratamentos  $+1^\circ\text{C}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ,  $-1^\circ\text{C}$ ,  $-2^\circ\text{C}$  e  $-3^\circ\text{C}$  apresentaram 100% das plantas vegetando, no tratamento  $-4^\circ\text{C}$  somente 40% das plantas sobreviveram e emitiram novas folhas, e no  $-5^\circ\text{C}$  não houveram sobreviventes. Comparando-se os resultados das porcentagens de plantas que apresentaram todas as folhas mortas um dia após os tratamentos, com a porcentagem de plantas vivas um mês após os tratamentos, observa-se que as plantas do tratamento  $-3^\circ\text{C}$  tiveram 100% de recuperação, enquanto no tratamento  $-4^\circ\text{C}$  apenas 40% conseguiram se recuperar. Portanto, fica evidente que o limiar de dano por geadas situa-se entre  $-3^\circ\text{C}$  e  $-4^\circ\text{C}$ . Este limite é semelhante ao da cultura do café, estimado em torno de  $-3,4^\circ\text{C}$  (Ferraz, 1968), com variações dependendo do tempo de exposição ao frio (Manetti e Caramori, 1986) ou da condição da planta (Caramori et al., 2001).

O fato de ser uma planta adaptada a ambientes de baixa umidade pode condicionar maior tolerância ao frio ao pinhão manso. Embora possam ocorrer danos foliares por baixas temperaturas, a excelente recuperação das plantas indica que a presença de gemas dormentes, mais tolerantes que os tecidos foliares, proporciona tolerância a temperaturas mais baixas. Seria importante avaliar os efeitos de geadas em plantas adultas, quantificando o impacto na

produção de frutos do ano seguinte mesmo em condições de danos parciais.

**CONCLUSÕES:** A temperatura mínima crítica para o cultivo de plantas jovens de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) está entre -3°C e -4°C, em condições de ambiente controlado. Considerando a capacidade de recuperação das plantas danificadas até este limiar, o plantio desta cultura em áreas que apresentam baixo risco de geadas moderadas, como o Norte do Paraná, pode ser uma atividade viável.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

CARAMORI, P.H.; CAVIGLIONE, J.H., WREGGE, M.S., GONÇALVES, S. L., FARIA, R. T., ANDROCIOLO FILHO, A.; SERA, T.; CHAVES, J.C.D.; KOGUISHI, M. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p. 486-494, 2001.

FERRAZ, E. C. **Estudos Sobre o Momento em que a Geada Danifica as Folhas do Cafeeiro**. 1968. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Superior Luiz de Queirós, USP, Piracicaba.

GRODZKI, L., CARAMORI, P H, OLIVEIRA, D., GOMES, J. Riscos de ocorrência de geadas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.4, n.1, p.93 - 99, 1996.

KLUGE, R. A. **Fotossíntese**. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. Disponível em: < <http://www.sbfv.org.br/materialdidatico/download/FotossinteseKluge.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2006.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: chilling, freezing and high temperature stresses**. 2. ed., New York: Academic Press, 1980, v. 1, 497p.

MANETTI FILHO, J.; CARAMORI, P.H. Desenvolvimento de uma câmara para simulação de temperaturas baixas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 10, p. 1005-8, 1986.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; NAGASHI, T.; GONÇALVES, N. P. **Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.26, n. 229, p.44-78, 2005.

SILVA, J. G.; SENTELHAS, P. C.; Diferença de temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.9, n.1, p. 9-15, 2001.

SILVA, M. A. A.; GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; Avaliação de elementos meteorológicos durante a ocorrência de geada em cultivo de pimentão, nas condições de ambiente protegido e campo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.12, n.1, p. 35-41, 2004.