

TEMPERATURAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DO SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE NIGER

TEMPERATURES AND SUBSTRATE WATER AVAILABILITY ON NIGER SEEDS GERMINATION

Carla Regina Baptista GORDIN¹; Rodolpho Freire MARQUES¹; Tathiana Elisa MASETTO²; Silvana de Paula Quintão SCALON³; Luiz Carlos Ferreira de SOUZA³

1. Engenheiro(a) Agrônomo(a), Mestre em agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Dourados, MS, Brasil. carlagordin@ufgd.edu.br; 2. Engenheira Agrônoma, PNP/CAPEs, FCA – UFGD, Dourados, MS, Brasil; 3. Professor(a), Doutor(a), FCA – UFGD, Dourados, MS, Brasil.

RESUMO: O niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) é uma oleaginosa com potencial para a produção de biodiesel com poucas informações a respeito da qualidade fisiológica com que suas sementes são produzidas. Objetivou-se avaliar a germinação e o crescimento das plântulas de niger sob diferentes temperaturas e disponibilidades hídricas no substrato. O primeiro experimento foi conduzido em câmaras de germinação do tipo B.O.D. com temperaturas constantes (5, 10, 15, 20 e 25 °C) e uma temperatura alternada (20-30 °C). Para o segundo experimento as sementes foram semeadas sobre substrato de papel umedecido com soluções de Polietileno Glicol 6000 em diferentes potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4; -0,8 e -1,2 MPa) e mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D. na temperatura de 25°C. Avaliou-se a porcentagem, o índice de velocidade e o tempo médio de germinação, os comprimentos da parte aérea e da raiz e as massas fresca e seca das plântulas. As temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C aumentaram a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes de niger, que são sensíveis a temperaturas inferiores a 15 °C. A redução da disponibilidade hídrica do substrato a partir do potencial osmótico de -0,2 MPa prejudica a germinação e o crescimento de plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: Chilling. Estresse osmótico. *Guizotia abyssinica*. Oleaginosa.

INTRODUÇÃO

A espécie *Guizotia abyssinica* (Asteraceae), encontrada na Etiópia e conhecida popularmente como niger, é a única espécie cultivável do gênero *Guizotia* (SOLOMON; ZEWDU, 2009). As sementes de niger possuem 30%, em massa, de óleo com alto teor de fosfolipídeos e alta concentração de ácido linoléico (71,7%) quando comparado ao óleo de pinhão manso (34,3%), assumindo, assim, importância na indústria cosmética e farmacêutica, além de apresentar grande potencial para a produção de biodiesel (SARIN et al., 2009; GELETA et al., 2010). Apesar do grande potencial da espécie, os métodos de análise das sementes de niger não constam nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e, conseqüentemente, há a dificuldade de obter informações a respeito da qualidade fisiológica com que suas sementes são produzidas.

A temperatura e a água são algumas das condições ambientais que afetam a germinação das sementes e o estabelecimento e a sobrevivência de plântulas. Mudanças de temperatura podem afetar os processos que controlam a germinação das sementes, incluindo a permeabilidade das membranas e a atividade de enzimas citosólicas e enzimas ligadas à membrana (MARAGHNI et al., 2010). A redução gradativa da temperatura provoca

decréscimo acentuado da velocidade de germinação e a embebição nessas condições pode provocar redução do crescimento das plântulas, mesmo quando a temperatura retorna a níveis favoráveis (MARCOS FILHO, 2005).

A água tem importância fundamental na ativação de diferentes processos metabólicos que culminam com a germinação das sementes (ÁVILA et al., 2007). À medida que o teor de água do solo ou do substrato diminui, verifica-se inicialmente a redução da velocidade de germinação e restrições mais severas passam a prejudicar a porcentagem e a velocidade de germinação (MARCOS FILHO, 2005). O estresse hídrico, portanto, está associado à redução da disponibilidade de água e à desidratação celular, sendo que, para cada espécie, existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ÁVILA et al., 2007; MARAGHNI et al., 2010).

A produção agrícola depende dos recursos hídricos, que estão se tornando cada vez mais escassos, requerendo estudos criteriosos voltados para a racionalização e o uso mais eficiente da água. Assim, a caracterização do estresse hídrico tem se tornado um tema importante para programar a irrigação e selecionar genótipos de plantas mais resistentes ao déficit hídrico (GOMIDE et al., 2005). Além disso, o entendimento do comportamento das sementes quando expostas ao estresse abiótico tem

grande importância para o melhoramento genético da espécie, visando estratégias para aperfeiçoar a tolerância das culturas oleaginosas em condições de disponibilidade hídrica reduzida.

Assim, diante do potencial bioenergético do niger e da escassez de informações referentes à qualidade fisiológica de suas sementes, objetivou-se avaliar a germinação e o crescimento de plântulas de niger sob diferentes temperaturas e disponibilidades hídricas do substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), durante o quarto trimestre de 2010. As sementes utilizadas foram colhidas na safra 2009/10 no Município de Primavera do Leste/MT e armazenadas em embalagens permeáveis em câmara fria e seca (15 °C e 60% UR) no Laboratório de Sementes da UFGD até a instalação dos experimentos. O grau de umidade das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 25 g de sementes inteiras. Os resultados foram calculados com base no peso das sementes úmidas e foram expressos em porcentagem.

O primeiro experimento foi conduzido para avaliar o efeito de temperaturas na germinação de sementes de niger. Inicialmente, as sementes foram posicionadas sobre papel “germitest” umedecido com água destilada ao equivalente a duas vezes e meia a massa do papel, no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” e mantidas em câmaras de germinação do tipo B.O.D. reguladas com temperaturas constantes (5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C e 25 °C) sob luz branca constante e uma temperatura alternada (20-30 °C), sob regime de 10 horas de escuro para a temperatura mais baixa e 14 horas de luz branca para a temperatura mais elevada.

Após a determinação da melhor temperatura para a germinação das sementes de niger, o segundo experimento foi instalado para avaliar o efeito de diferentes disponibilidades hídricas no substrato. As sementes de niger foram semeadas sobre uma folha de papel “germitest” umedecida com soluções aquosas de Polietileno Glicol 6000 (PEG 6000), cuja quantidade utilizada por quilograma de água destilada foi calculada a partir do proposto por Michel e Kaufmann (1973). Dessa forma, para a obtenção de potenciais hídricos de -0,2; -0,4; -0,8 e -1,2 MPa, as soluções aquosas foram compostas, respectivamente, de 120, 180, 260 e 325 g de PEG 6000. As sementes cujo substrato foi umedecido

apenas com água destilada constituíram a testemunha. Posteriormente, as sementes foram posicionadas no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” e mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D. na temperatura de 25°C sob luz branca constante.

Para ambos os experimentos, as contagens foram realizadas diariamente, obtendo-se, ao final, a porcentagem de germinação (considerando-se plântulas normais com parte aérea e sistema radicular desenvolvido); índice de velocidade de germinação, conforme a fórmula proposta por Maguire (1962) e tempo médio de germinação, de acordo com Edmond e Drapalla (1958). As plântulas foram analisadas quanto ao comprimento médio da parte aérea e da raiz e massas fresca e seca de plântulas, com auxílio de régua graduada e balança analítica de precisão (0,0001g), respectivamente. Os dados de comprimento foram expressos em milímetros e os de massa de plântulas em gramas, tomando-se ao acaso dez plântulas inteiras de cada tratamento.

Para cada experimento, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes. Os resultados de germinação e de crescimento de plântulas foram submetidos à análise de variância e no caso de significância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para o primeiro experimento, e submetidas à análise de regressão a 5% de probabilidade, para o segundo experimento, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de niger apresentaram 8,1% de umidade por ocasião dos testes. Houve diferença significativa entre as temperaturas testadas e disponibilidades hídricas do substrato para todas as características avaliadas. No primeiro experimento, as temperaturas de 10, 20, 25 e 20-30 °C proporcionaram resultados de germinação mais elevados (95% em média), sendo estatisticamente iguais entre si. Com a utilização das temperaturas de 15 e 5 °C foram observados os menores resultados de porcentagem de germinação, embora ainda tenha sido verificado 88% de germinação na temperatura de 15 °C, que foi superior a de 5 °C (3%). Entretanto, a temperatura de 10 °C (96%) não apresentou diferenças significativas quando comparada com as temperaturas acima de 20 °C, sugerindo que sob estresse térmico moderado as sementes de niger são capazes de retomar o

crescimento do embrião. De modo geral, as sementes necessitam de temperaturas mais elevadas para atingir a germinação e são intolerantes a temperaturas abaixo de 10 °C baixas (Figura 1A).

Nas temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C o término do processo de germinação ocorreu mais rapidamente em relação às demais temperaturas, o

que foi evidenciado pelos maiores índices de velocidade de germinação, sem diferenças significativas entre si. Sob as temperaturas de 5, 10 e 15 °C foram observados os menores resultados de velocidade de germinação das sementes de niger (Figura 1B).

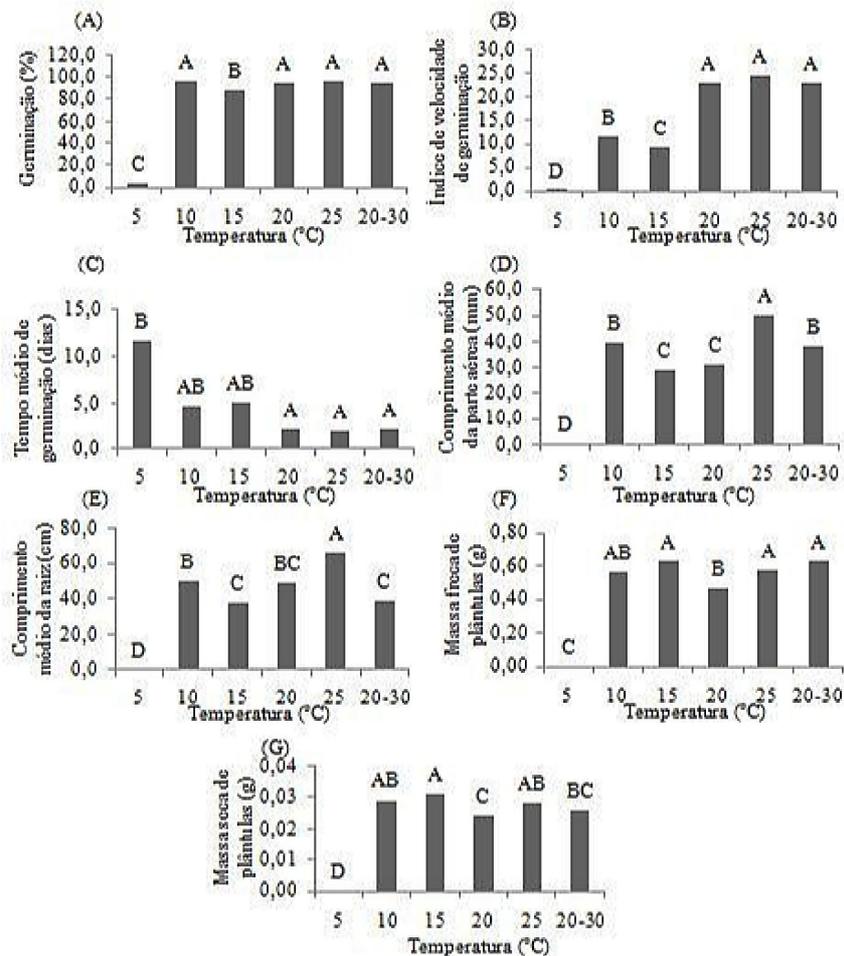


Figura 1. Porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), tempo médio de germinação (C), comprimentos da parte aérea (D) e da raiz (E) e massas fresca (F) e seca (G) de plântulas de niger sob diferentes temperaturas.

Nas temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C os tempos médios de germinação das sementes foram menores que nas sementes mantidas nas temperaturas de 5, 10 e 15 °C, que apresentaram atrasos de aproximadamente 10, 3 e 2 dias, respectivamente (Figura 1C). Esses resultados indicam que as temperaturas de 5 a 15 °C atrasaram o processo germinativo das sementes e prejudicaram a formação de plântulas de niger.

Em todos os organismos a temperatura determina a taxa do metabolismo e, conseqüentemente, o desenvolvimento, tendo efeitos significativos sobre a germinação, além de ser

determinante para o sucesso ou o fracasso do estabelecimento da planta (AL-AHMADI; KAFI, 2007). A redução gradativa da temperatura, em função dos efeitos sobre a velocidade de embebição e de mobilização de reservas, provoca decréscimo acentuado da velocidade de germinação. Além disso, os eixos embrionários submetidos a essas condições perdem substâncias orgânicas, já que sofrem danos no sistema de membranas (MARCOS FILHO, 2005). Considerando que a temperatura ótima é aquela em que ocorre maior porcentagem de germinação no menor período de tempo, as

temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C foram apropriadas para a germinação de sementes de niger.

Na temperatura de 5 °C, além da baixa porcentagem de germinação, não houve desenvolvimento de plântulas, impedindo a realização das análises de comprimento e massa das mesmas. A temperatura de 25 °C proporcionou plântulas com maior comprimento da parte aérea e da raiz, sendo estatisticamente superior às demais temperaturas utilizadas (Figuras 1D e 1E). Para a massa fresca de plântulas, as temperaturas de 15, 25 e 20-30 °C não diferiram entre si e foram estatisticamente superiores às demais temperaturas utilizadas (Figura 1F). Entretanto, para a massa seca os maiores conteúdos foram obtidos na temperatura de 15 °C, sendo que a temperatura de 20 °C proporcionou os menores acúmulos de massa seca de plântulas de niger (Figura 1G).

Um dos estresses causados por baixas temperaturas é o resfriamento ou “chilling”, onde a temperatura é suficientemente fria para causar injúria, mas não fria o bastante para congelar a planta, podendo ocorrer a germinação, mas diminuir a viabilidade das sementes e reduzir o crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004; CUSTÓDIO et al., 2009). Possivelmente, a intolerância das sementes de niger a baixas temperaturas esteja relacionada ao ambiente de ocorrência natural da espécie. Vale ressaltar que o centro de origem do niger é a Etiópia, cujas zonas climáticas predominantes são o tropical úmido, seco e o subtropical úmido. De acordo com Barros e Lemos-Filho (2007), plantas tropicais quando expostas ao resfriamento podem apresentar diminuição da atividade de enzimas como as amilases, lipases, proteases e peptidases, que provocam clivagens nas moléculas do tecido de reserva das sementes. Com a redução da atividade enzimática, esses materiais não são simplificados e, conseqüentemente, não podem ser transportados de uma célula para outra e transferidos até os pontos de crescimento do embrião, prejudicando ou impedindo a formação de tecidos vivos (MARCOS FILHO, 2005).

Diversos autores relataram efeitos prejudiciais de temperaturas baixas durante a sementeira. Segundo Sharifi (2010), em *Oriza sativa*, uma planta sensível ao frio, mesmo que as temperaturas baixas não impeçam sua germinação, elas atrasam o seu início e, conseqüentemente, a emergência das plantas. Durante a fase inicial de crescimento, a ocorrência desse estresse inibe o estabelecimento das plântulas e, eventualmente, leva à desuniformidade da maturação da cultura. Maraghni et al. (2010), estudando a germinação de sementes de *Ziziphus lotus*, observaram menores

taxas de germinação a 15 °C e melhores resultados nas temperaturas de 25 a 35 °C.

No segundo experimento, observaram-se efeitos prejudiciais da redução das disponibilidades hídricas do substrato sobre a germinação das sementes de niger. Houve ajuste quadrático com elevados coeficientes de regressão para a porcentagem, índice de velocidade e tempo médio de germinação das sementes de niger. Observou-se que a redução da disponibilidade hídrica do substrato provocou a diminuição da porcentagem de germinação das sementes, sendo verificado 20% de germinação para sementes semeadas sob potencial hídrico de -0,4 MPa. Com a redução drástica dos potenciais hídricos para -0,8 e -1,2 MPa, não foi observada formação de plântulas de niger (Figura 2A).

A redução da disponibilidade hídrica do substrato causada pelo aumento das concentrações de PEG a partir do potencial de -0,4 MPa também diminuiu o índice de velocidade de germinação (Figura 2B) e provocou o aumento do tempo médio de germinação (Figura 2C). Possivelmente, a utilização de potenciais osmóticos muito baixos durante a sementeira estendeu a fase II de germinação das sementes e atrasou o processo germinativo, sugerindo que as sementes de niger sejam sensíveis à redução do potencial hídrico do substrato.

O processo físico de absorção de água é necessário para a ativação metabólica durante a germinação das sementes, desencadeando uma sucessão de eventos que culminam com a emissão da raiz primária (KOS; POSCHLOD, 2008; YANG et al., 2010). Potenciais hídricos muito baixos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar os eventos subsequentes do processo germinativo (ÁVILA et al., 2007). De acordo com Bewley e Black (1994), a redução da atividade enzimática que se verifica sob condições de umidade abaixo do exigido pela cultura é uma das causas da baixa germinação de sementes e da velocidade em que ela ocorre.

De maneira geral, o déficit hídrico é uma das principais causas da mortalidade de plântulas e a umidade do substrato é um dos fatores mais importantes para a germinação, embora a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico varie de espécie para espécie (KOS; POSCHLOD, 2008). Estudando a germinação de sementes de *Emilia sonchifolia* submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG 6000, Yamashita et al. (2009) observaram reduções na germinação e na velocidade de germinação das

sementes a partir do potencial de -0,1 MPa e nenhuma germinação a partir de -0,4 MPa. O estresse osmótico a partir de -0,3 MPa reduziu drasticamente o poder germinativo e a velocidade de

germinação de sementes de *Calendula officinalis*, consideradas sensíveis ao estresse hídrico (CARVALHO et al., 2007).

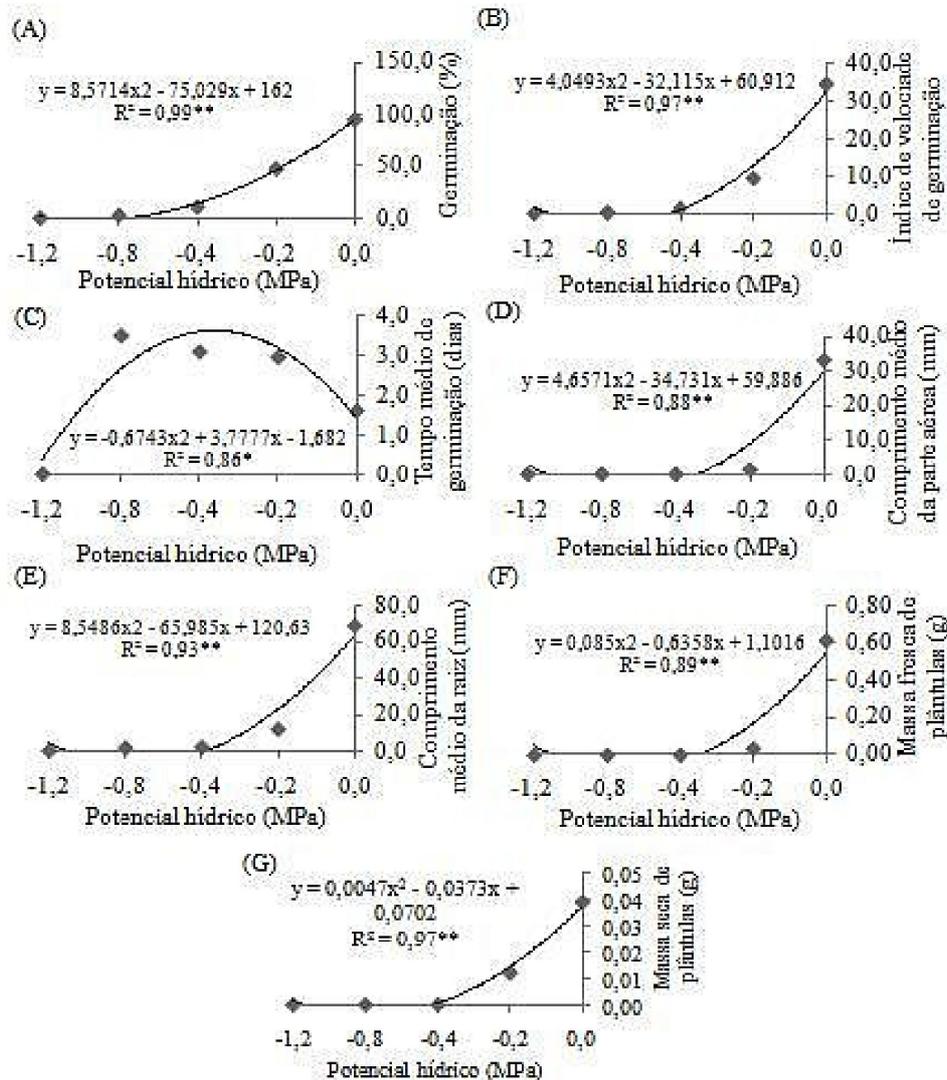


Figura 2. Porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), tempo médio de germinação (C), comprimentos da parte aérea (D) e da raiz (E) e massas fresca (F) e seca (G) de plântulas de niger sob diferentes disponibilidades hídricas do substrato.

Conforme a disponibilidade hídrica do substrato sofreu diminuição gradativa, houve prejuízo na formação de plântulas normais de niger, o que foi observado pela redução dos comprimentos da parte aérea e da raiz (Figuras 2D e 2E). Nos potenciais hídricos de -0,4 e -0,8 MPa observou-se apenas protrusão da raiz primária, sem emissão da parte aérea. A mesma tendência foi observada para as massas fresca e seca de plântulas, sendo verificado que a redução da disponibilidade hídrica na fase de semeadura ocasionou um estresse irreversível nas sementes, afetando negativamente a transferência de reservas para as plântulas, o que sugere que as sementes de niger sejam sensíveis à

redução da disponibilidade hídrica do substrato durante a semeadura (Figuras 2F e 2G).

A diminuição do crescimento de plântulas de *Helianthus annuus* ocasionada pela redução da disponibilidade de água no substrato induzida por PEG 6000 foi relatada por Kaya et al. (2006), que observaram redução significativa do comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas, constatando paralisação do crescimento da raiz primária e da parte aérea a -0,9 MPa e -0,6 MPa, respectivamente. Moterle et al. (2006) atribuem a redução no crescimento, ocasionada pela diminuição da expansão e do alongamento celular, devido ao

decréscimo da turgescência, à baixa disponibilidade de água.

niger, sendo sensíveis a temperaturas inferiores a 15 °C.

A redução da disponibilidade hídrica do substrato abaixo do potencial osmótico de -0,2 MPa reduz a germinação e o crescimento das plântulas.

CONCLUSÕES

As temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C são mais adequadas para a germinação das sementes de

ABSTRACT: Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) is an oilplant with biodiesel potential production. However, there is little information about the seeds physiological quality production. This work aimed to evaluate niger germination and seedlings growth submitted to different temperature and substrate water availability. The first experiment was carried out in a germination chamber as B.O.D. with constants temperatures (5, 10, 15, 20 e 25 °C) and an alternated temperature (20-30 °C). For the second experiment seeds were sowed on paper substrate Polyethylene Glicol 6000 different osmotic potentials moisture solutions (0.0; -0.2; -0.4; -0.8 e -1.2 MPa) and it were kept in the germination chamber as B.O.D. at 25°C. Evaluated the germination percentage, germination speed index, germination medium time, aerial part and root length and fresh and dry seedlings mass. Results showed the 20-30, 25 e 20 °C temperatures favored the niger seeds germination percentage and speed index. Niger seeds are sensitive to temperatures below 15 °C and the substrate water availability decrease from -0.2 MPa prejudice seeds germination and seedlings growth.

KEYWORDS: Chilling. *Guizotia abyssinica*. Oilplant. Osmotic stress.

REFERÊNCIAS

- AL-AHMADI, M. J.; KAFI, M. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* (L.). **Journal of Arid Environments**, London, v. 68, n. 2, p. 308-314, 2007.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- BARROS, F. V.; LEMOS-FILHO, J. P. Resposta fotossintética de plântulas de *Dalbergia nigra* Allem. em relação à temperatura. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 351-353, jul. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.
- CARVALHO, P. R.; MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 114-124, 2007.
- CUSTÓDIO, C. C.; VIVAN, M. R.; NUNES, R. C. A.; AGOSTINI, E. A. T. Tolerância cruzada induzida por choque térmico na germinação de semente de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 131-143, 2009.
- EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination on okra seeds. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, v. 71, s. n., p. 428-34, 1958.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** (Sistema para análise de variância). Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas DEX), 2000. CD-ROM.

- GELETA, M.; BRYNGELSSON, T.; ENDASHAW, B.; DAGNE, K.; BRYNGELSSON, T. Phylogenetics and taxonomic delimitation of the genus *Guizotia* (Asteraceae) based on sequences derived from various chloroplast DNA regions. **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 289, n. 1-2, p. 77-89, 2010.
- GOMIDE, R. L.; DURÃES, F. O. M.; KOBAYASHI, M. K.; MACHADO, R. A. F. Caracterização de estresse hídrico de duas linhagens de milho (*Zea mays* L.) com sondas de fluxo de seiva. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 344-354, 2005.
- KAYA, M. D.; OKÇU, G.; ATAK, M.; ÇIKILI, Y.; KOLSARICI, Ö. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal of Agronomy**, v. 24, n. 4, p. 291–295, 2006.
- KOS, M.; POSCHLOD, P. Correlates of inter-specific variation in germination response to water stress in a semi-arid savannah. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 9, n. 6, p. 645–652, 2008.
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARAGHNI, M.; GORAI, M.; NEFFATI, M. Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 76 n. 3, p. 453–459, 2010.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 12, 2005. 495 p.
- MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potencial of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, v. 51, n. 5, p. 914-916, 1973.
- MOTERLE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 169-176, 2006.
- SARIN, R.; SHARMA, M.; KHAN, A. A. Studies on *Guizotia abyssinica* L. oil: Biodiesel synthesis and process optimization. **Bioresource Technology**, Essex, v. 100, n. 18, p. 4187-4192, 2009.
- SHARIFI, P. Evaluation on sixty-eight rice germplasms in cold tolerance at germination stage. **Rice Science**, v. 17, n. 1, p. 77-81, 2010.
- SOLOMON, W. K.; ZEWDU, A. D. Moisture-dependent physical properties of niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed. **Industrial crops and products**, v. 29, n. 1, p. 165-170, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C.; SILVA, J. L.; CARVALHO, M. A. C.; CAMARGO, M. F. Fatores ambientais sobre a germinação de *Emilia sonchifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 673-681, 2009.
- YANG, X.; DONG, M.; HUANG, Z. Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 48, n. 2-3, p. 131-135, 2010.