

Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas ao condicionamento mátrico e osmótico

Vicente de Paula Queiroga¹, Riselane de Lucena Alcântara Bruno², Marleide Magalhães de Andrade Lima³, José Wellington dos Santos⁴

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito do condicionamento mátrico e osmótico sobre a qualidade fisiológica de sementes de algodão herbáceo. Foram utilizadas sementes de algodão, deslintadas quimicamente, do cultivar Pantan, na proporção de 100 g de sementes para 1000 g da matriz sólida (algalita). Os tratamentos consistiram em cinco teores de água, utilizados para umedecimento da matriz (0,10; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mL), durante seis períodos de condicionamento (0; 1; 4; 8; 16 e 32 dias). Quanto ao condicionamento osmótico, foram realizados dois ensaios: sementes submetidas às soluções osmóticas de polietileno glicol (PEG) 6000 (-0,25 MPa) e de nitrato de potássio (0,3 M ou -0,72 MPa), nos sete tempos de condicionamento osmótico (0; 12; 24; 36; 48; 72 e 96 h), à temperatura de 20 °C. As variáveis analisadas foram porcentagem de germinação e comprimento de plântulas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Observou-se que houve aumento na germinação e no vigor das sementes condicionadas com diferentes níveis de umidade na matriz sólida, em comparação com a testemunha. Constatou-se, também, que a capacidade de revigoramento do tratamento com 0,50 mL de água foi comprovada, à medida que aumentou o tempo de exposição das sementes à matriz sólida; o condicionamento osmótico com PEG 6000 aumentou o vigor das sementes, mas não favoreceu a germinação, e o condicionamento osmótico com nitrato de potássio reduziu a germinação, entretanto, proporcionou aumento no vigor das sementes nas primeiras horas de hidratação.

Palavras-chave: Qualidade de sementes, matriz sólida, sementes deslintada, solução osmótica, *Gossypium hirsutum* L.

ABSTRACT

Physiological quality of cotton seeds subjected to matrix and osmotic conditioning

The objective of this work was to evaluate the effect of matrix and osmotic conditioning on the physiological quality of seeds of herbaceous cotton. Seeds of the chemically delinted cotton cultivar Pantan were used at the ratios of 100 g of seeds per 1000 g of solid matrix (Algalita). The treatments consisted of five levels of water used for wetting the matrix (0.10, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00 mL) during six conditioning periods (0, 1, 4, 8, 16 and 32 days). Two assays were carried out for the osmotic conditioning: seeds treated with osmotic solutions of polyethylene glycol (PEG) 6000 (-0.25 MPa) and potassium nitrate (0.3 M or -0.72 MPa) at seven times of osmotic conditioning (0, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h) at 20 °C. The variables analyzed were percentage of germination and length of seedlings. The experiment was arranged in a complete randomized design with four replications. There was increase in the vigor of seeds conditioned with

Recebido para publicação em julho de 2009 e aprovado em novembro de 2010

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Fitotecnia, Embrapa Algodão, Caixa Postal 174, Rua Osvaldo Cruz 1143, Bairro Centenário, 58428-095, Campina Grande, Paraíba, Brasil. queiroga@cnpa.embrapa.br

² Engenheira-Agrônoma, Doutora. Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Cidade Universitária, 58397-000, Areia, Paraíba, Brasil. laneufpb@hotmail.com

³ Engenheira Florestal, Doutora. Departamento de Biotecnologia, Embrapa Algodão, Caixa Postal 174, Rua Osvaldo Cruz 1143, Bairro Centenário, 58428-095, Campina Grande, Paraíba, Brasil. marleide@cnpa.embrapa.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Embrapa Algodão, Caixa Postal 174, Rua Osvaldo Cruz 1143, Bairro Centenário, 58428-095, Campina Grande, Paraíba, Brasil. jwsantos@cnpa.embrapa.br

different levels of moisture in the solid matrix compared with the control. The ability to reinvigorate of the treatment with 0.50 mL water was confirmed with the increased time of seed exposure to the solid matrix; the osmotic conditioning with PEG 6000 increased seed vigor, but did not promote germination, and the osmotic conditioning with potassium nitrate reduced germination, but increased seed vigor in the first 24 hours of hydration - of seeds disinfested with sodium hypochlorite - and up to 48 hours for seeds treated with N-[(trichloromethyl) tio]-4-cyclohexene-1,2-dicarboximide (concentration of 750 g / kg).

Key words: Seed quality, solid matrix, delinted seeds, osmotic solution, *Gossypium hirsutum* L.

INTRODUÇÃO

O condicionamento mátrico é um dos mais recentes processos de pré-tratamento de sementes. O processo consiste em condicionar as sementes em uma matriz sólida ou semissólida umedecida. As matrizes sólidas mais utilizadas são a vermiculita em camadas, argila expandida calcinada, gel de polipropionato sódico ou silicato cálcio sintético (Khan & Patasznik, 1992; Caseiro, 2003).

Dentre as alterações observadas após o condicionamento das sementes, constata-se a hidrólise do endosperma, influenciando na velocidade de germinação das sementes (Finch-Savage, 1995; Caseiro & Marcos Filho, 2005).

Para a germinação de sementes, em regiões caracterizadas por condições extremas de altas temperaturas e baixa precipitação, a utilização do condicionamento mátrico, segundo Taylor *et al.* (1998), evitaria o processo de termodormência que ocorre em solos quentes para sementes de algumas espécies.

Khan *et al.* (1995) afirmaram que o uso de uma matriz sólida é mais eficiente que o condicionamento osmótico, nos tratamentos de pré-emergência, em condições de baixo potencial hídrico do solo, em razão de as sementes, submetidas a tais situações, apresentarem danos por embebição.

Por outro lado, o controle da hidratação da semente, pelo emprego de soluções diluídas até um limite que permita a realização dos processos metabólicos pré-germinativos, sem a emergência da radícula, é denominado de condicionamento osmótico (Bradford, 1986; Carvalho *et al.*, 2000; Perez & Negreiros, 2001; Wanli *et al.*, 2001; Fessel *et al.*, 2002; Bonome *et al.*, 2006; Costa & Villela, 2006).

A presença de solutos altera as propriedades da água, resultando numa pressão osmótica diferente de zero na solução. No condicionamento osmótico, os solutos mais utilizados têm sido o polietileno glicol 6000, que é um composto orgânico e, o nitrato de potássio, que é um sal inorgânico (Kikuti *et al.*, 2002; Biruel *et al.*, 2007).

O polietileno glicol 6000 (PEG 6000) tem sido indicado por Lagerwerff *et al.* (1961), Suñe *et al.* (2002), Jeller & Peres (2003), Tonin *et al.* (2005), em razão de simular satisfatoriamente os efeitos da seca sobre a germinação das sementes. O PEG 6000 é considerado um sal orgânico e quimicamente inerte, por não apresentar toxicidade para as sementes. Entretanto, Podlaski *et al.* (2003) observaram que o condicionamento osmótico tem como efeito negativo promover o desenvolvimento de fungos nas sementes durante o condicionamento.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito do condicionamento mátrico e osmótico sobre a qualidade fisiológica de sementes de algodão herbáceo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Politécnica de Madrid (UPM), Espanha, no período de março a setembro de 2006. Foram utilizadas sementes de algodão do cultivar Panton, produzidas na Espanha.

As sementes (3 kg) foram submetidas ao processo de deslintamento químico, na proporção de 1 litro de ácido sulfúrico para 7 kg de sementes (Queiroga *et al.*, 2001), sendo posteriormente submetidas ao efeito do condicionamento mátrico e osmótico.

No ensaio 1, para o condicionamento em meio sólido (mátrico), foi empregado o pó de "algalita", que é um subproduto extraído de algas marinhas, produzido pela empresa Hispanagar, de Burgos, Espanha. As composições químicas da algalita em potássio, sódio, cálcio e magnésio foram de 22,62; 8,15; 31,64 e 15,94 meq/100 g, respectivamente, sendo o pH de 8,4.

Os tratamentos foram representados pela combinação: sementes (100 g) x matriz sólida (1000 g) x água, modificando apenas o teor de água (0,10; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mL), utilizando-se vários períodos de condicionamento mátrico (0; 1; 4; 8; 16 e 32 dias). Para cada teor de água, foram colocadas 100 g de sementes em um pequeno tambor de aço inoxidável, que girava por acionamento mecânico. Com o tambor em

movimento numa inclinação de 45°, foi adicionado um quilo do pó de “algalita”. Em seguida, misturaram-se, lentamente, ao meio, contendo as sementes e a matriz sólida, as quantidades de água de acordo com os tratamentos.

A preparação da matriz sólida foi estabelecida para as sementes de algodão, a partir dos resultados obtidos por Durán *et al.* (1997), combinando as proporções adequadas (0,1:1:0,1) de Sementes (S), Matriz (M) e Água (A).

No tocante ao condicionamento osmótico, foram realizados dois ensaios, sendo, um para cada produto químico utilizado no tratamento das sementes. No ensaio 1, o PEG 6000 foi utilizado para obtenção de uma solução com potencial osmótico de -0,25 MPa. O condicionamento osmótico consistiu na imersão das sementes nesta solução, nos períodos de 0; 12; 24; 36; 48; 72 e 96 h, a 20 °C. A cada duas horas, a solução osmótica era agitada e aerada por 15 minutos, mediante acionamento programado de um pequeno compressor de ar. Após o período de condicionamento osmótico algumas sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio (3%), por 15 minutos, e, outras, não tratadas.

No ensaio 2 foi utilizado o nitrato de potássio com solução osmótica de 0,3 M (-0,72 MPa), sendo as sementes submetidas a sete tempos de condicionamento osmótico (0; 12; 24; 36; 48; 72 e 96 h), a 20 °C. Foi utilizado o mesmo procedimento de agitação da solução osmótica de PEG 6000. Antes dos ensaios de germinação e vigor, as sementes condicionadas osmoticamente foram submetidas aos seguintes tratamentos: sementes não tratadas; sementes tratadas com hipoclorito de sódio (3%), por 15 minutos e sementes tratadas com N-[(triclorometil) tio]-4-ciclohexeno-1,2-(Captan), na concentração de 750 g/kg, na dosagem de 300 g do produto para 100 kg de sementes (15 minutos).

Os tratamentos foram avaliados por meio da porcentagem de germinação e comprimento de plântulas (vigor). Foram utilizadas 25 sementes por repetição, semeadas em folha sanfonada de papel *germitest*, tendo outra folha lisa, envolvendo a primeira. Em seguida, ambas as folhas foram umedecidas com água destilada, na proporção de três vezes o seu peso, sendo finalmente acondicionadas em germinador com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 24 horas de luz.

Com relação ao teste comprimento de plântula, foi desenvolvido com quatro repetições de 10 sementes para cada tratamento, sendo realizado em conjunto com o teste de germinação. O comprimento da plântula (radícula + hipocótilo) foi medido em milímetros, aos quatro dias após o início do teste de germinação. Apenas as plântulas normais foram medidas e os resultados expressos como média do vigor. Estas avaliações foram realizadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), apenas modificando a quantidade de 25 sementes por repetição para o teste de germinação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se variação dos dados explicitados na equação de regressão entre a variável porcentagem de germinação versus períodos de condicionamento mátrico (Figura 1), sendo a equação raiz cúbica a que melhor ajustou os diferentes níveis de água na matriz sólida: 0,10 mL ($r^2 = 0,46$); 0,25 mL ($r^2 = 0,97$); 0,50 mL ($r^2 = 0,85$); 0,75 mL ($r^2 = 0,28$); e 1,00 mL ($r^2 = 0,40$).

A germinação das sementes foi elevada, com porcentagem superior a 80% na maioria dos tratamentos (Figura 1). Constatou-se efeito positivo das interações entre níveis de umidade na matriz sólida e período de condicionamento sobre a germinação das sementes de algodão, com a tendência de maior germinação para a maioria dos tratamentos estudados, exceto para o tratamento 1,0 mL, quando as sementes permaneceram imersas na matriz sólida ao longo do período de 32 dias, em comparação com a testemunha. Estes resultados estão em conformidade com as afirmações feitas por Khan & Patasznik (1992), quando enfatizaram que o condicionamento mátrico pode melhorar a germinação das sementes de muitas espécies.

Nos períodos de exposição das sementes à matriz sólida, de 4, 8 a 32 dias, houve aumento da germinação daquelas submetidas ao tratamento de 0,50 mL. Já nos períodos de 1 a 16 dias, ocorreram reduções na germina-

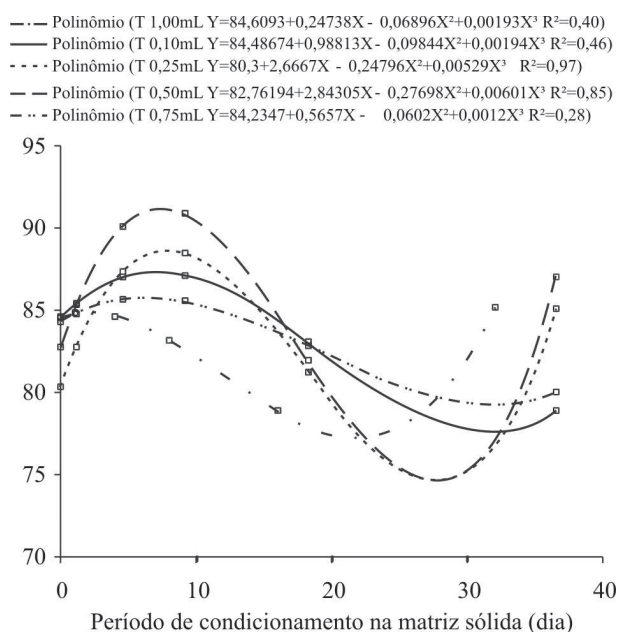


Figura 1. Germinação das sementes deslindadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. Pantan), submetidas aos diferentes níveis de umidade da matriz sólida, em função dos períodos de condicionamento.

ção das sementes. A mesma característica foi observada no nível de umidade de 0,25 mL, seguindo a curva de germinação ligeiramente abaixo do tratamento 0,50 mL. Vale destacar que os tratamentos 0,25 mL ($r^2 = 0,97$) e 0,50 mL ($r^2 = 0,85$) apresentaram os maiores coeficientes de determinação.

Com relação aos demais tratamentos utilizados no ensaio, houve uma oscilação de acréscimo e diminuição da germinação, quando as sementes foram submetidas aos vários períodos (1; 4; 8; 16 e 32 dias) de imersão no pó de "algalita" com diferentes teores de água (0,10; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 mL).

A variação dos dados está explicitada pela equação de regressão entre a variável vigor das sementes versus períodos de condicionamento mátrico (Figura 2), sendo que a equação quadrática foi a que melhor ajustou os diferentes níveis de água na matriz sólida: 0,10 mL ($r^2 = 0,88$); 0,25 mL ($r^2 = 0,96$); 0,50 mL ($r^2 = 0,95$); 0,75 mL ($r^2 = 0,97$); e 1,00 mL ($r^2 = 0,76$).

Tomando-se como base a testemunha da Figura 2, observa-se que houve um incremento do vigor, à medida que aumentou o tempo de exposição das sementes à matriz sólida, para todos os níveis de umidade (0,10; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,00 mL). Esta maior competição por água entre a matriz sólida e as sementes, provavelmente seja determinante para esclarecer que os processos metabólicos pré-germinativos (hidrólise do endosperma) tenham influenciado na velocidade de germinação (vigor) das sementes (Finch-Savage, 1995).

Mais uma vez, destacando-se o tratamento com 0,50 mL de água na matriz sólida, observou-se um aumento gradativo do vigor das sementes ao longo de todo o período de imersão estudado, alcançando o máximo aos 32 dias. Esta resposta crescente do tratamento com 0,5 mL

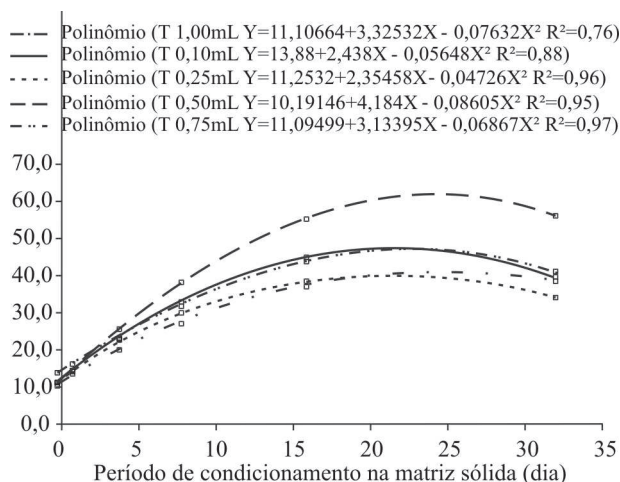


Figura 2. Vigor das sementes deslindadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. Pantón), submetidas aos diferentes níveis de umidade da matriz sólida, em função dos períodos de condicionamento.

de água pode servir de critério para definir este tratamento como o que melhor ajustou-se ao efeito dos diferentes períodos de tempo de exposição das sementes à matriz sólida.

A variação dos dados, explicitada na equação de regressão entre a variável germinação versus períodos de condicionamento osmótico com PEG (Figura 3), pôde ser demonstrada pela equação linear, que melhor ajustou o efeito principal do tratamento com PEG ($r^2 = 0,90$), e pela equação quadrática para os dados entre a variável vigor de sementes versus períodos de condicionamento osmótico com PEG ($r^2 = 0,91$) (Figura 4).

O condicionamento osmótico das sementes de algodão com PEG 6000 proporcionou aumento no vigor em relação às sementes não condicionadas (testemunha), com o máximo no período de 36 h (Figura 4). Entretanto, não proporcionou aumento na porcentagem de germinação das sementes (Figura 3), cujos valores foram-se reduzindo, principalmente, a partir das 48 h de condicionamento. Dessa forma, os resultados mais significativos de vigor foram obtidos com as sementes nos tempos de condicionamento compreendidos de 24 a 48 h. Provavelmente, o

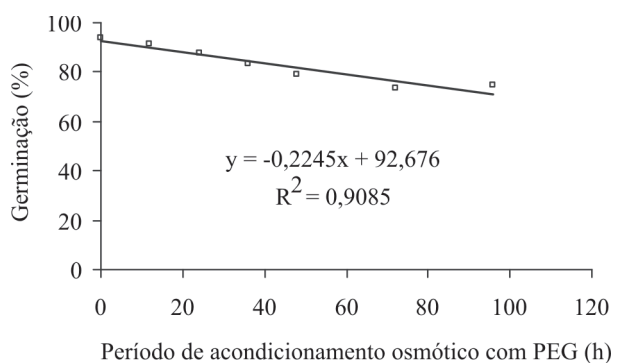


Figura 3. Germinação das sementes deslindadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. Pantón), em função dos períodos de condicionamento osmótico com polietileno glicol (PEG) 6000.

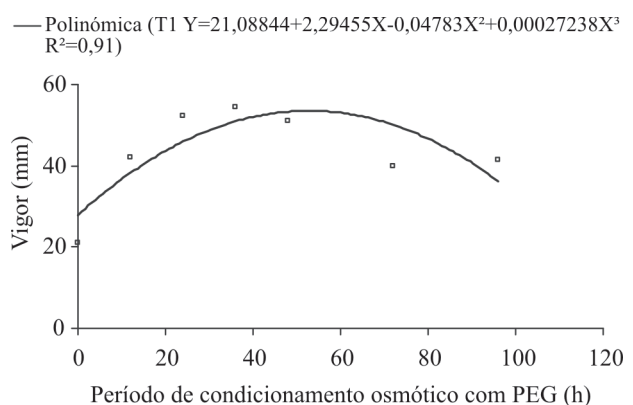


Figura 4. Vigor das sementes deslindadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. Pantón), em função dos períodos de condicionamento osmótico com polietileno glicol (PEG) 6000.

tratamento com hipoclorito de sódio influenciou positivamente, ressaltando bem mais o vigor do que a germinação das sementes, nos diferentes tempos de condicionamento osmótico com PEG. Em parte, esses resultados concordam com as afirmações de Lagerwerff *et al.* (1961), que enfocaram que o PEG não causa toxicidade às sementes, podendo melhorar a sua qualidade fisiológica. Por outro lado, pode promover a proliferação de fungos durante os ensaios de laboratório (Podlaski *et al.*, 2003).

A variação dos dados, entre a variável germinação versus períodos de condicionamento osmótico com nitrato, está explicitada pela equação de regressão (Figura 5), cuja equação linear foi a que melhor ajustou o tratamento com nitrato, apenas quando as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio ($r^2 = 0,97$). Entretanto, os resultados de germinação das sementes, não tratadas e tratadas com N-[(triclorometil) tio]-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida, na concentração de 750 g/kg, não se ajustaram a nenhum tipo de equação, por apresentarem alguns valores negativos ao longo dos períodos de condicionamento osmótico com nitrato.

O condicionamento osmótico com nitrato de potássio (Figura 5) ocasionou redução acentuada na germinação das sementes tratadas com hipoclorito de sódio (3%), quando foram submetidas aos diferentes tempos de condicionamento, em comparação com o tratamento testemunha. Esses resultados, provavelmente, são decorrentes da elevada proliferação de fungos durante os testes laboratoriais, estando em conformidade com Podlaski *et al.* (2003), quando admitiram que o condicionamento osmótico tem como efeito negativo promover o desenvolvimento de fungos nas sementes durante o tratamento, apesar de as sementes terem sido tratadas com hipoclorito de sódio.

A equação cúbica foi a que melhor ajustou a variação dos tratamentos entre a variável vigor das sementes

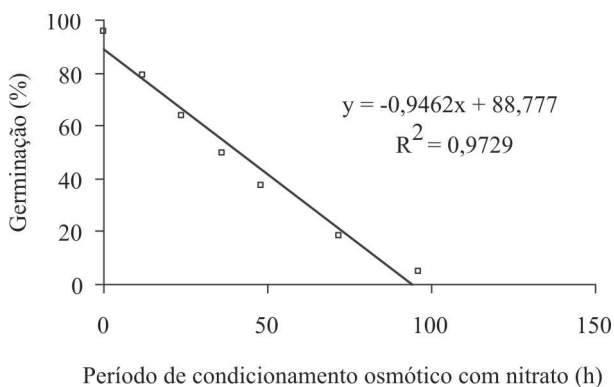


Figura 5. Germinação das sementes deslindadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. "Panton"), com tratamento hipoclorito de sódio, em função dos períodos de condicionamento osmótico com nitrato.

versus períodos de condicionamento osmótico com nitrato: sementes não tratadas ($r^2 = 0,99$), sementes desinfestadas com hipoclorito ($r^2 = 0,75$) e sementes tratadas com N-[(triclorometil) tio]-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida na concentração de 750 g/kg ($r^2 = 0,90$) (Figura 6).

O condicionamento osmótico com nitrato de potássio, apesar de ter afetado negativamente a germinação das sementes, favoreceu o seu vigor quando as sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio e, principalmente, com N-[(triclorometil) tio]-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida (Captan), na concentração de 750 g/kg, nos tempos de condicionamento de 12 a 24 horas (Figura 6). No entanto, o vigor das sementes foi afetado negativamente em todos os tempos de condicionamento com nitrato de potássio, quando as sementes não receberam nenhum tipo de tratamento de controle de fungos, estando tais resultados de acordo com os obtidos por Podlaski *et al.* (2003).

Além de simular o meio em que a semente deve germinar, as técnicas de condicionamento mátrico e osmótico poderão permitir a recuperação da qualidade fisiológica (revigoração) das sementes oleaginosas, armazenadas em pequenas quantidades no Banco Ativo de Germoplasma.

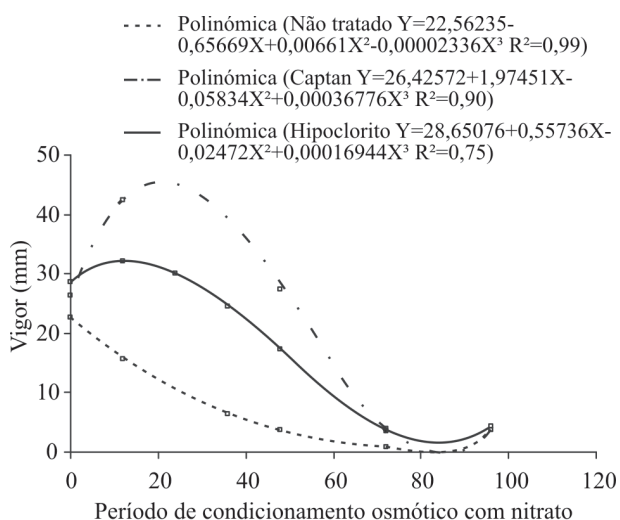


Figura 6. Vigor das sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L. cv. "Panton"), com e sem tratamento fungicida, em função dos períodos de condicionamento osmótico com nitrato.

CONCLUSÕES

Houve uma tendência de aumento na germinação e no vigor das sementes ao longo dos períodos de condicionamento na matriz sólida em relação à testemunha.

A capacidade de revigoração das sementes com 0,50 mL de água foi comprovada à medida que aumentou o tempo de exposição das sementes à matriz sólida.

O condicionamento osmótico com polietileno glicol 6000 aumentou o vigor das sementes, mas não favoreceu a germinação.

O condicionamento osmótico com nitrato de potássio reduziu a germinação das sementes, porém, aumentou o vigor daquelas tratadas nos primeiros tempos de hidratação.

REFERÊNCIAS

- Biruel RP, Filh ABB, Araújo ECE, Fraccaro FO & Andrade Perez SCJG (2007) Efeitos do condicionamento seguido ou não de secagem em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. sob estresse. Revista Ciência Florestal, 17:119-128.
- Bonome LTS, Guimarães RM, Oliveira JA, Andrade CV & Cabral PS (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Revista Ciência e Agrotecnologia, 30:422-428.
- Bradford KJ (1986) Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Horticultural Science, 21:1105-1112.
- Brasil (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV. 365p.
- Carvalho LF, Medeiros-Filho S, Rossetti AG & Teófilo EM (2000) Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. Revista Brasileira de Sementes, 22:185-192.
- Caseiro RF (2003) Métodos para condicionamento fisiológico de sementes de cebola e influencia da secagem e armazenamento. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 109p.
- Caseiro RF & Marcos Filho J. (2005) Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. Revista Horticultura Brasileira, 23:887-892.
- Costa CJ & Villela FA (2006) Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. Revista Brasileira de Sementes, 28:21-29.
- Durán JM, Retamal N & Guasch R (1997) El acondicionamiento mátrico. Revista de Agricultura, 775:120-122.
- Fessel SA, Vieira RD, Rodrigues TJD & Fagioli M (2002) Germinação de sementes de alface submetidas ao condicionamento osmótico durante o armazenamento. Revista Scientia Agrícola, 59:73-77.
- Finch-Savage WE (1995) Influence of seed quality on crop establishment, growth and yield. In: Basra AS (Ed.) Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications. New York, The Haworth Press. p.361-385.
- Jeller H & Perez SCJGA (2003) Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia do nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38:1025-1034.
- Khan AA & Ptasznik W (1992) Matricconditioning of seeds to improve stand establishment and yield. In: Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: Basis and applied aspects of seed biology. Angers, França. p.20-24.
- Khan AA, Szafirowska A, Satriyas I & Ptasznik S (1995) Presowing seed conditioning to improve stand establishment and yield of vegetables. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 36:438-451.
- Kikuti ALP, Oliveira JA, Medeiros-Filho S & Fraga AC (2002) Comunicação armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico. Revista Ciência e Agrotecnologia, 26:439-443.
- Lagerwerff JW, Ogata G & Eagle HE (1961) Control of osmotic pressure of culture solutions with polyethylenoglicol. Science, 133:1486-1487.
- Perez SCJGA & Negreiros GF (2001) Efeito do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub.) em condições de estresse. Revista Brasileira de Sementes, 23:175-183.
- Podlaski S, Chrobak Z & Wyszowska Z (2003) The effect of parsley seed hydrathion treatment and pelleting on seed vigour. Plant Soil and Environment, 49:114-118.
- Queiroga VP, Ribeiro OR, Bezerra JRC & Galdino PO (2001) Influência do tempo de deslincamento com ácido sulfúrico sobre a qualidade fisiológica da semente de algodão herbáceo. In: Congresso Brasileiro de Algodão, Campo Grande. Resumos, EMBRAPA. p.1078-1080.
- Suñe AD, Franke LB & Sampaio TG (2002) Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. Revista Brasileira de Sementes, 24:18-23.
- Taylor AG, Allen PS, Bennett MA, Bradford KJ, Burriss JS & Misra MK (1998) Seed enhancements. Seed Science Research, 8:245-256.
- Tonin GA, Gatti AB, Carelli BP & Perez SCJGA (2005) Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tul. Revista Brasileira de Sementes, 27:35-43.
- Wanli Z, Leihong L & Perez SCJGA (2001) Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). Revista Brasileira de Sementes, 23:146-153.