

# DESEMPENHO DE SEMENTES DE ALGODÃO SUBMETIDAS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA E PRESENÇA DE *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

## PERFORMANCE OF COTTON SEEDS SUBMITTED TO WATER DEFICIENCY AND PRESENCE OF *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

Ellen Noly BARROCAS<sup>1</sup>; José da Cruz MACHADO<sup>2</sup>; Marcelo de Carvalho ALVES<sup>3</sup>; Carla Lima CORRÊA<sup>4</sup>

1. Bolsista PNPd/CAPES, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG, Brasil. ellennoly@gmail.com; 2. Professor Titular, Departamento de Fitopatologia – UFLA, Lavras, MG, Brasil; 3. Bolsista CNPq, Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Cuiabá, MT, Brasil; 4. Bolsista Pós-Doutorado/CAPES – UFLA, Lavras, MG, Brasil.

**RESUMO:** A deficiência hídrica do solo por ocasião do plantio e associação de patógenos com sementes podem ocasionar a diminuição da germinação e vigor de um lote de sementes, levando à redução do estande e introdução de doenças no campo. Nesse trabalho utilizou-se sementes de algodoeiro cultivar Deltapine Acala 90 (suscetível a ramulose) e linhagem IAC 2226 (resistente a ramulose) para avaliar o desempenho das sementes mediante condições de deficiência hídrica (manitol, -0,8MPa), e presença de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. Após a submissão a deficiência hídrica em substrato agarizado na presença e ausência do fungo, pelos períodos de 0, 24, 36 72 e 108 horas, foram avaliados: emergência de plantas, índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca de parte aérea, sanidade e índice de doença. Verificou-se que com o aumento do tempo de deficiência hídrica na presença e ausência do patógeno a emergência, vigor e matéria seca de parte aérea de ambos os genótipos diminuiu, sendo mais acentuado na presença do fungo. Observou-se aumento na incidência de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* à medida que se aumentou o período de deficiência hídrica. O índice de doença na cultivar suscetível foi de aproximadamente 40% no maior período de restrição hídrica, enquanto no material resistente o índice manteve-se praticamente constante em 12% durante todo o período de restrição hídrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Restrição hídrica. Sementes de algodão. *Gossypium hirsutum* L. Patologia de sementes.

### INTRODUÇÃO

A germinação de sementes é um fenômeno amplo e complexo que pode ser influenciada por características genéticas e também por fatores do ambiente como temperatura, oxigênio, presença de micro-organismos, estresse hídrico, dentre outros (DELL'AQUILA, 1992; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Embora o algodão seja considerado uma cultura tolerante à seca o plantio de sementes em condições adversas como deficiência hídrica e somado à associação de organismos patogênicos podem inviabilizar a cultura (MENESES et al. 2006, ROSENOW et al. 1983).

O volume de água fornecido durante o seu cultivo e a umidade satisfatória no período durante o estabelecimento do estande são importantes para o desenvolvimento pleno da cultura e para a boa qualidade e quantidade de fibras produzidas (LIMA et al. 2007; BLACKMAN et al., 1992). O baixo nível de umidade aliado à associação de fungos, principalmente durante a fase de germinação,

podem comprometer várias reações enzimáticas essenciais para o desenvolvimento da cultura no campo.

A cultura do algodoeiro é atacada por um grande número de fungos transmitidos via sementes que podem causar doenças de importância econômica, causando grandes prejuízos a cultura. O fungo *Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides* A.S. Costa, agente causal da ramulose, é um importante patógeno para a cultura do algodoeiro. Sua importância reside no fato que além de causar tombamento em pré e pós-emergência, lesões deprimidas no colo e folhas pode causar nanismo e superbrotamento, comprometendo a frutificação e produção das plantas atacadas.

O estudo de efeitos da deficiência hídrica em cultivos vegetais pode ser realizado por meio de diferentes metodologias, tanto em condições controladas como em campos de cultivo. Em condições controladas a técnica da restrição hídrica, conforme descrita por Machado et al, 2012, proporciona condições para simulação de déficit hídrico de maneira rápida e segura. A técnica

baseia-se no princípio de controle do processo de germinação por meio da adição de solutos como polietileno glicol (PEG), manitol, KCl, NaCl, NaOH, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, glicerol ou sacarose a substratos agarizados que permitem a embebição das sementes e o desenvolvimento das etapas I e II do processo de germinação, sem que ocorra a protrusão da radícula. Dessa forma é possível expor sementes a substratos, reproduzindo condições de deficiência hídrica, e contendo, ao mesmo tempo, colônias fúngicas que infectam as sementes em função do tempo de contato entre sementes e patógeno (MACHADO et al. 2012; KIKUTI et al. 2002; COSTA et al. 2003).

Uma das grandes dificuldades metodológicas em patologia de sementes está na disponibilidade de sementes infectadas com níveis diferenciados de patógenos para diversos estudos, que são o ponto de partida para o estudo da relação patógeno-hospedeiro a partir de sementes. A técnica da restrição hídrica veio de encontro a essa necessidade e foi ajustada para o uso em Patologia de Sementes a partir dos estudos que já existiam em Tecnologia de Sementes. Desde então, estudos de desempenho de sementes de milho infectadas com *Acremonium strictum* (TEIXEIRA et al. 2005), sementes de feijão infectadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (VILELA et al. 2010), sementes de algodão com *C. gossypii* var. *cephalosporioides* (ARAÚJO et al. 2006), *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (SOUSA et al. 2008, MACHADO et al. 2004) e *Botryodiplodia theobromae* (MACHADO et al. 2004) e sua influência no desenvolvimento da cultura, tem sido avaliadas.

Nesse trabalho o objetivo foi avaliar o efeito do estresse hídrico inicial, provocado por um restritor químico sob condições controladas, no desempenho das sementes de algodão, na presença e ausência de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de algodão, linhagem IAC 2226, resistente à ramulose e cultivar Deltapine Acala 90, suscetível à ramulose, com germinação inicial de 72% e 84%, respectivamente. A linhagem IAC 2226 apresentou 10% de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, 9,25% de *Alternaria alternata*, 0,25% de *Nigrospora* e 0,25% de *Phoma* sp., 15% de *Aspergillus* spp. e 25% de *Penicilium* sp. A cultivar Deltapine Acala 90 apresentou 25% de *Aspergillus* spp. A qualidade sanitária e fisiológica inicial do lote foi determinada segundo Brasil, 2009 a e Brasil, 2009 b respectivamente.

Aproximadamente 5.800 sementes de cada material genético avaliado foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 2%, por 1 min, secas em capela de fluxo laminar por 24 horas e inoculadas com um isolado de ramulose. Tal isolado foi obtido a partir de plantas infectadas com sintomas da doença. Uma vez identificado com base em sua morfologia o fungo foi isolado em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo BDA. Após 4 dias de crescimento foram retirados discos de micélio de aproximadamente 1 cm de diâmetro e transferidos para de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo manitol em meio BDA, com potencial hídrico ajustado para -8,0 MPa, segundo cálculo do software SPPM (MICHEL; RADCLIFFE, 1995). As placas foram mantidas em incubação à temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h, por cinco dias, quando as sementes foram depositadas sobre a colônia e permaneceram em incubação por 0, 24, 36,72 e 108 h, nas mesmas condições de incubação já descritas. Os períodos de exposição diferenciados tiveram como objetivo gerar lotes de sementes com diferentes cargas fúngicas.

Paralelamente, para se avaliar isoladamente o efeito da restrição hídrica sobre o desempenho dos genótipos, aproximadamente 4.800 sementes foram também depositadas em placas de Petri contendo BDA nas mesmas condições e incubados pelos mesmos tempos já citados, porém sem a presença do fungo.

Após cada período determinado as sementes foram retiradas das placas, secas em capela de fluxo laminar por 24 horas para posterior utilização no teste de avaliação.

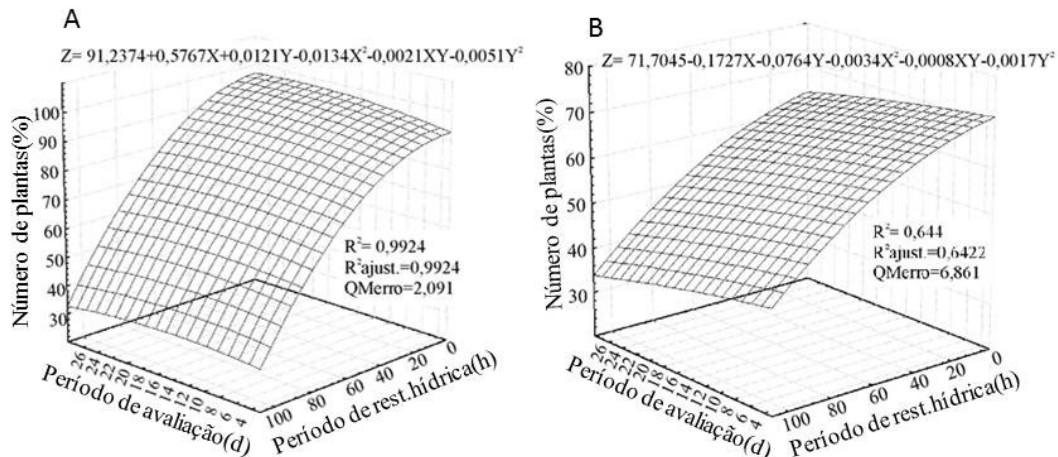
A semeadura foi realizada, em caixas de polietileno com dimensões de 48 x 29 x 10 cm, contendo substrato PLANTIMAX<sup>®</sup> em quatro repetições de 50 sementes para cada avaliação. Os testes avaliados foram: a) sanidade: Utilizou-se quatro repetições de 50 sementes para cada amostra por meio do método de incubação em substrato de papel (*blotter test*), conforme recomendações de Brasil, 2009b; b) emergência de plantas e índice de velocidade de emergência (IVE): o período de avaliação foi determinado pela contagem diária das plantas emergidas até 30 dias. Os valores de IVE foram determinados segundo Maguire (1962); c) peso de matéria seca: plantas emergidas em bandejas aos 30 dias foram cortadas na região do colo e todas as plantas de uma mesma repetição foram levadas à estufa de circulação de ar, regulada previamente à 70°C, onde permaneceram por 7 dias; d) índice de doença: foi utilizada uma escala com as seguintes notas: 0- sem sintoma, 1- Lesão no coleto até 1 cm (superficial), 2- Lesão no coleto > 1 cm

(deprimida), 3- Pontuações , mancha necrótica, lesão no pecíolo, 4- Perfurações na folha, 5- Morte do meristema apical, 6- Planta em colapso (morte). Os dados foram ponderados aplicando-se a fórmula descrita por McKinney (1923).

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento vegetal com temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas, por 30 dias após a semeadura (d.a.s). O delineamento foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram consideradas variáveis independentes período de avaliação e período de deficiência hídrica e variáveis dependentes: sanidade, emergência e índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca e índice de doença.

Uma abordagem iterativa foi utilizada para ajustar coeficiente com base em um modelo jacobiano e algoritmo "trust-region". As variáveis significativas foram submetidas à análise de regressão linear e não linear. Realizou-se regressão não linear e linear dependendo da complexidade do fenômeno a ser explicado pelo ajuste dos modelos.

No caso da regressão linear o método dos quadrados mínimos foi utilizado no ajuste das equações. No caso da regressão não linear utilizou-se o modelo 'Power'  $f(x) = a \cdot x^b$  ou  $f(x) = a \cdot x^{b+c}$ .



**Figura 1.** Emergência de plantas em função do período de restrição hídrica ao meio agarizado contendo manitol a  $-0,8\text{MPa}$  e do período de avaliação, para a cultivar Deltapine Acala 90 (A) e linhagem IAC 2226 (B)

A partir desses resultados pode-se inferir que, sementes de algodão sob períodos de deficiência hídrica mais prolongados podem ter a emergência prejudicada e o estabelecimento de plantas no campo comprometidos. Meneses et. al. 2011 utilizaram a mesma técnica para avaliar a germinação de sementes de algodão em condições de estresse hídrico utilizando diferentes concentrações do restritor hídrico PEG 6000 e concluíram que a partir de  $-0,4\text{MPa}$  a viabilidade das sementes e o vigor das plântulas ficaram

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis independentes, período de avaliação, período de déficit hídrico apresentaram interação significativa ( $p < 0,01$ ) para a característica de emergência em ambos os materiais, considerando-se a análise do efeito da deficiência hídrica e na presença do fungo *C. gossypii* var. *cephalosporioides*.

A análise do efeito da deficiência hídrica, promovido pela adição do soluto manitol  $-0,8\text{MPa}$ , no desempenho dos dois genótipos avaliados (Figura 1A e B), permitiu verificar que houve diminuição do número de plântulas emergidas à medida que se aumentou o tempo de exposição das sementes ao substrato contendo o restritor hídrico, mas não houve alteração no número de plantas emergidas ao longo do período avaliado em relação a cada tempo de déficit hídrico em que as sementes foram submetidas. A partir de 24 horas de estresse hídrico houve efeito negativo da emergência em ambos genótipos utilizados (Figura 1A e B). A diferença observada entre os dois materiais provavelmente foi devida a diferença de vigor inicialmente descrita entre ambos os materiais.

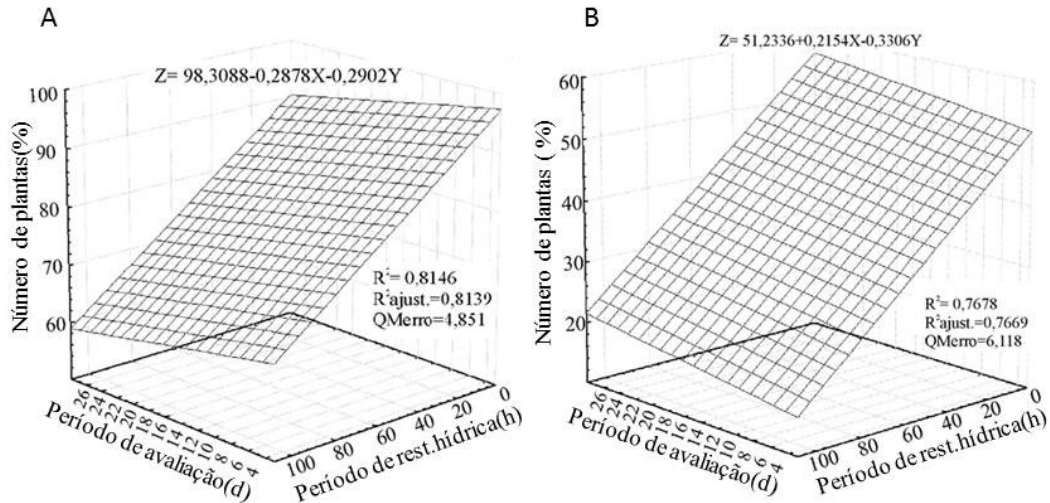
comprometidas.

Diversos trabalhos como os de Meneses et. al. 2011; Ghajari e Zeinali, 2003; Pirdashti et al. 2003; Pereira et al. 1998 utilizaram a técnica de restrição hídrica com a finalidade de se reproduzir condições de estresse hídrico em que as sementes podem encontrar por ocasião do plantio e todos os autores concordaram que ambientes com alto déficit hídrico prejudicam a germinação e o vigor dos lotes de sementes. Na tecnologia de sementes o uso de restritores hídricos tem sido utilizado com a

finalidade de aumentar a velocidade e uniformidade de germinação de sementes, mas geralmente a situação de deficiência hídrica é menor, o que não chega a comprometer o desempenho das sementes (Queiroga et al., 2011; Zonetti et al. 2011; Oliveira et al. 2010).

Quando se avaliou o desempenho dos materiais genéticos nas mesmas condições com o

fungo *C. gossypii* var. *cephalosporioides* (Figura 2A e B) observou-se diminuição mais acentuada na emergência de plantas em ambos genótipos do que a emergência na ausência deste. Observou-se também diminuição na emergência de plantas à medida que se aumentou o tempo de avaliação na cultivar suscetível (Figura 2A) e um aumento da emergência para a linhagem resistente (Figura 2B).



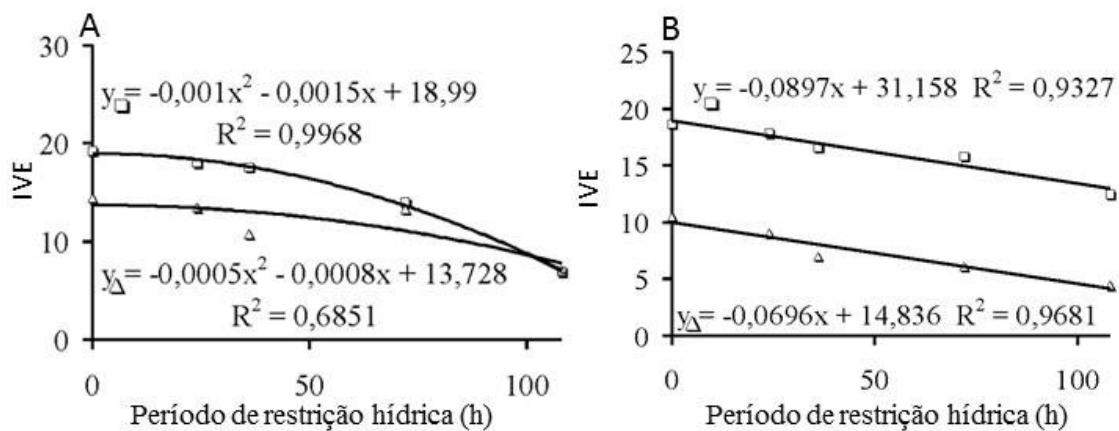
**Figura 2.** Emergência de plantas de algodão em função do período de restrição hídrica e do período de avaliação para a cultivar Deltapine Acala 90 (A) e linhagem IAC 2226 (B).

Tais resultados podem ser explicados pela base genética de resistência do genótipo aliado ao menor vigor das mesmas o que justifica o aumento de emergência com o aumento do período avaliado para as sementes da linhagem IAC 2226, conforme foi observado.

Os índices de velocidade de emergência (Figura 3A e B) confirmam os resultados já discutidos nos gráficos de superfície de resposta, ratificando decréscimo de vigor à medida que se aumentou o tempo de exposição da semente ao

substrato com déficit hídrico em ambos os genótipos. De acordo com os gráficos o vigor determinado pelo índice de velocidade de emergência foi mais comprometido quando houve a associação das sementes com o patógeno.

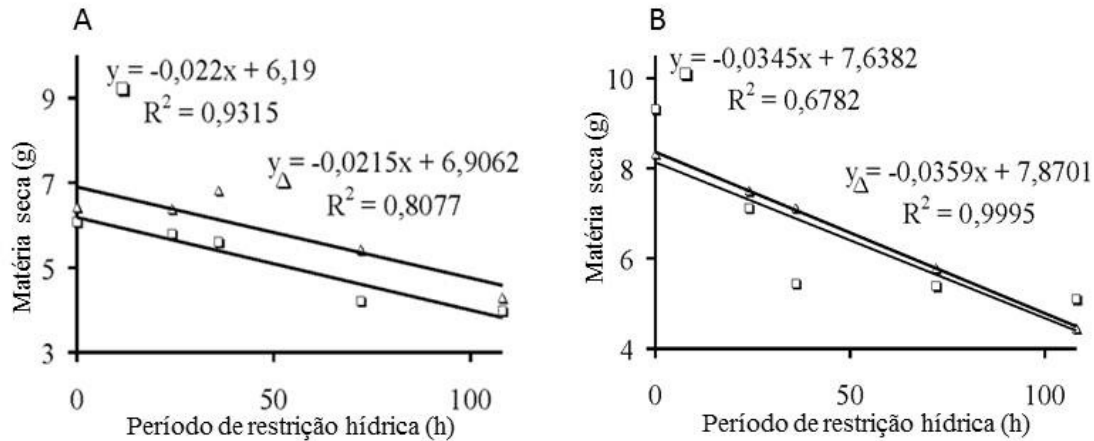
Em estudos similares, Araújo et al. 2006 e Machado et al. 2004 também verificaram diminuição significativa dos estandes à medida que houve aumento do tempo de exposição de sementes de algodoeiro ao agente da ramulose em substratos sob restrição hídrica.



**Figura 3.** Índice de velocidade de emergência (IVE) de plantas de algodoeiro da cultivar Delta Pine Acala 90 (□) e da linhagem IAC 2226 (Δ), em função do período de restrição hídrica sem (A) e com de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* (B).

Os efeitos do aumento do período de deficiência hídrica e da presença de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* sobre a matéria seca da parte aérea (Figura 4A e B) seguiram a mesma tendência para ambos materiais testados neste trabalho. Porém, observou-se que o peso de matéria seca foi menor quando as sementes estavam infectadas com o fungo *C. gossypii* var. *cephalosporioides* em

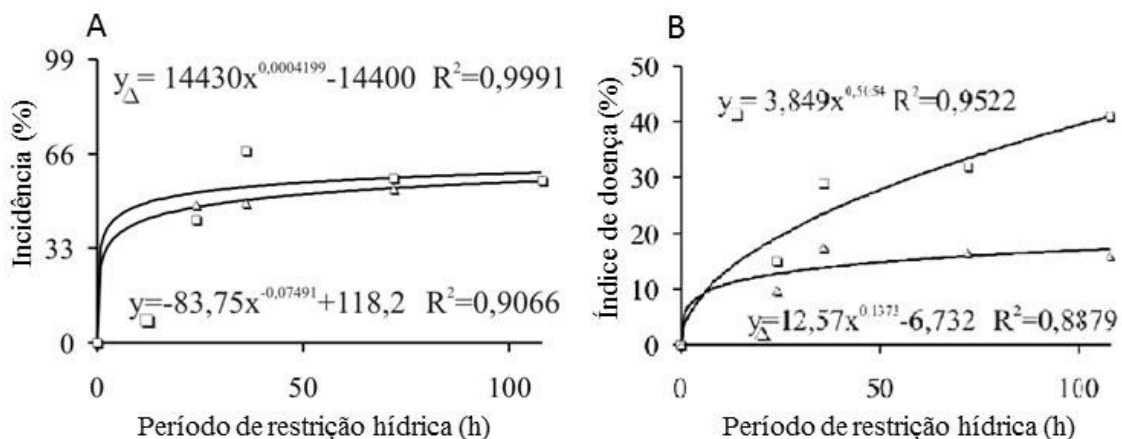
ambos os materiais, confirmando os efeitos prejudiciais da associação desse organismo com sementes de algodão. A diferença observada entre o peso da matéria seca de sementes infectadas e não infectadas inferior no material resistente quando comparada ao material suscetível também pode ser atribuída às características de resistência do material à ramulose.



**Figura 4.** Matéria seca de plantas de algodoeiro em função do tempo de exposição de sementes inoculadas com *C. gossypii* var. *cephalosporioides* (□) e osmocondicionada (Δ) da cultivar Deltapine Acala 90 (A) e IAC 2226 (B)

Quando se avaliou o efeito da deficiência hídrica sobre a eficiência de inoculação de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* observou-se que houve um incremento na incidência, à medida que se aumentou os tempos de exposição à colônia fúngica sob deficiência hídrica em ambos os genótipos. A partir de 24 horas de deficiência hídrica o aumento da incidência foi menor (Figura 5A). Esses dados sugerem que para a obtenção de sementes de algodão infectadas por *C. gossypii* var. *cephalosporioides* os tempos de exposição a partir de 24 horas são suficientes. Machado et al. (2004)

concluíram que o tempo de 48 horas foi suficiente e adequado para a inoculação de sementes de algodão para esse mesmo patossistema. Tanaka et al. (1989), por sua vez, verificaram que a partir de 12 de horas de contato das sementes com a colônia fúngica, já ocorre infecção, mas que o período de 24 horas de exposição seria mais adequado para se obter maiores taxas de infecção, em substrato sem restrição hídrica. Estes resultados deixam claro que inúmeros fatores podem interferir neste tipo de estudo, fazendo com que a seleção de material hospedeiro e do patógeno devem ser criteriosas.



**Figura 5.** Incidência de sementes inoculadas com *C. gossypii* var. *cephalosporioides* (A) da cultivar Deltapine Acala 90 (□) e da linhagem IAC 2226 (Δ) e índice de doença (B), em função em função do período de restrição hídrica.

Em relação à severidade da doença (Figura 5B), observou-se o aumento do índice de doença (ID), com o aumento do período de déficit hídrico para a cultivar suscetível. Nesse caso o aumento do índice foi proporcional ao aumento do tempo de duração do estresse hídrico inicial, culminando com um máximo de 40%. Para a linhagem resistente, o aumento do índice foi somente até o período de deficiência hídrica de 24 horas. A partir daí a severidade da doença se manteve constante, tendo o índice de doença atingido o máximo de 12%.

## CONCLUSÕES

Sementes de algodão quando expostas a período de deficiência hídrica entre 24 e 108 horas têm seu desempenho comprometido.

Os danos causados por *C. gossypii* var. *cephalosporioides* no desempenho de sementes de algodão, são crescentes com o aumento do período de deficiência hídrica inicial.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio constante à realização deste tipo de pesquisa e ao IAC, Campinas, pelo fornecimento de sementes usadas neste trabalho.

---

**ABSTRACT:** Water deficit soil at planting and association with seed pathogens can cause a decrease in germination and vigor of a seed, leading to a reduction of the stand and the introduction of diseases in the field. In this work we used seeds of cotton cultivar Deltapine Acala 90 (susceptible to ramulosis) and IAC 2226 strain (resistant to ramulosis) to evaluate the performance of seeds under conditions of water stress (manitol, -0.8 MPa) and presence of *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. After submitting to water stress in agar substrate in the presence and absence of the fungus, for periods of 0, 24, 36, 72 and 108 hours, were sown evaluated: plant emergence, speed of emergence index, dry weight of aerial part, health and disease index. It was found that with increasing time of water stress in the presence and absence of the pathogen emergence, vigor and dry weight of aerial part of both genotypes decreased, being more pronounced in the presence of the fungus. There was an increase in the incidence of *C. gossypii* var. *cephalosporioides* as it increased the amount of water restriction. The rate of disease in susceptible cultivar was approximately 40% higher in the period of water restriction, while the resistant strains index remained almost constant at 12% throughout the period of water restriction.

**KEYWORD:** Water restriction. Cotton seeds. *Gossypium hirsutum* L. Seed pathology.

---

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. V.; POZZA, E. A.; MACHADO, J. C.; ZAMBENEDETTI, E. B.; CELANO, F.; CARVALHO, E. M.; CAMARGOS, V. Influência da temperatura e do tempo de inoculação das sementes de algodão na transmissibilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 35-40, 2006.
- BLACKMAN, S. A.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. *Plant Physiology* v. 100, p. 225-230, 1992.
- BRASIL, **Manual de Análise Sanitária de Sementes** – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília: MAPA-ACS, 2009a, 200p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretária de Defesa Agropecuária Brasília: Mapa/ACS, 2009b. 399p.
- CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- COSTA, M. L. N.; MACHADO, J. C.; GUIMARÃES, R. M.; POZZA, E. A.; ORIDE, D. Inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em sementes de feijoeiro através de restrição hídrica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1023-1030, 2003.

- DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v. 69, n. 2, p. 167-171, 1992.
- GHAJARI, A.; ZEINALI, E. Effects of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of two cotton cultivars. **Seed and Plant**, v. 18, p. 506-509, 2003.
- KIKUTI, A. L. P.; OLIVEIRA, J. A.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 439-443, 2002.
- LIMA, L. H. G. M.; MENESES, C. H. S. G.; LIMA, M. M. A.; PEREIRA, W. E.; FERNANDES, P. D.; BRUNO, R. L. A.; VIDAL, M. S. Atributos fisiológicos de sementes de algodoeiro submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 3, p. 173-184, 2007.
- MACHADO, A. Q.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G.G.C.; CASSETARI NETO, D.; SOUSA, M. V. Potencial do Uso da Restrição Hídrica em Testes de Sanidade de Sementes de Algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 408-414, 2007
- MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A. O. ; VIEIRA, M. G. G. C.; ALVES, M. C. Uso da restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 62-67, 2004.
- MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; ALVES, M. C. Uso da restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 62-67, 2004.
- MACHADO, J. C., CARVALHO, J. C. B., VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M. Methodology for infecting seeds by fungi using water restriction technique. Abstracts, 26<sup>o</sup> **International Seed Testing Congress-seed Symposium**. Angers, France. 2001. p. 62.
- MACHADO, J. C.; BARROCAS, E. N.; COSTA, M. L. N.; GUIMARÃES, R. M.; MACHADO, C. F. Uso da técnica de restrição hídrica ou "condicionamento osmótico" em patologia de sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 20, p. 37-63, 2012.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helmintosporium sativum*. **Journal Agricultural Research**, Washington, v. 26, n. 5, p. 195-219, 1923.
- MENESES, C. H. S. G.; LIMA, L. H. G. de M.; LIMA, M. M. de A.; M. S. VIDAL. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, n. 1/2, p. 1039-1072, 2006.
- MENESES, C. H. S. G.; BRUNO, R. L. A. BRUNO.; FERNANDES, P. D.; PEREIRA, W. E.; LIMA, L. H. G. M.; LIMA, M. M. A.; VIDA, M. S. Germination of cotton cultivar seeds under water stress induced by polyethyleneglycol-6000. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 2, p. 131-138, 2011.
- MICHEL, B. E.; RADCLIFFE, D. A computer program relating solute potencial to solution composition for five solutes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 1, p. 131-136, 1995.
- OLIVEIRA, A. B. DE; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. Condicionamento osmótico e fatores que afetam essa técnica: Envelhecimento das sementes e estresses abióticos. **Enciclopédia Biosfera**. v. 6, n. 11; p. 1-18, 2010.

PEREIRA, J. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M. Deterioration, hardening and abnormalities in seed and seedling of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L. R. *latifolium* H.) genotypes under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 186-194, 1998.

PIRDASHTI, H.; SARVESTANI TAHMASEBI, Z.; NEMATZADEH, G.H.; ISMAIL A. Effect of water stress on seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. **Pakistan Journal of Agronomy**, v. 2, p. 217-222, 2003.

QUEIROGA; V. DE P.; BRUNO; R. L. A.; LIMA, M. M. DE A.; SANTOS; J. W. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas ao condicionamento mátrico e osmótico. **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 56-61, 2011.

ROSENOW, D. T.; QUISENBERRY, J. E.; WENDT, C. W.; CLARK, L. E. Drought tolerant sorghum and cotton germplasm. **Agricultural Water Management**, v. 7, p. 207-222, 1983.

SOUSA, M. V.; MACHADO, J. C.; PFENNING, L. H.; KAWASAKI, V. H.; ARAÚJO, D. V.; SILVA, A. A.; MARTINI NETO, A. Métodos de inoculação e efeitos de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* em sementes de algodoeiro. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 1, 2008

TANAKA, M. A. S.; MENTEN, J. O. M.; MARIANNO, M. I. A. Inoculação artificial de sementes de algodão com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* e infecção das sementes em função do tempo de exposição ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 15, p. 233-237, 1989.

TEIXEIRA, H.; MACHADO, J. C. Transmissibilidade e efeito de *Acremonium strictum* em sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1045-1052, 2003.

VILELA, M.; MACHADO, J. C.; BARROCAS, E. N.; ASSIS, A. C. C. Qualidade de sementes de feijoeiro infectadas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e viabilidade do fungo durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.

ZONETTI, P. C.; SOUZA, M. O.; SEVILHA, R. R.; SILVA, F. F. Efeito do condicionamento osmótico sobre o armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão colorido. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 13, p. 158-164, 2011.