



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Brasil

Michelotto, Marcos D.; Carrega, Willians C.; Galli, Juliana A.; Crosariol Netto, Jacob; Finoto, Everton L.; Busoli, Antonio C.

Germinação de sementes de algodoeiro provenientes de plantas submetidas a diferentes densidades larvais do curuquerê-do-algodoeiro

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 7, núm. 4, outubro-diciembre, 2012, pp. 603-607

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119024993011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, n.4, p.603-607, out.-dez., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i4a1799

Protocolo 1799 - 12/09/2011 • Aprovado em 03/05/2012

Marcos D. Michelotto¹

Willians C. Carrega^{2,3}

Juliana A. Galli¹

Jacob Crosariol Netto^{2,4}

Everton L. Finoto¹

Antonio C. Busoli^{2,5}

1 Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios do Centro Norte, Rodovia Washington Luiz, Km 372, Rural, CEP 15800-000, Pindorama-SP, Brasil. Caixa Postal 24. Fone/Fax: (17) 3572-1592. E-mail: michelotto@apta.sp.gov.br; julianagalli@apta.sp.gov.br; evertonfinoto@apta.sp.gov.br

2 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Rural, CEP 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. Fone: (16) 3209-2600. E-mail: willianscesar@hotmail.com; jacob_netto@hotmail.com; acbusoli@fcav.unesp.br

3 Bolsista de Mestrado da FAPESP.

4 Bolsista de Mestrado do CNPq

5 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

Germinação de sementes de algodoeiro provenientes de plantas submetidas a diferentes densidades larvais do curuquerê-do-algodoeiro

RESUMO

A obtenção de boa produtividade do algodão está diretamente associada ao eficiente controle de pragas. Este trabalho avaliou a relação de diferentes densidades de *A. argillacea* por planta, em diferentes idades das plantas, na germinação de sementes de quatro cultivares de algodoeiro: IAC 25, Delta Opal, Fibermax 993 e Fibermax 966. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, cujo primeiro fator foi a densidade de lagartas (0, 2, 4 e 6 lagartas) e o segundo, a data de liberação (30, 60 e 90 dias após a emergência das plantas - DAE). As lagartas foram liberadas sobre as plantas em uma única operação aos 30, 60 e 90 DAE. As sementes foram colhidas manualmente para a avaliação da germinação em laboratório, pelo teste de emergência em areia. Pode-se concluir que a germinação das sementes de algodão responde de forma diferente à desfolha provocada por *A. argillacea*; o estágio de desenvolvimento da planta no momento da infestação tem mais influência na qualidade fisiológica das sementes do que as porcentagens de desfolha; a germinação é negativamente afetada quando a desfolha ocorre aos 60 dias após a emergência.

Palavras-chave: *Alabama argillacea*, *Gossypium hirsutum*, relação fonte-dreno

Germination of cotton seeds from plants submitted to different larval densities of cotton leafworm

ABSTRACT

The cotton crop yield is directly associated with the efficient control of pests. This work evaluated the relationship of different densities of *A. argillacea* per plant at different cotton plant ages with seed germination of four cotton cultivars: IAC 25, Delta Opal, Fibermax 993, and Fibermax 966. A randomized block design was set up in 4x3 factorial with four replications. Densities of larvae per plant (0, 2, 4, and 6 larvae) was the major factor while plant ages (30, 60 and 90 days after emergency - DAE) the second level factor. Larvae were released on plants with 30, 60 and 90 DAE. The seeds were manually picked, for the evaluation of the germination in the laboratory using the seed viability through sand emergency method. The results showed that studied cotton cultivars differently to defoliate caused by *A. argillacea* larvae; the cotton development stage had more influence in the physiologic quality of the seeds than the defoliation; the germination is negatively affected when the defoliation took place at 60 DAE.

Key words: *Alabama argillacea*, *Gossypium hirsutum*, source-drain relationship

INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta de origem tropical, também explorada economicamente em países subtropicais. No Brasil é cultivada em 16 estados e é de grande importância socioeconômica, gerando milhares de empregos diretos e indiretos. No ano de 2011 a área plantada com algodão foi em torno de 1,4 milhão de hectares e produtividade total de 5,2 milhões de toneladas (Conab, 2012).

A produtividade e, conseqüentemente, os rendimentos da cultura, estão diretamente associados ao controle eficiente das pragas e doenças. Os investimentos alocados para o controle de pragas e doenças podem chegar a 30% do custo total de produção de algodão/ha (Agrianual, 2004). Neste sentido é necessário que se busquem mecanismos para reduzir os gastos com o controle de pragas, visando à diminuição dos custos e a utilização de inseticidas para seu controle. A semente é o insumo de maior impacto sobre a produção e de menor custo no sistema de produção do algodoeiro, correspondendo de 2,3 a 3,0% do custo total da lavoura, o que torna imprescindível a priorização da sua qualidade (Freire et al., 1999).

Os artrópodes-praga estão entre os principais fatores de redução de produtividade e qualidade da fibra produzida. O curuquerê-do-algodoeiro *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas dessa malvacea em diversos países produtores da fibra (Gravena & Cunha, 1991). As lagartas se alimentam das folhas e, dependendo da densidade e da época de ocorrência, podem desfolhar completamente as plantas de algodoeiro, reduzindo significativamente a produção (Gravena & Cunha, 1991).

Na maioria dos sistemas de produção de algodão no mundo os inseticidas químicos constituem o principal meio de controle de insetos (Luttrell et al., 1994). A utilização frequente desses produtos tem apresentado várias desvantagens, como a resistência dos insetos-praga aos inseticidas, efeitos adversos sobre organismos não alvo de controle, resíduos e riscos diretos aos usuários, ressurgimento de pragas secundárias (Ramalho et al., 1995).

A aplicação de dessecantes foliares e a desfolha artificial são metodologias utilizadas com o intuito de simular situações de estresse e alterações nas rotas de translocação de fotoassimilados e dos mecanismos de compensação, ocasionados por perda de área foliar e esta por doenças, insetos ou déficit hídrico (Gondim, 2006). Estes estudos auxiliam na determinação de níveis de dano econômico que racionalizarão o uso de defensivos nos sistemas de manejo das culturas (Gondim, 2006).

No entanto, o efeito indireto dos insetos desfolhadores na qualidade das sementes de algodão é pouco estudado para as condições da região sudeste. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes densidades larvais de *A. argillacea* por planta em diferentes idades das plantas na germinação de sementes de quatro cultivares comerciais utilizadas no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em área experimental e no laboratório de Entomologia do Polo Regional Centro Norte - APTA, em Pindorama, SP.

A semeadura foi realizada mecanicamente, no dia 15 de dezembro de 2008, densidade de 12 sementes/metro linear e espaçamento entre linhas de 0,90 m. As adubações de plantio e cobertura foram feitas mediante o resultado da análise de solo e os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, cujas unidades experimentais (parcelas) foram constituídas de quatro linhas de cinco metros de comprimento. Os tratamentos foram resultantes da interação de quatro densidades de lagartas (0, 2, 4 e 6 lagartas de *A. argillacea*) e três épocas de infestação: 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE). As cultivares utilizadas no experimento foram IAC 25, DeltaOpal, Fibermax 993 e Fibermax 966.

As lagartas de *A. argillacea* utilizadas no experimento foram obtidas da criação mantida no laboratório de Entomologia. A criação das lagartas foi feita segundo metodologia descrita por Santos & Boiça Junior (2001). As lagartas foram utilizadas quando atingiam 15 mm e aproximadamente 60 mg, correspondendo ao terceiro instar e liberadas no campo aos 30, 60 e 90 DAE.

Para evitar a migração de insetos indesejáveis as plantas foram protegidas por meio de gaiolas retangulares de estrutura metálica (0,80 m de largura, 1,20 m de altura e 1 m de comprimento) cobertas totalmente por tecido tipo organza, em função da impossibilidade da utilização de inseticidas. As gaiolas foram dispostas ao acaso, cobrindo cinco plantas cada uma.

Para evitar o crescimento excessivo das plantas de algodoeiro e facilitar as operações culturais, realizaram-se duas aplicações de regulador de crescimento de plantas (cloreto de mepiquat) aos 50 e 70 DAE, respectivamente, nas doses de 300 e 500 mL de pc ha⁻¹.

Com vista à avaliação da germinação em laboratório pelo teste de emergência em areia, os capulhos das cinco plantas foram colhidos e as sementes separadas das fibras, manualmente. Do total de sementes obtidas foi retirada uma amostra de 200 sementes para cada tratamento, divididas em quatro subamostras de 50 sementes e colocadas sobre uma camada uniforme de areia umedecida na profundidade de 1 cm. As bandejas foram mantidas no laboratório, com temperatura média de 24 °C. O umedecimento foi mantido constante. No quarto dia foi realizada a primeira contagem de germinação e, no 12º dia, avaliada a porcentagem final. Foram consideradas plântulas normais emergidas aquelas com altura maior ou igual a 2,5 cm e com cotilédones abertos.

Os dados de porcentagem de germinação foram transformados em arco seno ($(x/100)^{1/2}$) e interpretados por meio de análise de variância e, para comparação de médias, empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores, os efeitos da densidade de lagartas e épocas de infestação foram avaliados por meio de análise de regressão, mediante uma superfície de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as percentagens de germinação variaram entre os cultivares e que houve interação entre as densidades

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de cultivares de algodoeiro submetidas a diferentes densidades de lagartas de *A. argillacea* em diferentes épocas. Pindorama, SP, 2009**Table 1.** Percentage of germination of cotton cultivars under different densities of larvae of *A. argillacea* at different times. Pindorama, SP, 2009

| Nº Lagartas (L) | Cultivares ¹ | | | |
|--------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | IAC 25 | DeltaOpal | Fibermax 966 | Fibermax 993 |
| 0 | 87,0 ± 1,0 a | 82,3 ± 2,0 a | 69,8 ± 1,6 a | 79,7 ± 1,6 a |
| 2 | 67,5 ± 4,1 c | 67,8 ± 2,6 b | 60,3 ± 4,2 b | 65,2 ± 5,1 b |
| 4 | 76,8 ± 2,6 b | 66,3 ± 1,8 b | 56,0 ± 3,2 b | 64,2 ± 5,1 b |
| 6 | 60,5 ± 3,3 c | 49,5 ± 4,7 c | 42,3 ± 6,4 c | 47,1 ± 7,1 c |
| Teste F | 27,86** | 37,48** | 44,21** | 55,01** |
| Época (E) | | | | |
| 30 DAE | 74,6 ± 3,4 ab | 70,6 ± 3,2 a | 67,8 ± 2,5 a | 64,5 ± 3,2 b |
| 60 DAE | 67,5 ± 4,3 b | 57,5 ± 3,8 b | 46,6 ± 5,3 c | 49,3 ± 6,0 c |
| 90 DAE | 77,8 ± 2,3 a | 71,4 ± 2,7 a | 57,0 ± 3,2 b | 78,3 ± 3,2 a |
| Teste F | 7,46** | 16,86** | 50,35** | 87,24** |
| Interação | | | | |
| F (L x E) | 5,57** | 16,86** | 21,78** | 23,63** |
| CV (%) | 10,35 | 11,43 | 10,42 | 9,72 |

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação.

** = significativo a 5% de probabilidade

de lagartas infestadas e a época em que a mesma ocorreu (Tabela 1).

Com relação ao efeito da densidade de lagartas infestadas por planta independente da época, verificou-se que a maior germinação ocorreu nas plantas que não sofreram infestação. Em todas as cultivares avaliadas a menor germinação ocorreu nos tratamentos com seis lagartas por planta, exceção feita na cultivar IAC 25 que apresentou a menor germinação quando a densidade de lagartas também foi igual a dois.

Com relação à época de desfolha, para as quatro cultivares a menor germinação ocorreu quando a desfolha foi realizada aos 60 DAE (Tabela 1).

Os efeitos da interação entre as densidades de lagartas e as épocas de liberação das lagartas na germinação, podem ser observados na Figuras 1A e 1B para as cultivares DeltaOpal e IAC 25 e na Figuras 1C e 1D para as cultivares Fibermax 993 e Fibermax 966. Nota-se que em todas as cultivares avaliadas as respostas foram de natureza quadrática.

Para a DeltaOpal observou-se maior efeito negativo na germinação quando a liberação acima de 4 lagartas foi realizada até os 70 DAE (Figura 1). Nas cultivares IAC 25 e Fibermax 993, o período mais prejudicial à germinação se deu quando a liberação de seis lagartas por planta ocorreu dos 30 aos 60 DAE, ou seja, período inicial de desenvolvimento e frutificação das plantas (Figuras 1 e 2); já na cultivar Fibermax 966, todas as densidades realizadas no período compreendido entre 40 e 90 DAE foram prejudiciais à germinação das sementes (Figura 2). Diferentemente das demais cultivares, esta cultivar foi a única a apresentar germinação abaixo de 70% aos 90 DAE, a partir de 3 lagartas por planta.

As fases de desenvolvimento do algodoeiro são influenciadas pelo ambiente e genótipo mas, via de regra, aos 65 dias após a emergência ocorrem o aparecimento da primeira flor branca, a polinização e a fertilização (Oosterhuis, 1999). Aos 93 dias ocorre aumento nos requerimentos da maçã e, aos 95 dias após a emergência, tem-se a primeira maçã firme, o máximo tamanho de maçã e o crescimento de fibra (Oosterhuis, 1999).

De modo geral, os resultados de trabalhos que apontam a época de desfolha mais prejudicial para as culturas, são bastante controversos. Apesar da ausência de trabalhos com

algodão, Hohman & Carvalho (1982) e Moura & Mesquita (1982) observaram, em trabalhos realizados em feijoeiro, os maiores prejuízos à cultura quando as desfolhas foram realizadas no início da formação de vagens. Bortoli et al. (1983) e Moura (1999) afirmaram ser o florescimento o estágio mais prejudicial ao ataque de desfolhadores. Outros autores (Galvez et al., 1977; Schaafsma & Ablett, 1994; Xia, 1993) concluíram não haver um estágio mais prejudicial e, sim, um período, que vai da floração ao enchimento das vagens.

Em estudo para determinar o efeito da época de desfolha na produção e a qualidade do algodão, Karademir et al. (2007) verificaram que a aplicação de desfolhante não afetou significativamente a produção nem as propriedades tecnológicas do algodão (peso de 100 sementes, porcentagem de germinação e produção) e após 40% da abertura dos botões o desfolhante pode ser utilizado. A desfolha do algodoeiro é um processo natural que ocorre quando as estruturas se tornam fisiologicamente maduras. Para Hunter & Tekrony (1988) germinação e vigor de sementes estão mais relacionados com maturidade na colheita do que com a desfolha. No presente trabalho as baixas influências das infestações mais altas, aos 90 DAE, ocorreram porque, provavelmente, a desfolha provocada pelas lagartas tenha simulado as condições de desfolha natural da cultura acelerando a maturação dos capulhos que, aos 90 dias, já apresentam seu tamanho máximo e, consequentemente, a maturação das sementes que, desta forma, expressaram sua máxima qualidade fisiológica.

Situações de estresse e injúrias foliares podem levar a alteração na redistribuição de fotoassimilados, alterando a relação fonte-dreno (Gondim, 2006). Pesquisas direcionadas ao estudo desta relação são importantes para o conhecimento do funcionamento da partição de assimilados na planta pois, através de alterações no balanço fonte-dreno, ocorrerão mudanças nos padrões de distribuição que podem levar à compensação ou prejuízo no desenvolvimento e na produção da planta. Pelos dados controversos encontrados em pesquisas de diferentes autores e no presente trabalho é que se percebe a complexidade de trabalhar com o estudo das interferências externas (neste caso ataque de insetos) na produção e na qualidade das sementes provenientes de plantas injuriadas.

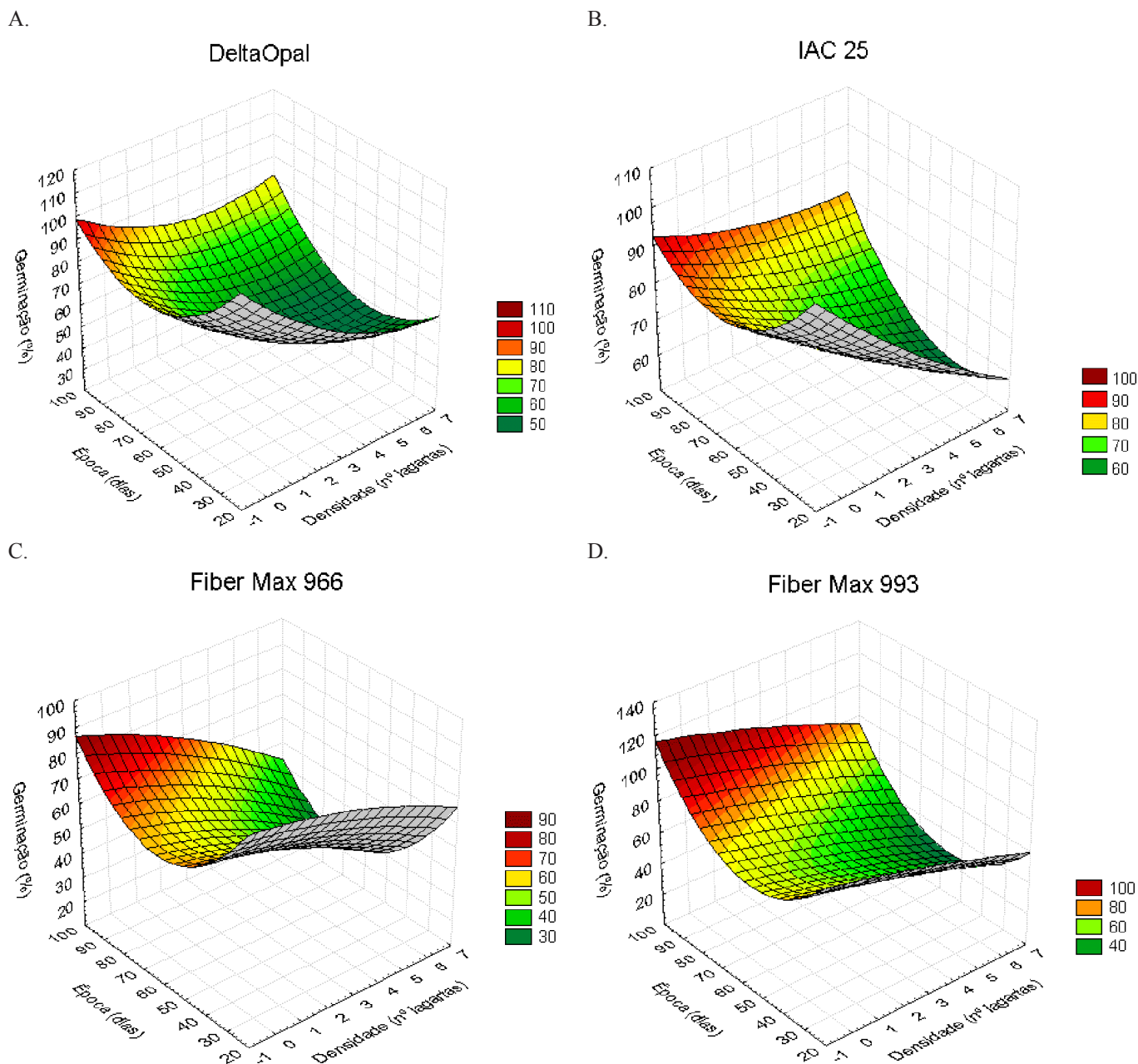


Figura 1. Estimativa da porcentagem de germinação de sementes de cultivares em função da densidade de lagartas e épocas de infestação. Pindorama, SP, 2009

Figure 1. Estimated percentage of germination of cotton cultivars in function of the density of larvae and times of infestation. Pindorama, SP, 2009

CONCLUSÕES

A germinação das sementes das cultivares de algodão é diferentemente afetada pela desfolha em plantas provocada por *A. argillacea*.

A fase de desenvolvimento do algodoeiro tem mais influência na qualidade fisiológica das sementes que a desfolha em si, sendo o período até os 60 dias após a emergência das plantas, o mais prejudicial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento da

pesquisa (Proc.: 2006/05725-0) e à Dra. Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo (APTA, Polo Regional Centro Norte) pelo auxílio nas análises estatísticas.

Literatura Citada

- Agrianual 2004. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2004. p.139-145.
- Bortoli, S. A. de; Nakano, O.; Percin, D. Efeitos de níveis de desfolhas e dobras artificiais de folíolos sobre a produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em cultura de seca. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.12, n.1, p.73-87, 1983.

- Conab. Acompanhamento da safra brasileira. Safra 2011/2012. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_11_15_04_18_boletim_abril_2012.pdf>. 10 Abr. 2012.
- Fancelli, A. L. Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea Mays* L.). Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1988. 172p. Tese Doutorado.
- Freire, E. C.; Farias, F. J. C.; Watanabe, P. A.; Aguiar, P. H. Produção de sementes. In: Fundação MT; Embrapa (Eds.). Mato Grosso: liderança e competitividade. Rondonópolis: Fundação MT; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. 182p. (Fundação MT. Boletim, 3).
- Galvez, G. E.; Galindo, J. J.; Alvarez, G. Desfoliación artificial para estimar pérdidas por danos foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, v.27, n.2, p.143-146, 1977.
- Gondim, T. C. O. Efeito de desfolha nas características agrônomicas e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 71p. Tese Doutorado.
- Gravena, S.; Cunha, H. F. Predation of cotton leafworm first instar larvae, *Alabama argillacea* (Lep.: Noctuidae). Entomophaga, v.36, n.4, p.418-491, 1991. <<http://www.springerlink.com/content/q836700035k26357>>. 18 Jul. 2011. doi:10.1007/BF02374430.
- Hohmann, C. L.; Carvalho, S. M. Efeito da redução foliar no rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 1., 1982, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1982. p.91-92. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 1).
- Hunter, J. L.; Tekrony, D. M. Seed maturation and vigor in corn (*Zea mays* L.) as influenced by defoliation. In: Annual Meeting of the American Society of Agronomy, 80., 1988, Anaheim. Proceedings... Anaheim: American Society of Agronomy, 1988. 145p.
- Karademir, E.; Karademir, C.; Basbag, S. Determination the effect of defoliation timing on cotton yield and quality. Journal of Central European Agriculture, v.8, n.3, p.357-362, 2007. <http://jcea.agr.hr/articles/485_DETERMINATION_THE_EFFECT_OF_DEFOLIATION_TIMING_ON_COTTON_YIELD_AND_QUALITY_en.pdf>. 30 Jul. 2011.
- Luttrell, R. G. Cotton pest management: Part 2. A US perspective. Annual Review of Entomology, v.39, p.527-542, 1994. <<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.39.010194.002523>>. 28 Jul. 2011. doi:10.1146/annurev.en.39.010194.00252.
- Moura, G. de M. Efeito do desfolhamento no rendimento do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.1, p.57-62, 1999. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n1/8709.pdf>>. 22 Jul. 2011. doi:10.1590/S0100-204X1999000100008.
- Moura, G. de M.; Mesquita, J. H. de L. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), no Acre. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 1., 1982, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1982. p.124-127. (Embrapa-CNPAF. Documento, 1).
- Oosterhuis, D. M. Growth and development of a cotton plant. In: Cia, E.; Freire, E. C.; Santos, W. J. dos. (Eds.). Cultura do algodoeiro. Piracicaba: Potafos, 1999. p.35-56.
- Ramalho, F. S.; Wanderley, P. A.; Santos, T. M. Natural enemies and programs of biological control of lepidoptera cotton boll weevil in Brazil. In: Workshop Integrated Pest Management of Cotton Boll Weevil in Argentina, Brazil and Paraguay, 1995, Londrina. Proceedings... Londrina: IAPAR, 1995. p.142-148.
- Santos, T. M.; Boiça Júnior, A. B. Resistência de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Neotropical Entomology, v.30, n.2, p.297-303, 2001. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2001000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. 16 Jul. 2011. doi:10.1590/S1519-566X2001000200014.
- Schaafsma, A. W.; Ablett, G. R. Yield loss response of navy bean to partial or total defoliation. Journal of Production Agriculture, v.7, n.2, p.202-205, 1994.
- Xia, M. Z. Effects of faba bean leaves in different positions on the yield and photosynthetic compensation after defoliation. Journal of Agronomy and Crop Science, v.171, n.3, p.145152, 1993. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-037X.1993.tb00125.x/abstract>>. 31 Jul. 2011. doi:10.1111/j.1439-037X.1993.tb00125.x.