

## MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO E NÍVEIS DE ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO: EFEITO SOBRE A CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO<sup>1</sup>

WAGNER WALKER DE ALBUQUERQUE ALVES<sup>2\*</sup>, FRANCISCO ASSIS DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO<sup>4</sup>, JOÃO HERBERT DE ALBUQUERQUE<sup>5</sup>

**RESUMO** - Este trabalho avaliou o efeito de dois métodos de determinação da água no solo (método de laboratório e de campo) e quatro níveis de água disponível no solo (20; 40; 60 e 80%) sobre a biomassa da parte aérea, evapotranspiração da cultura, área foliar, altura de planta e rendimento em caroço do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA-7H. Usou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 4, com três repetições. A determinação da água disponível no solo pelo método de campo superou os resultados das variáveis estudadas em relação ao método de laboratório e representa condições mais reais da disponibilidade de água para o algodoeiro. A área foliar e a evapotranspiração cresceram significativamente com os níveis de água disponível no solo, determinados pelo método de campo. O manejo com a água disponível de 61,61%, pelo método de laboratório promoveu a área foliar máxima de 1755,4 cm<sup>2</sup> e, com 73,1% da água disponível, a evapotranspiração máxima foi de 230,4 mm. Houve um ganho de 0,2 g de biomassa por unidade de água disponível no solo, para o método de campo; já para o método de laboratório a biomassa máxima de 17,6 g foi atingida com o manejo de água disponível de 62,9%. A melhor resposta para os rendimentos de algodão em caroço foi dada pelo método de campo com ganho no rendimento de 0,26 g para o método de campo e de 0,11 g para o método de laboratório por unidade de água disponível no solo.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*. Umidade do solo. Área foliar. Evapotranspiração.

### METHODS OF DETERMINATION AND LEVELS OF AVAILABLE WATER IN THE SOIL: EFFECT ON THE HERBACEOUS COTTON CROP

**ABSTRACT** - This work evaluated the effect of two methods of determination of soil water (laboratory method and field method) and four levels of soil water availability (20; 40; 60 and 80%) on biomass of the aerial part, crop evapotranspiration, leaf area, plant height and yield in pit of herbaceous cotton plant, cultivar CNPA-7H. The randomized blocks experimental design was used in factorial scheme 2 x 4, with three replications. The determination of available soil water by the field method overcame the results of the studied variables in relation to the laboratory method and it represents more real conditions of the readiness of water for the cotton plant. The leaf area and the evapotranspiration, determined by field method, increased significantly with the levels of available soil water. The management with the available water of 61.61% by laboratory method promoted the maximum leaf area of 1755.4 cm<sup>2</sup> and, with 74.4% of levels of available water, the maximum evapotranspiration was of 238 mm. There were earnings of 0.2 g of biomass per unit of levels of available soil water by field method; already by laboratory method the maximum biomass of 17.6 g was reached with the management of levels of available water of 62.9%. The best response for the cotton incomes in pit was given by field method with earnings in the income of 0.26 g for the field method and of 0.11 g for the laboratory method per unit of available soil water.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum*. Soil water. Leaf area. Evapotranspiration.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 29/01/2010; aceito em 24/08/2010.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG, 58429-170, Campina Grande – PB; wagnerwaa@gmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Solos e Engenharia Rural, UFPB, 58397-000, Areia – PB; oliveira@cca.ufpb.br

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG, 58429-170, Campina Grande – PB; cazavedo@deag.ufcg.edu.br

<sup>5</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG, 58429-170, Campina Grande – PB; joherbert@bol.com.br

## INTRODUÇÃO

A pluviosidade da região semiárida do nordeste brasileiro tem sido um problema devido sua acentuada irregularidade. Este fato torna a irrigação um insumo altamente desejável, mas com um manejo adequado para evitar problemas de salinização, déficit de água ou seu desperdício (DEMARTELAERE, 2009).

Um aspecto no qual repousa grande importância, quando se objetiva o estudo do comportamento da água no solo, com vistas ao manejo adequado das irrigações, é o que se refere ao método de determinação da água em capacidade de campo. Diferenças têm sido evidenciadas entre os métodos da câmara de pressão, conforme Richards (1947) e o gravimétrico (BERNARDO, 1982), o que influenciará diretamente nos cálculos da água disponível no solo.

Solos de textura diferente divergem quanto à capacidade de retenção de água (SOUZA et al., 1999), de forma que os de textura fina retêm mais água que os de textura grossa cuja variação depende dos fenômenos de capilaridade e adsorção, que são governados pelas forças de adesão, coesão e de tensão superficial (KLAR, 1984; REICHARDT, 1993). Para Richards (1947) existem diferenças expressivas quando se considera a água disponível no solo determinada pelos métodos de laboratório e de campo.

Correia et al. (2008), estudando os efeitos de tensões de três diferentes solos, usando tensiometria em casa de vegetação e em campo, concluíram que a água disponível nos solos estudados está diretamente ligada ao aumento da porosidade e aos teores de argila em 30 a 60 cm de profundidade.

A pesquisa tem evidenciado que o algodoeiro é uma planta tolerante a baixos teores de água no solo, diferentemente de culturas como o girassol e o feijão, em geral usadas como plantas teste na determinação do ponto de murcha permanente, pelo método fisiológico direto, conforme Kiehl (1979).

Levando-se em consideração as prováveis variações nos conteúdos de água no solo, quando este se encontra em capacidade de campo e em ponto de murcha permanente, de conformidade com o método de determinação, a faixa de água disponível ou facilmente disponível, no solo, poderá ser alterada, inclusive com reflexos nos cálculos de lâminas de água para controle das irrigações (SOUZA et al., 2002).

Trabalhando com solos de diferentes texturas, Cirino e Guerra (1994) encontraram diferenças significativas entre os valores de ponto de murcha permanente (% base solo seco), obtidos pelo método fisiológico, utilizando o feijão-caupi como planta indicadora, e pela curva característica de retenção de água no solo (-1,515 MPa), em que os menores valores de conteúdo de água foram obtidos pelo método fisiológico.

Acredita-se, portanto, que, ao se tratar particularmente da cultura do algodoeiro herbáceo, estu-

dos específicos devem ser realizados de forma a levar em consideração todos os fatores que interferem na disponibilidade de água no solo, sejam inerentes ao clima, à planta ou ao próprio solo, em caráter isolado e/ou, combinado.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar a disponibilidade de água no solo por dois métodos de determinação da água disponível no solo, e o efeito de diferentes níveis de água disponível no solo sobre algumas características do algodoeiro herbáceo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia, Paraíba. A área de estudo se encontra a 2 km ao Norte das coordenadas 6° 58' de latitude sul, 35° 41' de longitude a Oeste de Greenwich e 575 m de altitude. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como sendo As', que se caracteriza por ser quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e período de estiagem de cinco a seis meses, apresentando temperatura média anual de 23 °C, com valores mais altos para o mês de fevereiro (24,7 °C), e mais baixos para o mês de julho (21,6 °C). A umidade relativa média do ar varia entre 75% em novembro a 87% nos meses de junho/julho.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso distribuídos em esquema fatorial 2 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram definidos por dois métodos de determinação de água disponível no solo, em laboratório (LB) e em campo (CP) e quatro níveis de água disponível no solo, 20; 40; 60 e 80%, como indicativo do manejo das irrigações, ou seja, quando o fator de esgotamento chegava a 80; 60; 40 e 20% da água disponível.

Um vaso plástico com capacidade para 20 L, contendo 15 kg de solo secado em estufa, foi usado como parcela experimental e o algodoeiro herbáceo cv. CNPA-7H foi usado como cultura teste.

Usou-se material dos 20 cm superficiais de um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura franco-argilo-arenosa, cuja análise física revelou 577; 86 e 337 g kg<sup>-1</sup>, de areia, silte e argila, respectivamente. A densidade do solo de 1,04 g dm<sup>-3</sup> e de partículas 2,50 g dm<sup>-3</sup>. A porosidade foi de 58%, capacidade de campo e ponto de murcha de 191 e 132 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Verificam-se, pelas análises químicas, 3,5; 1,3; 0,07 e 0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, respectivamente; pH em (H<sub>2</sub>O) de 6,10, matéria orgânica de 29,44 g dm<sup>-3</sup> e 1,34 mg dm<sup>-3</sup> de P disponível.

Para determinação da quantidade água no solo pelo método de laboratório (LB) procedeu-se, segundo Richards (1947), em que o ponto de murcha per-

manente (PMP) corresponde à água retida no solo, a um potencial matricial de -1,5 MPa e a capacidade de campo (CC), a água retida a um potencial de -0,033 MPa, utilizando-se membrana e câmara de pressão, com placas porosas específicas.

Para determinação da quantidade água no solo pelo método de campo (CP), o PMP foi determinado com base no método fisiológico; considerou-se, o PMP como o conteúdo de água no solo em que a cultura não conseguia mais absorver água. Para sua determinação levou-se em consideração a metodologia descrita por Kiehl (1979), porém sem a necessidade de utilização de selamento superficial da superfície do solo nem, tampouco, de câmara úmida; também para essa determinação o algodoeiro herbáceo (cv. CNPA-7H) foi utilizado como planta teste.

Em 7 vasos contendo 3 kg de solo secado em estufa, ou seja, corrigido o peso d'água retida pelo solo secado ao ar, 10 sementes do algodoeiro foram semeadas com o solo adequadamente úmido. Após a emergência das plântulas duas em cada vaso foram irrigadas regularmente; a partir dos 20 dias após a emergência, estabeleceu-se o estresse hídrico com a supressão das irrigações, até que as plantas atingissem o PMP.

O monitoramento da umidade do solo foi feito por amostragens, isto é, à medida em que as plantas apresentavam sintomas severos de murchamento, uma amostra do solo era coletada próximo ao centro de cada vaso, com o auxílio de um tubo de PVC rígido de 1" de diâmetro interno para a determinação do teor de umidade. Em seguida, o solo dos vasos era umedecido para que as plantas voltassem ou não à turgescência; outras tentativas eram feitas em novos vasos de plantas, a cada 2 - 3 dias, até que todas as plantas senescessem indicando, assim, o real PMP. Durante todo o procedimento, o conjunto planta-vaso era coberto com saco plástico transparente à noite, no intuito de se evitar a absorção de umidade do ar, tanto pelo solo como pela própria planta.

A capacidade de campo determinada pelo método gravimétrico foi realizada em casa de vegetação, utilizando-se vasos plásticos com 3 kg de solo cada um, e quatro repetições, sendo o solo umedecido durante período de 12 horas, por capilaridade, até a saturação. A partir de então, os vasos, cobertos com plástico, foram submetidos à livre drenagem por um período não inferior a 20 horas. Considerou-se CC, o conteúdo de água no solo após a livre drenagem. Consideraram-se, nos dois métodos de determinação da umidade no solo, como água disponível, a diferença entre a CC e o PMP. Os valores da CC e PMP definidos pelos métodos de CP e LB foram, respectivamente, 354; 39 e 191; 132 g kg<sup>-1</sup>.

Determinou-se a área foliar de acordo com a metodologia de Ashley et al. (1963). Obteve-se o consumo total de água pela cultura, a partir da evapotranspiração da cultura (ETc), com base no somatório do consumo diário, determinado através de pesagens de cada parcela experimental. A ETc foi

determinada com o peso do conjunto (vaso + solo + planta) na Cc (g) - massa do vaso no dia da irrigação (g) para cada método de determinação da AD no solo. As irrigações foram realizadas de acordo com as necessidades da cultura; a água colocada foi quantificada por vaso e, antes do plantio, o solo de todos os tratamentos foi posto na CC, tendo como referencial o peso de 19,4 kg para o método de campo (CP) e 18,3 kg para o método de laboratório (LB); cada vaso ou tratamento foi irrigado de acordo com seus respectivos déficits de água no solo, ou seja, 20; 40; 60 e 80% de AD. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com desdobramento dos efeitos dos tratamentos quantitativos em polinômios ortogonais, segundo a significância pelo teste "F". Escolheu-se o modelo de regressão com base no modelo de maior grau significativo pelo teste "F", cujo desvio da regressão tenha sido não significativo (GOMES, 1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

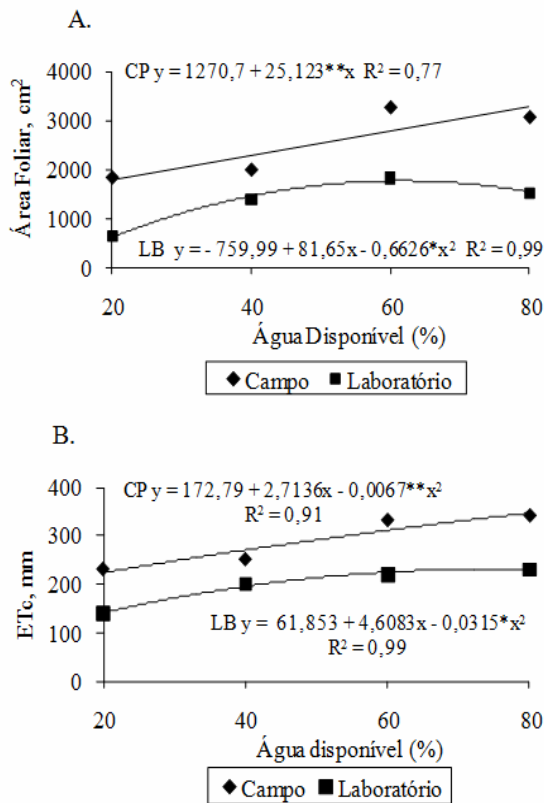
A análise de variância revelou que houve efeito dos métodos de determinação da umidade no solo e dos níveis de AD sobre os resultados da área foliar AF e a ETc. O método de Campo (CP) superou os resultados das variáveis estudadas em relação ao método de laboratório (LB) e representa condições mais reais da disponibilidade de água para o algodoeiro.

A análise de regressão polinomial evidenciou efeito linear positivo para o método CP e efeito quadrático para o método LB, conforme apresentado na Figura 1. De acordo com os modelos obtidos para o método CP, a AF cresceu com os níveis de AD no solo, na ordem de 25,12 cm<sup>2</sup> unidade<sup>-1</sup> da AD, chegando à área foliar máxima de 3059,21 cm<sup>2</sup> (Figura 1A), e para a ETc o crescimento foi de 1,95 mm unidade<sup>-1</sup> da AD com a ETc máxima de 340 mm (Figura 1B).

Para o método LB, AF máxima (1755,4 cm<sup>2</sup>) foi obtida com 61,61% da AD e a ETc máxima de 230,4 mm foi atingida com 72,14% da AD. As variáveis analisadas mostraram-se mais sensíveis ao método CP, provavelmente por ter a seu favor maior quantidade de água para um mesmo percentual de água disponível. Segundo afirmam Azevedo et al. (1993) em que, quanto maior a disponibilidade de água no solo maior também a capacidade de absorção de nutrientes pelas raízes e maior, ainda, a eficiência fotossintética das folhas, o que contribui para uma expansão maior das estruturas de crescimento.

Souza et al. (2002) relatam que o nível de água disponível no solo mais indicado para manejo das irrigações na cultura do algodoeiro em terra roxa, depende diretamente da metodologia empregada na sua determinação. Alves et al. (2005), estudando a disponibilidade de água e nitrogênio em um Neossolo com 629, 161 e 210 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila

respectivamente, também determinaram a capacidade de campo pelo método gravimétrico e encontraram a faixa ótima de água disponível para o algodoeiro em aproximadamente 85% para uma  $E_{Tc}$  máxima de 736 mm.



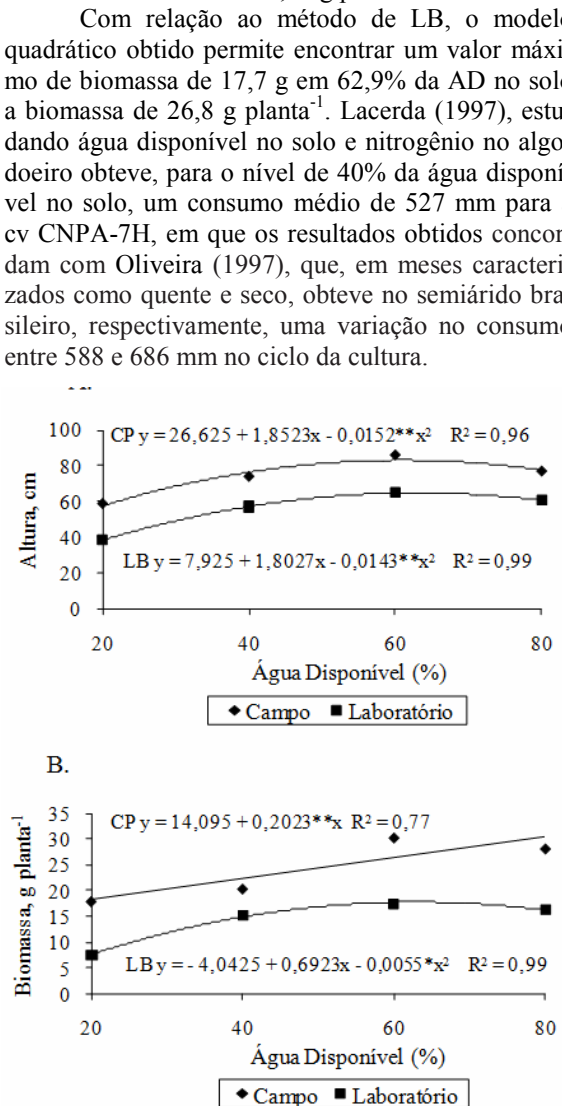
**Figura 1.** Área foliar (A) e evapotranspiração da cultura -  $E_{Tc}$  (B) do algodoeiro herbáceo, para dois métodos de determinação de umidade no solo (CP e LB), em função de diferentes níveis de água disponível (20; 40; 60 e 80 %) no solo.

Na Figura 2 e pelo desdobramento dos efeitos para os tratamentos quantitativos dos níveis de água disponível no solo, para os métodos de determinação de água no solo, é possível constatar que para a altura de planta houve efeito quadrático para o CP e o LB. Segundo as equações polinomiais obtidas para o método CP, uma altura máxima de 83,0 cm foi obtida com 61% da AD e, para o LB, a altura máxima foi de 64,7 cm com 63% da AD.

Maiores valores de altura, pelo método CP, foram observados, supostamente pela maior quantidade de água disponível à cultura, para um mesmo percentual de água disponível. Concordando com os resultados, Silva et al. (1992) afirmam que, para a cultura do algodão externar seu crescimento e desenvolvimento, há necessidade de o solo está com boas condições hídricas. Também Ferreira (2005), estudando níveis crescentes de nitrogênio e águas residuárias e de abastecimento na irrigação do algodão cultivar BRS 187 8H, encontrou alturas médias aos 120 DAE de 73,28 cm e 69,79 cm para água residuária e abastecimento, respectivamente.

Para a biomassa da parte aérea pelo desdobramento dos efeitos dos tratamentos de água disponível dentro dos métodos de determinação de água disponível no solo e com a análise de regressão polinomial (Figura 2), verifica-se que houve efeito linear positivo nos níveis de AD, dentro do método de campo (CP), e efeito quadrático, no método de laboratório (LB). Segundo o modelo obtido para o CP, ocorreu um ganho de 0,2 g de biomassa unidade<sup>-1</sup> de AD no solo obtendo-se em 60% da água disponível, a biomassa máxima de 30,29 g planta<sup>-1</sup>.

Com relação ao método de LB, o modelo quadrático obtido permite encontrar um valor máximo de biomassa de 17,7 g em 62,9% da AD no solo a biomassa de 26,8 g planta<sup>-1</sup>. Lacerda (1997), estudando água disponível no solo e nitrogênio no algodoeiro obteve, para o nível de 40% da água disponível no solo, um consumo médio de 527 mm para a cv CNPA-7H, em que os resultados obtidos concordam com Oliveira (1997), que, em meses caracterizados como quente e seco, obteve no semiárido brasileiro, respectivamente, uma variação no consumo entre 588 e 686 mm no ciclo da cultura.



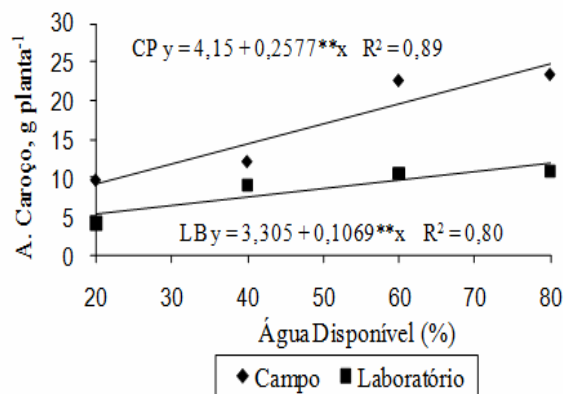
**Figura 2.** Altura de planta (A) e biomassa (B) do algodoeiro herbáceo para dois métodos de determinação de umidade no solo (CP e LB), em função de diferentes níveis de água disponível (20; 40; 60 e 80%) no solo.

Na Figura 3 no desdobramento dos efeitos dos tratamentos de água disponível dentro dos métodos de determinação de água disponível no solo para os rendimentos de algodão em rama, a análise de regressão polinomial apresentou efeito linear positivo nos níveis de AD dentro de ambos os métodos.

dos de determinação de umidade: Campo e Laboratório. De acordo com os coeficientes angulares obtidos, a melhor resposta foi para o método CP chegando a produzir, em 80% da água disponível, 23,47 g planta<sup>-1</sup> de algodão em rama contra 10,8 g planta<sup>-1</sup> no método de laboratório.

Conforme os modelos lineares obtidos, ocorreu um ganho de 0,26 g e de 0,11 g unidade<sup>-1</sup> de AD no solo para CP e LB, respectivamente. Cujos resultados permitem afirmar que o rendimento do algodão cresceu com os níveis das irrigações. Resultados semelhantes obtiveram Jackson e Tilt (1968), trabalhando com o algodoeiro irrigado no Arizona, ao constatarem que quando a cultura havia consumido, em média, 95; 80; 65 e 50% da umidade disponível no solo, o rendimento do algodão crescia com os níveis das irrigações, respectivamente.

Proporcionalmente, também foram observados por Aranda (1966), em Servilha, quando a demanda da cultura havia atingido 70; 55; 40; 30 e 20% da água disponível, e por Silva et al. (1988) na Paraíba, quando o nível de umidade disponível no solo descia a 75; 50 e 25%. Alves et al. (2005), estudando níveis de água disponível no solo de 25; 50; 75 e 100% e doses de nitrogênio usando água residual urbana e de abastecimento público, constatarem que os níveis de água disponível no solo afetaram a ETC e a produção de biomassa, com o manejo das irrigações em 75,83% da água disponível e 203 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio promoveu o melhor crescimento e desenvolvimento da planta de algodoeiro.



**Figura 3.** Produção de algodão em rama pela cultura do algodoeiro herbáceo em dois métodos de determinação de umidade no solo (CP e LB), nos diferentes níveis de água disponível (20; 40; 60 e 80 %) no solo.

## CONCLUSÕES

A determinação da água disponível no solo pelo método de campo mostra-se mais sensível à determinação da disponibilidade de água às plantas;

A área foliar, a altura da planta, a biomassa da parte aérea, a evapotranspiração do algodoeiro

e o rendimento de algodão, variam em função do método escolhido para determinação de água no solo (método de campo e método de laboratório);

Para o método de determinação de água no solo num Latossolo Vermelho Amarelo distrófico pelo método de campo, há maior disponibilidade de água à cultura em relação ao método de determinação de água em laboratório.

## REFERÊNCIAS

ALVES, W. W. de A. et al. Influência da água residual disponível no solo e adubação nitrogenada sobre o algodão marrom. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, Suplemento, p. 248-252, 2005.

ARANDA, J. M. Efeito del regimen de riegos sobre el rendimiento adelanto de cosecha del algodón. **Anales de Edafologia e Agrobiologia**, v. 25, p. 313-324, 1966.

ASHLEY, D. A. dos B. D.; VENNETT, O. L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, v. 25, n. 4, p. 484-585, 1963.

AZEVEDO, P. V. et al. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 863-870, 1993.

CIRINO, C. G.; GUERRA, H. O. C. Utilização das relações energia/umidade na caracterização físico-hídrica dos solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 12, p. 1973-1978, 1994.

CORREIA, G. G. et al. Caracterização da capacidade de retenção e disponibilidade de água em solos de tabuleiro costeiro paraibanos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 156-162, 2008.

DEMARTELAERE, A. C. F. et al. Utilização de polímero hidroabsorvente no meloeiro (*Cucumis melo* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 5-8, 2009.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. de M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residual e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 893-902, 2005.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba, SP: Nobel, 1987. 467 p.

JACKSON, E. B.; TILT, P. A. Effects of irrigation intensity and nitrogen level on the performance of eight varieties of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Agronomy Journal**, v. 60, n. 1, p. 13-17, 1968.

KIEHL, E. S. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo, SP: Ceres, 1979. 262 p.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo - planta - atmosfera**. São Paulo, SP: Nobel, 1984. 408 p.

LACERDA, N. B. de. **Manejo da água disponível no solo e da adubação nitrogenada sobre a cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch) em condições controladas**. Areia: CCA/UFPB, 1997. 77 p.

OLIVEIRA, L. B. de; MARTINS, A. M. C. M. Considerações sobre a umidade de 15 atmosferas e a umidade de murcha (método fisiológico), em solos do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 91-95, 1966.

OLIVEIRA, F. A. de; CAMPOS, T.G. da S. Manejo da irrigação na cultura do algodoeiro herbáceo em condições semi-áridas do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 521-531, 1997.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ ESALQ, 1993. 505 p.

RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. *Agricultural Engineering*, v. 28, n. 10, p. 451-454, 1947.

SILVA, D. D. da et al. Efeito de lâminas de água e doses de nitrogênio na cultura do milho, irrigada por aspersão em linha. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 39, n. 222, p. 91-104, 1992.

SILVA, M. J. da.; HOLANDA, F. A. de.; MATIAS FILHO, J. Manejo da irrigação no algodoeiro anual no Nordeste brasileiro. In: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório técnico anual: 1985 – 1986**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1988. p. 179-181.

SOUZA, C. C. et al. Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada na cultura do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 125-130, 1999.

SOUZA, L. D.; REICHARDT, K. Estimativas da capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 20, n. 2, p. 183-189, 1996.

SOUZA, C. C. et al. Avaliação de métodos de determinação de água disponível em solo cultivado com algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 337-341, 2002.