

**Eficiência de Uso da Água e Produtividade
da Bananeira cv. Pacovan sob Diferentes
Potenciais de Água no Solo**



ISSN 1679-6543

Novembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61

Eficiência de Uso da Água e Produtividade da Bananeira cv. Pacovan sob Diferentes Potenciais de Água no Solo

*Fábio Rodrigues de Miranda
Antônia Bruna Mesquita Macedo
Rubens Sonsol Gondim*

Embrapa
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
Home page: www.cnpat.embrapa.br
E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*
Secretário-Executivo: *Marcos Antonio Nakayama*
Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues
Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa
Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda*

Revisão de texto: *Marcos Antonio Nakayama*
Normalização bibliográfica: *Edineide Maria Machado Maia*
Edição eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*
Foto da capa: *Fábio Rodrigues de Miranda*

1ª edição (2012): versão eletrônica

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Miranda, Fábio Rodrigues de

Eficiência de uso da água e produtividade da bananeira cv. Pacovan sob diferentes potenciais de água no solo / Fábio Rodrigues de Miranda, Antônia Bruna Mesquita Mascado, Rubens Sonsol Gondim. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

18 p.; 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543, 61).

1. *Musa* spp. 2. Irrigação. 3. Tensão de água no solo. I. Macedo, Antônia Bruna Mesquista. II. Gondim, Rubens Sonsol. III. Título. IV. Série.

CDD 634.772

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Conclusão	16
Agradecimentos	16
Referências	17

Eficiência de Uso da Água e Produtividade da Bananeira cv. Pacovan sob Diferentes Potenciais de Água no Solo

Fábio Rodrigues de Miranda

Antônia Bruna Mesquita Macedo

Rubens Sonsol Gondim

Resumo

O estudo objetivou determinar o efeito da irrigação sob diferentes potenciais de água no solo sobre a produtividade e a eficiência de uso da água da bananeira. O experimento foi realizado em Limoeiro do Norte, CE, utilizando a cultivar Pacovan Ken, irrigada por microaspersão. Os tratamentos consistiram em iniciar as irrigações quando o potencial de água na zona radicular da cultura atingiu -15 kPa, -30 kPa, -45 kPa e -60 kPa. Um sistema automático de controle em malha fechada foi utilizado para monitorar o potencial de água no solo e controlar as irrigações em tempo real. A cultura foi avaliada durante dois ciclos. A produtividade de frutos não foi significativamente diferente para níveis de potencial de água no solo até -45 kPa, mas foi reduzida quando as irrigações foram realizadas no potencial de -60 kPa. Nas condições de clima e solo da região do Baixo Jaguaribe, podem ser utilizados, no manejo da irrigação da bananeira

¹Engenheiro-Agrônomo, Ph.D. em Eng. de Biosistemas, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, fabio.miranda@embrapa.br

²Tecnóloga em Irrigação, M.Sc. em Irrigação Doutoranda da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, baezinha19@hotmail.com

³Engenheiro-Agrônomo, D.Sc. em Recursos Hídricos, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, rubens.gondim@embrapa.br.

cv. Pacovan Ken, potenciais de água no solo na zona radicular de até -45 kPa. No entanto, recomenda-se a utilização de um potencial de -15 kPa, por apresentar maior eficiência de uso da água sem comprometimento da produtividade.

Termos para indexação: *Musa* spp., irrigação, tensão de água no solo.

Water Use Efficiency and Yield of Banana cv. Pacovan Under Different Soil Water Tension Levels

Abstract

The study aimed to determine the effect of different soil water tension levels on banana yield and water use efficiency. The experiment was carried out in Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil (latitude 05°08'S, longitude 37°59'W, altitude 160 m), using banana cv. Pacovan Ken, irrigated by microsprinklers. Treatments consisted of irrigating when soil water tension in the effective root zone (0 m to 0.4 m) reached -15 kPa, -30 kPa, -45 kPa and -60 kPa. A closed-loop irrigation control system was used to monitor soil water tension and to control irrigation on a real-time basis. The crop was evaluated during two cycles. Fruit yield was not significantly different for tension levels up to -45 kPa, but decreased when the soil water tension at the root zone was allowed to reach -60 kPa. For the climatic and soil conditions of the Baixo Jaguaribe region, it may be used in the irrigation scheduling of banana cv. Ken Pacovan a soil water tension in the root zone up to -45 kPa. However, it is recommended to use a tension of -15 kPa, due to its higher water use efficiency, without compromising crop yield.

Index terms: Musa spp. Irrigation. Soil matric potential.

Introdução

A região Nordeste do Brasil apresenta condições excelentes de clima e de solo para a produção de banana (*Musa* spp.) de alto padrão de qualidade, principalmente nos polos de fruticultura irrigada. No entanto, ainda é preciso superar, na maioria dos casos, a baixa eficiência na produção e no manejo pós-colheita (BORGES, 2003).

A bananeira é bastante sensível ao deficit hídrico no solo e seu potencial produtivo depende de uma considerável taxa de transpiração e uma boa uniformidade de distribuição da umidade no solo durante todo o ano (FIGUEIREDO et al., 2006). A necessidade de manter níveis adequados de umidade no solo para aumentar o rendimento da cultura torna-se mais importante à medida que o clima se torna mais seco e mais quente. Essa é uma consequência de algumas características muito típicas da planta, tais como o alto índice de área foliar, o sistema radicular superficial comparado com outras árvores frutíferas, a rápida resposta fisiológica à falta de água e o fato de que as raízes absorvem a água somente em altos potenciais de água no solo (ROBINSON, 2000).

Na região do Baixo Jaguaribe, CE, são irrigados mais de 1.800 ha de bananeira, sendo a cultura responsável pelo maior consumo de água entre as culturas irrigadas na região (BARBOSA, 2005). Dessa forma, a melhoria da eficiência de uso da água na irrigação da banana é muito importante para a disponibilidade hídrica da região, considerando-se os efeitos do aumento da área irrigada verificado nos últimos anos e das mudanças climáticas. Segundo Gondim et al. (2008), entre os prováveis efeitos das mudanças climáticas na região do Baixo Jaguaribe, estão o aumento entre 2% e 3% da evapotranspiração e a redução entre 30,9% e 37,3% da precipitação pluvial, até o ano de 2040, conforme o cenário analisado – A2 ou B2 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Tais fatos levariam a aumentos de 33% a 44% na demanda de água para a irrigação na região.

Cerca de 80% da área cultivada com banana na região do Baixo Jaguaribe é irrigada por sistemas de microaspersão e gotejamento (BARBOSA, 2005). Segundo Phene e Howell (1984), para sistemas de irrigação capazes de aplicar água com alta frequência, como os sistemas de microirrigação, o manejo da irrigação com base no monitoramento do potencial da água no solo é uma das formas mais eficientes de manejo. Para a cultura da bananeira, o potencial da água no solo apresenta ótima correlação com algumas características fisiológicas relacionadas com o estado hídrico da planta, tais como potencial hídrico da folha, condutância estomática e transpiração (HOFFMANN; TURNER, 1993; TURNER; THOMAS, 1998).

A fim de maximizar a eficiência de uso da água e o rendimento da cultura, é necessário conhecer a faixa de potencial hídrico que pode ser mantida no solo sem comprometer o desenvolvimento e a produção da cultura. Embora haja alguns estudos na literatura correlacionando a produtividade da bananeira ao potencial da água no solo (ROBINSON; BOWER, 1987; HEDGE, 1988; HEDGE; SRINIVAS, 1989; ECKSTEIN; ROBINSON, 1996), tais estudos foram realizados em condições edafoclimáticas diferentes das condições da região do Baixo Jaguaribe e utilizaram variedades do subgrupo Cavendish (Nanicão, Grand Naine, Williams), de porte baixo. Contudo, as variedades plantadas pelos produtores da região do Baixo Jaguaribe são do subgrupo Prata (Prata e Pacovan), de porte mais alto.

O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito de diferentes potenciais de água no solo sobre a produção e a eficiência de uso da água da bananeira cv. Pacovan Ken, nas condições edafoclimáticas do Baixo Jaguaribe, CE.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma área irrigada localizada no distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, em Limoeiro do Norte, CE (latitude 05°08'S, longitude 37°59'W, altitude 160 m). A região apresenta clima

quente e semiárido. O solo do local foi classificado como Cambissolo, textura franco argilosa. Suas características físicas e físico-hídricas são apresentadas na Tabela 1.

Utilizou-se a bananeira cv. Pacovan Ken, plantada em novembro de 2005, em fileiras duplas, no espaçamento de 4,0 m x 2,5 m x 2,0 m. A cultura foi irrigada por microaspersão, com linhas laterais instaladas no centro das fileiras duplas e microaspersores do tipo autocompensante instalados a cada 3,75 m na lateral (um emissor para três plantas). A vazão e o raio de alcance dos emissores foram avaliados no campo, apresentando valores médios de 55,0 L h⁻¹ e de 2,5 m, respectivamente, sob uma pressão de serviço de 0,15 MPa. O sistema de irrigação apresentou coeficiente de uniformidade de distribuição de 91,6%.

Tabela 1. Características físicas e físico-hídricas do solo da área experimental.

Característica	Unidade	Profundidade (m)		
		0,0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6
Areia	(g kg ⁻¹)	466	355	389
Silte	(g kg ⁻¹)	226	275	362
Argila	(g kg ⁻¹)	308	370	389
Densidade do solo	(kg dm ⁻³)	1,40	1,36	1,31
Densidade de partículas	(kg dm ⁻³)	2,57	2,49	2,48
Teor de água no potencial de -10 kPa	(m ³ m ⁻³)	0,27	0,23	0,23
Teor de água no potencial de -1500 kPa	(m ³ m ⁻³)	0,17	0,16	0,15

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos de quatro potenciais de água no solo como indicativas do momento de iniciar as irrigações (-15 kPa, -30 kPa, -45 kPa e -60 kPa). Cada parcela foi composta por três fileiras duplas (18 m de largura), com comprimento de 20 m (área de 360 m²).

Um sistema automático de controle de irrigação em malha fechada foi utilizado para a aplicação dos tratamentos, sendo constituído por: 48 sensores de potencial da água no solo tipo matriz granular (modelo Watermark® 200SS, Irrrometer), 3 sensores de temperatura do solo (Termistor C100F103G, Thermometrics), 1 datalogger (CR10X, Campbell Scientific), 2 multiplexadores (AM 16/32, Campbell Scientific), 1 controlador de carga (SDM-CD16AC, Campbell Scientific) e 4 sistemas de aplicação de água (um para cada tratamento) compostos por bombas centrifugas, tubulações e emissores, conforme descrito por Canafístula et al. (2005).

Foram instalados três sensores de potencial da água no solo na fileira dupla central de cada parcela experimental, a uma distância de 0,50 m do pseudocaule da planta, nas profundidades de 0,15 m e 0,30 m. Os sensores de temperatura foram instalados nas mesmas profundidades, em uma das parcelas. As profundidades foram escolhidas a partir dos resultados de um estudo preliminar no qual se observou que a profundidade efetiva do sistema radicular da bananeira no local foi de 0,30 m. Foram coletadas amostras de solo indeformadas nas profundidades citadas para a determinação das curvas de retenção de água no solo.

O processo de controle das irrigações tinha início com a aquisição dos dados dos sensores de temperatura do solo e de resistência elétrica (Watermark) por meio do datalogger, seguida da conversão dos valores de resistência elétrica para potencial da água no solo e a comparação com os valores limites de acordo com o tratamento. O datalogger foi programado para efetuar as leituras dos sensores a cada 60 s e para iniciar as irrigações dos tratamentos automaticamente, por meio do controlador, sempre que os potenciais medidos em três dos quatro sensores do mesmo tratamento, instalados na profundidade de 0,15 m, atingissem o limite pré-estabelecido para o tratamento.

O tempo de irrigação de cada tratamento foi calculado a partir da curva de retenção de água na profundidade de 0,15 m, de forma a aplicar uma lâmina de água requerida para elevar a umidade atual do solo à capacidade de campo (considerada como a umidade no potencial de

-10 kPa) na zona radicular efetiva da cultura. Para o monitoramento dos volumes de água aplicados em cada tratamento, foram utilizados hidrômetros, cujas leituras foram realizadas diariamente. Um pluviômetro instalado ao lado da área experimental foi utilizado para monitorar as precipitações pluviais.

Nas avaliações de produção, foram utilizadas quatro plantas situadas na fileira dupla central de cada parcela. Foram avaliadas, até 18 meses após o plantio, em duas colheitas, as seguintes variáveis: número de palmas por cacho, número de frutos por cacho, peso médio dos frutos e produtividade. A colheita do primeiro cacho ocorreu em outubro de 2006 (11 meses após o transplante), e a colheita do segundo cacho, em abril e maio de 2007 (16 meses após o transplante). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias. A eficiência de uso da água de irrigação foi calculada pela razão entre a produtividade e a lâmina total de irrigação aplicada em cada tratamento.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios e a variação do potencial de água no solo na zona radicular da bananeira no período de dezembro de 2005 a abril de 2007. Com exceção do tratamento -15 kPa, os potenciais médios de água no solo observados nos tratamentos foram inferiores aos potenciais pré-estabelecidos. Como as irrigações foram iniciadas quando as leituras de pelo menos três dos quatro sensores atingissem os valores limites de potencial de cada tratamento, e não pela média dos quatro sensores, nota-se que, em todos os tratamentos, os valores máximos de potencial observados foram superiores aos potenciais limites.

As irrigações foram mais frequentes nos tratamentos com potenciais de água no solo menos negativos. Durante os meses de seca (junho a janeiro), foram observados intervalos médios entre as irrigações de 1, 2, 2 e 4 dias para os tratamentos -15 kPa, -30 kPa, -45 kPa e -60 kPa, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios e variação do potencial de água no solo observados nas profundidades de 0,15 m e 0,30 m, no período de dezembro de 2005 a abril de 2007.

Tratamento (kPa)	Profundidade 0,15 m		Profundidade 0,30 m	
	Potencial médio (kPa)	Varição (kPa)	Potencial médio (kPa)	Varição (kPa)
-15	-21,3	-8,1 a -30,0	-17,5	-7,3 a -35,0
-30	-23,8	-8,6 a -50,3	-22,8	-7,3 a -55,5
-45	-36,0	-9,6 a -60,1	-26,6	-9,2 a -54,8
-60	-47,8	-9,0 a -85,0	-37,8	-9,6 a -97,0

Houve maior aplicação de água no tratamento -45 kPa em relação aos tratamentos -15 kPa e -30 kPa, principalmente nos meses de janeiro a fevereiro de 2006 e novembro de 2006 a janeiro de 2007 (Figura 1). Tal fato provavelmente ocorreu em virtude da variação espacial das características físico-hídricas do solo. Observou-se que os sensores do tratamento -45 kPa demoravam mais tempo para responder ao aumento da umidade do solo durante as irrigações, fazendo com que o sistema automático de controle iniciasse um novo ciclo de irrigação após encerrado o primeiro ciclo.

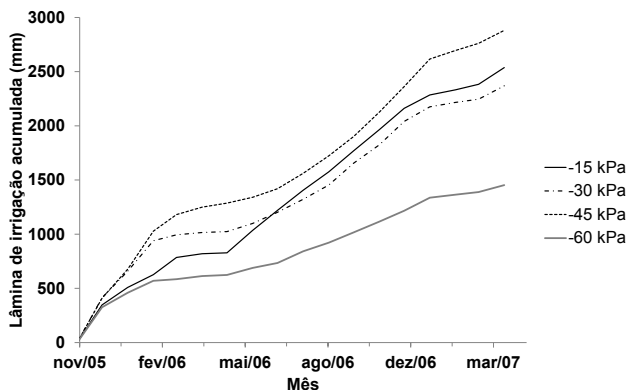


Figura 1. Lâminas de irrigação acumuladas aplicadas na cultura da bananeira cv. Pacovan Ken, submetida a diferentes potenciais de água no solo antes das irrigações. Limoeiro do Norte, CE, 2005-2007.

Produção de frutos

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis de produção analisadas (Tabela 3). A produtividade de frutos não variou significativamente quando as irrigações foram realizadas com níveis de potencial de água no solo de até -45 kPa, mas foi significativamente reduzida quando as irrigações foram iniciadas em um potencial de -60 kPa (Tabela 4).

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis produtividade, peso médio do fruto, número de frutos por cacho e número de palmas por cacho, para a bananeira cv. Pacovan Ken submetida a diferentes potenciais de água no solo antes das irrigações. Limoeiro do Norte, CE, 2005-2007.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio			
		Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso médio do fruto (g)	Número de frutos/cacho	Número de palmas/cacho
Tratamentos	3	2,284 x 10 ^{8**}	1461,358**	168,558**	0,412*
Blocos	3	6,779 x 10 ^{7ns}	368,729 ^{ns}	43,910 ^{ns}	0,162 ^{ns}
Resíduo	9	1,170 x 10 ⁷	97,316	21,953	0,063
CV (%)	-	6,877	5,179	4,823	3,694

^{ns}(não significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 4. Produtividade, número de palmas por cacho, número de frutos por cacho e peso médio do fruto da bananeira cv. Pacovan Ken submetida a diferentes potenciais de água no solo antes das irrigações⁽¹⁾. Limoeiro do Norte, CE, 2005-2007.

Tratamento (kPa)	Produtividade (t ha ⁻¹) ⁽²⁾	Número de palmas/cacho ⁽³⁾	Número de frutos/cacho ⁽³⁾	Peso médio do fruto (g) ⁽³⁾
-15	55,8 ^a	7,2 ^a	104,8 ^a	198,2 ^{ab}
-30	48,7 ^a	6,9 ^{ab}	97,6 ^{ab}	186,7 ^{bc}
-45	55,0 ^a	6,8 ^{ab}	97,3 ^{ab}	211,1 ^a
-60	39,4 ^b	6,4 ^b	88,9 ^b	166,0 ^c
CV (%)	6,877	3,694	4,823	5,179
Teste F	19,487**	6,488*	7,678**	15,017**

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra na coluna não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

⁽²⁾Somas das colheitas do primeiro e do segundo cacho.

⁽³⁾Médias do primeiro e do segundo cacho.

* e ** Significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste de F.

O número de palmas por cacho e o número de frutos por cacho foram significativamente maiores quando as irrigações foram iniciadas no potencial de -15 kPa, em relação ao tratamento com irrigações iniciadas no potencial de -60 kPa, mas não diferiram das médias dos tratamentos -30 kPa e -45 kPa. Os maiores valores de peso médio do fruto foram observados quando as irrigações foram aplicadas com níveis de potencial de água no solo de -45 kPa e -15 kPa; este, por sua vez não diferiu do tratamento -30 kPa.

Hedge e Srinivas (1989), em estudo realizado na Índia com a cultivar Robusta, observaram que a manutenção de potenciais de água no solo além de -45 kPa atrasou o início do florescimento em 30 dias e reduziu o peso de frutos da bananeira. No presente estudo, não foram observados atrasos no florescimento das plantas, mesmo nos tratamentos com potenciais de água no solo mais negativos. No entanto, foram observadas reduções no número e no peso dos frutos no tratamento com maior deficit hídrico (-60 kPa) em relação ao tratamento com menor deficit.

Eficiência de uso da água

A maior eficiência de uso da água de irrigação foi obtida no tratamento de -60 kPa, em virtude, sobretudo, da significativa redução da lâmina de irrigação aplicada em relação aos outros tratamentos (Tabela 5). No entanto, em relação aos demais tratamentos, o -60 kPa apresentou menor produtividade e frutos de baixo valor de mercado (menor peso).

Dentre os tratamentos que apresentaram as maiores médias de produtividade (-15 kPa, -30 kPa e -45 kPa), o -15 kPa foi o que apresentou o melhor resultado em termos da eficiência de uso da água de irrigação. A menor eficiência de uso da água foi verificada no tratamento -45 kPa, no qual o aumento da lâmina de irrigação aplicada não correspondeu a um aumento da produtividade na mesma proporção.

Tabela 5. Lâmina de irrigação aplicada e eficiência de uso da água de irrigação da bananeira cv. Pacovan Ken submetida a diferentes potenciais de água no solo antes das irrigações. Limoeiro do Norte, CE, 2005-2007.

Potencial de água no solo (kPa)	Lâmina de irrigação aplicada (mm)	Eficiência de uso da água de irrigação (kg m ⁻³)
-15	2.538	2,20
-30	2.369	2,06
-45	2.880	1,91
-60	1.454	2,71

É provável que os problemas ocorridos na aplicação do tratamento com potencial de -45 kPa tenham contribuído para atenuar possíveis efeitos de estresse hídrico e afetado os resultados de produção e de eficiência de uso da água desse tratamento.

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com aqueles obtidos por Hedge (1988) em estudo realizado na Índia com a cultivar de banana Robusta, em que a produtividade não foi afetada quando as irrigações foram realizadas com um potencial de água no solo de até -45 kPa. No mesmo estudo, o desenvolvimento e a produtividade da bananeira foram reduzidos quando as irrigações foram iniciadas com potenciais de água no solo de -65 kPa.

Segundo Carr (2009), o grau de abertura estomática é um indicador muito sensível da disponibilidade de água no solo e do estado hídrico da bananeira. O deficit hídrico no solo provoca o declínio na condutância estomática, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, a fotossíntese da planta. Para manter as trocas gasosas em níveis adequados, o potencial de água no solo não deve ser mais negativo que -33 kPa na camada de solo de 0 m a 0,3 m, o que, em condições tropicais, equivale a frequências de irrigação de no máximo 3 dias.

Robinson e Bower (1987) observaram que houve redução de 41% na taxa de transpiração da bananeira cultivar Williams quando as irrigações

foram iniciadas com um potencial de água no solo de -46 kPa, sob condições de alto deficit de pressão de vapor. Segundo os autores, o início do estresse hídrico na planta ocorreu a partir de potenciais de água no solo de -20 kPa a -25 kPa. Eckstein e Robinson (1996) recomendam limites de potencial de água no solo de até -25 kPa para o manejo da irrigação da bananeira.

Conclusão

No manejo da irrigação da bananeira cv. Pacovan Ken, nas condições de clima e solo da região do Baixo Jaguaribe, CE, podem ser utilizados, para iniciar as irrigações, potenciais de água no solo na zona radicular da cultura de até -45 kPa, sem redução de seu rendimento. No entanto, recomenda-se a utilização de um potencial de -15 kPa, por apresentar maior eficiência de uso da água, sem comprometimento da produtividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB/Fundeci) pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

Referências

- BARBOSA, F. C. **Estimativa das necessidades de irrigação e avaliação do impacto da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia do Baixo Jaguaribe – CE**. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- BORGES, A. L. **Cultivo da banana para o Agropólo Jaguaribe-Apodi, Ceará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de Produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/banana/BananaCeara/index.htm>> Acesso: em 14 fev. 2011.
- CANAFÍSTULA, F. J. F.; TEIXEIRA, A. S.; RIBEIRO, R. S. F.; GONDIM, R. S.; MIRANDA, F. R. Controle de malha fechada para irrigação de precisão. **Item: Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 67, p. 82-85, 2005.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of Banana (*Musa* spp.). **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 45, n. 3, p. 333-371, 2009.
- ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J. C. Physiological responses of banana (*Musa* AAA), Cavendish subgroup) in the subtropics. (VI). Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress, **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 71, n. 5, p. 679-692, 1996.
- FIGUEIREDO, F. P.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; COSTA, L. C.; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, F. G. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 798-803, 2006.
- GONDIM, R. S.; CASTRO, M. A. H.; EVANGELISTA, S. R. de M.; TEIXEIRA, A. S.;

- JÚNIOR, S.C. Mudanças climáticas e impactos na necessidade hídrica das culturas perenes na Bacia do Jaguaribe, no Estado do Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 12, p.1657-1664, 2008.
- HEDGE, D.M. Growth and yield analysis of 'Robusta' banana in relation to soil water potential and nitrogen fertilization. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 37, n. 2, p.145-155, 1988.
- HEDGE, D. M.; SRINIVAS, K. Effect of soil matric potential and nitrogen on growth, yield, nutrient uptake and water use of banana. **Agricultural Water Management**, Columbus, v.16, n. 1/2, p.109-117, 1989.
- HOFFMANN, H. P.; TURNER, D. W. Soil water deficits reduce the elongation rate of emerging banana leaves but the night/day elongation ratio remains unchanged. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 54, n.1, p.1-12, 1993.
- PHENE, C.J.; HOWELL, T.A. Soil sensor control of high-frequency irrigation systems. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 27, n. 2, p.392-396, 1984.
- ROBINSON, J.C. Banana productivity: the impact of agronomic practices. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BANANA AND PLANTAIN FOR AFRICA, 1., 2000, Ibadan. **Proceedings ... Ibadan: ISHS**, 2000. p. 247-258.
- ROBINSON, J. C.; BOWER, J. P. Transpiration characteristics of banana leaves (cultivar 'Williams') in response to progressive depletion of available soil moisture. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 30, n. 4, p. 289-300, 1987.
- TURNER, D. W.; THOMAS, D. S. Measurements of plant and soil water status and their association with leaf gas exchange in banana (*Musa spp.*): a laticiferous plant. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 77, n. 3-4, p.177-193, 1998.



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

