



PRODUÇÃO DA BANANEIRA FERTIRRIGADA NO SEMI-ÁRIDO EM FUNÇÃO DE NITROGÊNIO E VOLUME DE ÁGUA

Ladilson de Souza Macêdo², Elson Soares dos Santos³ e Euzeli Cipriano dos Santos³

1 Financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

2 Embrapa / EMEPA-PB. e-mail: emepa@emepa.org.br

3 Emepa. E-mail: ceeci@emepa.org.br, santoseuzeli@ig.com.br,

Resumo - Esta pesquisa teve como objetivo avaliar níveis de nitrogênio e volumes de água em sistema de fertirrigação sobre componentes de produção da bananeira 'Nanica' e da evolução de sais na água e no solo sob irrigação localizada. Os experimentos foram conduzidos nas Estações Experimentais da Emepa, nos municípios de Patos e Itaporanga, PB, Brasil. Testaram-se quatro níveis de N (0, 150, 300 e 450 kg/ha), aplicados na forma de uréia (45% N) e três volumes de água (60%, 80% e 100% da evaporação do tanque - ETC). A fertirrigação foi aplicada a cada decêndio, durante o ciclo da cultura. Os níveis de nitrogênio aplicados por meio de fertirrigação não exerceram influência nos componentes de produção da bananeira 'Nanica'. A produtividade de banana aumentou linearmente em função do aumento dos volumes de água. O uso de 67,5 kg/ha de uréia via fertirrigação associado à fração de água de irrigação de 100% da ETC proporciona alta produtividade da bananeira 'Nanica' nas condições de Patos e Itaporanga. É necessário monitorar os níveis de salinidade na água de irrigação para prever efeitos resultantes da irrigação nas características do solo e na produtividade da cultura. Em locais onde a água é fator limitante é recomendado reduzir a área de cultivo da bananeira.

Palavras-chave: Banana nanica, fertirrigação, irrigação

PRODUCTION OF FERTIRRIGATED BANANA TREE IN THE SEMI-ARID REGION IN FUNCTION OF NITROGEN AND VOLUME OF WATER

Abstract - This research had as objective to evaluate nitrogen levels and volumes of water in system of fertirrigation on production components of the banana 'Nanica' and the evolution of salts in the water and soil under localized irrigation. The experiments were carried out at Experimental Stations of Emepa, in the municipalities of Patos and Itaporanga, PB, Brazil. Four levels of N were tested (0, 150, 300 and 450 kg/ha), applied in the form of urea (45% N) and three volumes of water (60%, 80% and 100% of the evaporation tank -ET). The fertirrigation was applied at each period of ten days, during the crop cycle. The nitrogen levels applied by fertirrigation did not exert influence in the production components of the 'Nanica' banana. The banana yield increased linearly in function of the increase of the volume of water. The use of 67.5 kg/ha of urea through fertirrigation associated to water fraction of irrigation of 100% of the ET provides high yield of the 'Nanica' banana tree in the conditions of Patos and Itaporanga. It is necessary to monitor the levels of salinity in the irrigation water to foresee resultant effects of the irrigation in the characteristics of the soil and in the productivity of the crop. In places where the water is a limiting factor it is recommended to reduce the area of the banana crop.

Key words: Dwarf cavendish, fertirrigation, irrigation

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* sp.) é uma planta de regiões tropicais e subtropicais, originária do continente asiático, bastante exigente em água nos períodos de estiagens com temperaturas e evaporações elevadas, devido a sua extensa área foliar (13,15 m²/planta, em média) e ciclo relativamente longo, o que determina um alto consumo anual de 12.000 a 25.000 m³/ha, dependendo da densidade populacional, clima, solo e sistema de irrigação. Apesar da relevância que representam os frutos do subgrupo Cavendish, embora passíveis de exportação, não têm boa aceitação no mercado externo face à baixa qualidade, enquanto no mercado interno, os mesmos não são atrativos aos consumidores das classes alta e média, embora a banana seja a fruta preferida, sendo o quarto produto mais consumido no mundo, ficando atrás do trigo, milho e arroz. O Brasil destaca-se como o seu maior consumidor e, segundo a FAO (2002), é o terceiro maior produtor (10% do total mundial), com produção estimada em 6,5 milhões de toneladas. A área colhida dessa musácea é de 496,6 mil hectares (Agrifinal, 2005), cuja produção estende-se desde a faixa litorânea até o planalto central, destacando-se os Estados da Bahia, Ceará e São Paulo.

A fertirrigação é uma técnica utilizada desde muito tempo pelos agricultores dos Estados Unidos, Israel, Itália e Espanha, tornando-se de uso generalizado nesses países com o avanço do desenvolvimento de sistemas de irrigação modernos. No Brasil, o seu uso é recente, sendo adotada, principalmente, pelos produtores que utilizam irrigação localizada. Essa técnica ajusta-se bem à fertilização da bananeira, que é exigente em nutrientes, com maior expressão para potássio e nitrogênio (Soto, 1992; Borges et al., 1997; Gomes & Nóbrega, 2000). O nitrogênio (N) e o potássio (K) são os nutrientes aplicados com maior frequência via água de irrigação, onde se pode parcelar a aplicação dos

fertilizantes solúveis nitrogenados e potássicos de acordo com a demanda da cultura, aumentando a eficiência do uso de nitrogênio reduzindo as perdas por lixiviação bastante comuns na adubação convencional via solo (Coelho, 1994). Segundo Martin-Prével (1985), o nitrogênio tem grande importância do início do desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência, ocorrendo redução de absorção até a colheita; o K é absorvido em cerca de dois terços, da fase de indução floral até a colheita; o P é requerido em menores quantidades, com pico de absorção a partir do início de desenvolvimento das folhas até a emissão das flores

De acordo com Papadopoulos (1999), a bananeira necessita das seguintes disponibilidades de nutrientes do solo, durante o crescimento vegetativo: N (250 kg/ha), P₂O₅ (60 kg/ha) e K₂O (1.000 kg/ha). O parcelamento do nitrogênio é justificado por Malavolta (1980) devido a três fatores: baixa exigência inicial, rápida lixiviação, principalmente em solos arenosos, e índice salino elevado. As fontes mais utilizadas são: uréia, sulfato de amônio, nitrato de amônio e solução líquida, comercializada com o nome de uran. Abreu et al. (1987) afirmam que o fósforo é o nutriente que apresenta maiores problemas para aplicação via água de irrigação em função da baixa solubilidade, de sua fácil precipitação e de sua baixa mobilidade no solo, principalmente em solos altamente fixadores de fósforo, não atingindo, portanto, maiores profundidades do sistema radicular. Costa et al. (1986) referem-se à utilização de fontes fosfatadas mais solúveis, como os fosfatos de amônio (MAP e DAP). A aplicação de potássio na água de irrigação praticamente não apresenta problemas devido à alta solubilidade da maioria dos sais de potássio. A utilização do sulfato de potássio é limitada, em relação ao cloreto ou do nitrato, uma vez que na presença de grandes concentrações de cálcio na água ocorre a formação de precipitado de sulfato de cálcio. Para os micronutrientes devem se observar os

mesmos princípios apresentados para aplicação dos macronutrientes, ou seja, a solubilidade e a compatibilidade sempre devem ser analisadas (Hagin & Tucker, 1982).

Durante o ciclo, a bananeira apresenta pequena absorção de macronutrientes até o quinto mês, em função do lento crescimento (Samuels et al., 1978). Do quinto mês até o florescimento (décimo mês) há um aumento acentuado, com acúmulo significativo de matéria seca e nutrientes. Após o florescimento até a colheita, a absorção de nutrientes é estabilizada (Montagut & Martin-Prével, 1965). Com referência aos micronutrientes, Twyford & Walmsley (1968) observaram, em banana "Robusta" (AAA), um aumento pequeno na absorção de boro e cobre, após o quinto mês (um a dois meses antes do florescimento), e um aumento acentuado na absorção de zinco, após o início do florescimento (6,5 meses) até a colheita. A maior absorção de macro e micronutrientes ocorre após o quinto mês, quando se verifica maior acúmulo de matéria seca, até o florescimento, estabilizando-se até a colheita, exceto para zinco e potássio, este último por acumular grande quantidade nos frutos. De acordo com Malavolta (1980) para uma produção de 30 t/ha a bananeira extrai 142, 18, 365 e 13 kg/ha de N, P, K e Ca, respectivamente.

Estudando cinco genótipos de bananeira Faria (1997) encontrou diferenças nas quantidades de nutrientes absorvidos, para uma densidade de 1.333 plantas/ha, com quantidades totais absorvidas pelo subgrupo Cavendish (AAA) de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu e Zn de 87, 65, 273, 28, 28, 5, 156, 20 e 96 kg/ha, respectivamente. Gomes (1988) observou na cv. Prata, que acima de 75% de N, P e K são absorvidos a partir de 180 dias, enquanto mais de 70% de Ca, B, Zn e Cu são absorvidos a partir de 210 a 240 dias após o plantio. A bananeira é uma cultura exigente em nutrientes, especialmente N e K, com variações entre partes constituintes da planta, idade e cultivares, com maximização de absorção do quarto mês até o florescimento.

Em função da densidade populacional, os bananais irrigados e em desenvolvimento possuem uma superfície evaporativa entre 37.500 a 45.000 m². Esses valores estão relacionados com a rapidez de desenvolvimento da bananeira e permitem compreender as elevadas e constantes necessidades hídricas requeridas (Castro & Kluge, 1998). Os períodos críticos, nos quais os efeitos de um suprimento inadequado de água são mais evidenciados ocorrem durante a emergência da inflorescência podendo, em situações mais graves, não ocorrer o lançamento da inflorescência, e no período próximo à colheita, durante o desenvolvimento final dos frutos (Israelí & Lahav, 1986).

Para regiões semi-áridas considera-se suficiente, para obtenção de colheitas economicamente rentáveis, a aplicação de lâminas entre 100 e 180 mm/mês, dependendo da textura do solo. Segundo Doorembos & Kassam (1994), o período de estabelecimento e a fase inicial do desenvolvimento vegetativo determinam o potencial de crescimento e frutificação, sendo essencial suprir o solo adequadamente de água e nutrientes. Esses autores sugerem os seguintes coeficientes de cultivo (Kc) para bananeira em regiões tropicais, para cada mês após o plantio: do 1º ao 2º mês (0,40), 3º (0,45), 4º mês (0,50), 5º mês (0,60), 6º mês (0,70), 7º mês (0,85), 8º mês (1,00), 9º e 10º (1,10), 11º mês (0,90), 12º e 13º mês (0,80), 14º mês (0,95) e 15º mês (1,00).

Em função do desenvolvimento da agricultura, intensidade do cultivo e do aspecto econômico, com consumidores cada vez mais exigentes em qualidade de produtos, os irrigantes vêm procurando adotar procedimentos que permitam, ao mesmo tempo, reduzir os custos de produção e elevar suas receitas líquidas. A irrigação, por si só, não se constitui numa garantia da estabilidade da produção agrícola, principalmente em regiões de climas áridos e semi-áridos (Riché & Tonneau, 1992), porém, quando praticada em associação com outras técnicas como a fertirrigação pode proporcionar diminuição dos custos de produção. No

Brasil, esta técnica é ainda incipiente quando comparada ao seu potencial, enquanto em alguns países de tecnologia agrícola avançada (EUA, Israel), já é de uso rotineiro (Costa et al., 1986).

Alguns aspectos inerentes à fertirrigação necessitam maiores conhecimentos, tais como o equilíbrio iônico na solução do solo e na planta, tipos, fontes e manejo dos nutrientes. O processo de fertirrigação é complexo por envolver aspectos físicos e, principalmente, químicos e fisiológicos dos sistemas solo - água - planta. O princípio básico é a manutenção equilibrada das relações iônicas no sistema, isto é, deve haver um balanço catiônico/aniônico adequado (Carrijo et al., 1999).

Esta técnica atende as necessidades agrícolas e adapta-se perfeitamente aos diversos planos de irrigação em todos os sistemas de irrigação (fixos, semi-fixos e móveis), sendo os pressurizados os que mais se prestam à técnica, notadamente os localizados, uma vez que permitem um maior controle das aplicações (Boaz & Halevy, segundo Frizzone & Botrel, 1997). Apresenta como vantagens: uniformidade de aplicação, incorporação de micronutrientes; economia de mão-de-obra para aplicação, redução de perdas do N da uréia na presença do cloreto de potássio. Em climas áridos, o desenvolvimento radicular restringe-se à região do solo molhado pela irrigação. Nesse caso, a distribuição de fertilizantes via água de irrigação permite localizar estes produtos na posição desejada (Bernardo, 1995).

No Nordeste brasileiro, são pouquíssimas as áreas com culturas fertirrigadas, sendo os proprietários de sistemas de pivô central ou localizados os que mais fazem uso desta técnica. Entretanto, raros são os trabalhos de pesquisa na literatura brasileira que tratem deste assunto, notadamente com a bananeira. Soares et al. (1999) apresentam resultados de ensaios envolvendo doses de adubos nitrogenados, realizados com a cultura do melão fertirrigada por gotejamento e salientam a importância de estudos

comparativos entre os meios tradicionais de adubação e fertirrigação. Com o desenvolvimento de novas tecnologias em irrigação e introdução de fertilizantes líquidos no mercado, a fertirrigação pode constituir-se em uma valiosa ferramenta na redução de custos e na elevação da produtividade em sistemas agrícolas de produção, propiciando um aumento na receita líquida dos agricultores.

Dentre os maiores problemas da bananeira no Brasil, o manejo inadequado do sistema solo - água - planta tem despertado a atenção de instituições de fomento, que destacam a necessidade de pesquisa sobre fertirrigação, por causa da deficiência de informações quanto à curvas de crescimento e absorção de nutrientes, para se estabelecer um paradigma de fertilização e reduzir as dificuldades no controle e eficácia de uso de água nos projetos de irrigação. Este fato motivou esta pesquisa que teve como objetivo avaliar níveis de nitrogênio e volumes de água em sistema de fertilização sobre os componentes da produção, da qualidade da bananeira 'nanica' e da evolução de sais na água e no solo sob irrigação localizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas Estações Experimentais da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. - Emepa e da Embrapa Algodão, situadas em Itaporanga (07° 18' 16" S e 38° 09' 01" W.Gr., altitude 291 m) e Patos (07° 01' 28" S, 37° 18' 46" W.Gr., altitude 242m), respectivamente. Estas Estações Experimentais encontram-se inseridas no semi-árido da Paraíba, em LUVISSOLO HIPOCRÔMICO órtico - TPo e LUVISSOLO CRÔMICO órtico planossólico vértico - TCo (Embrapa, 1999), ambos de fertilidade natural alta, porém susceptíveis à erosão e com boa reserva de minerais de fácil intemperização. O segundo solo, bastante representativo do semi-árido nordestino, requereu maior

atenção pela pedregosidade e pouca profundidade de exploração radicular, bastante limitada. As características químicas do solo estão contidas na Tabela 1. Em relação às características físicas os solos apresentaram os seguintes resultados contidos na Tabela 2.

Tabela 1

Características químicas do solo das áreas experimentais cultivadas com bananeira 'nanica' nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Itaporanga e Patos, PB. Ano de 2004.

Características	LUVISSOLO CRÔMICO (Itaporanga)		LUVISSOLO HIPOCRÔMICO (Patos)	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm	0 – 20 cm	20 – 40 cm
pH (1:2,5) água	6,70	7,10	7,60	7,30
M.O. (g.kg ⁻¹)	1,50	1,60	1,60	1,44
P (mg.dm ⁻³)	19,92	4,33	21,26	4,31
K (cmolc.dm ⁻³)	0,68	0,19	7,60	2,60
Ca (mmolc.dm ⁻³)	3,70	6,05	8,10	8,00
Mg (mmolc.dm ⁻³)	1,60	1,95	2,40	5,80
H+Al mmolc.dm ⁻³)	1,49	0,99	0,00	0,00
SB	27,39	13,51	11,53	14,84
CTC	6,20	7,10	7,74	9,28
V (%)	95	93	81	89

Tabela 2

Características físicas dos solos das áreas experimentais às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Patos e Itaporanga, PB. Ano de 2004.

Solo	Profundidade (cm)	Cees (dS/m)	CC (%)	PM (%)	AD	Dap. (g/cm ³)
LUVISSOLO CRÔMICO	0 – 20	0,37	15,29	4,90	10,39	1,42
	20 – 40	0,24	15,57	7,71	7,86	1,32
LUVISSOLO HIPOCRÔMICO	0 – 20	0,42	16,02	5,02	11,00	1,39
	20 – 40	0,38	15,80	6,70	9,10	1,38

CC - Capacidade de campo, PM - Ponto de Murcha

A cultivar utilizada nos experimentos foi a Nanica e o plantio realizado em 04.08.2004, com mudas do tipo "chifrinho" obtidas de viveirista idôneo. As práticas culturais frequentemente utilizadas em bananal, como desbaste, desbrota, desfolha, eliminação do coração, eliminação da última penca, despistilamento, controle fitossanitário e controle de plantas daninhas foram realizadas conforme as necessidades da cultura.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com arranjo fatorial 4x3, com quatro repetições. Os tratamentos fatoriais foram constituídos por quatro dosagens de N (0, 150, 300 e 450 kg/ha) aplicadas na forma de uréia (45% N) e três volumes de água (60, 80 e 100% da evapotranspiração da cultura, ETC) aplicados até atingir a somatória de 15 mm de evaporação. A fertirrigação foi aplicada a cada decêndio, por todo o ciclo da cultura, utilizando um injetor "venturi" acoplado à linha principal do sistema de irrigação por microaspiração, constituído de microaspressores autocompensantes de pressão, cuja vazão nominal foi de 70 L/h, operando a uma pressão de serviço de 200 KPa, em disposição de um microaspressor para cada quatro plantas. As parcelas foram constituídas por duas linhas de quatro plantas, utilizando-se de duas plantas centrais para avaliação e as demais como bordadura.

O preparo do solo consistiu na aração e gradagem, sem aplicação de calcário.

As covas, com dimensões de 0,50 x 0,50 x 0,50 m, foram fertilizadas, inicialmente, com uma mistura de 30g de uréia, 500g de superfosfato simples, 100g de cloreto de potássio e 30 L de esterco de curral.

O clima da região, segundo Köeppen, é do tipo Bsh (semi-árido quente), com precipitações médias anuais baixas e estação seca de 7 a 9 meses, intensa luminosidade (cerca de 3.000 ha/ano) e evapotranspiração elevada de até 12 mm/dia.

No período de execução da pesquisa (maio de 2004 a maio de 2006), a precipitação pluviométrica nos locais dos ensaios foi 746,5 e 771 mm em Patos e 1.026,6 e 948,8 mm em Itaporanga, respectivamente.

Foram aplicadas volumes de água de 7.201,2; 5.761 4.320,7 m³/ha em complementação a pluviometria de Patos correspondentes aos tratamentos de 100, 80 e 60% da ETC, em 2004 e 26.472, 21.177 e 15.883 m³/ha, respectivamente, em 2005; enquanto no ensaio de Itaporanga esses mesmos tratamentos resultaram na aplicação de 16.654,7, 15.323 e 14.258 m³/ha em 2004 e 19.333, 15.466 e 11.600 m³/ha, em 2005.

As necessidades de água da cultura foram obtidas pelo cálculo da evapotranspiração da cultura, relacionando-as às frações de 0,60, 0,80 e 1,00, pré-estabelecidas no tratamento dos volumes de água, com lastro nos dados de evaporação no tanque Classe A e precipitação, conforme processo descrito por Ollita (1997), por meio da seguinte expressão:

$$V = \frac{[ECA.Kp.Kc) - P].A.Kr}{Ef}$$

em que:

V – volume de água a ser aplicado, L/dia;
ECA – evaporação no tanque Classe A, mm;

Kp – fator de multiplicação de leitura no tanque = 0,75;
 Kc – coeficiente da cultura (Tabela 2);
 P – precipitação ocorrida no período, mm;
 A – área definida pelo espaçamento entre plantas, $m^2 = 2 \times 2$ m;
 Ef – eficiência de irrigação (0,8);
 Kr – fator de porcentagem de área molhada pelo efeito da irrigação = 1.

Para o cálculo da porcentagem da área molhada pela irrigação (Kr), adotando-se o valor máximo igual a 1, utilizando-se da expressão de Keller & Karmelli (1975), com segue:

$$Kr = \%AC / 0,85$$

sendo AC a área do solo coberta pelas plantas. Para os coeficientes da cultura (Kc), foram adotadas valores de acordo com o desenvolvimento da cultura (Tabela 3), para o primeiro ciclo (Doorembos & Kassam, 1994). No segundo ciclo, adotou-se o valor máximo de Kc igual a 1,10.

Tabela 3

Coeficientes de evapotranspiração da cultura (Kc) da bananeira em regiões de clima tropical.

Meses	Fases	Kc
1	Rebroto	0,40
2		0,40
3		0,45
4		0,50
5		0,60
6		0,70
7		0,85
8	Floração	1,00
9		1,10
10		1,10
11	Colheita	0,90
12		0,80
13		0,80
14		0,95
15		1,00

Nas parcelas correspondentes aos tratamentos V1=60% e N3=300 kg/ha, V2=80% N3=300 kg/ha e V3=100% e N3=300 kg/ha em cada experimento, foram instalados três lisímetros para coleta da água correspondente a esses tratamentos, para posterior análise de salinidade.

Considerando-se a ocorrência de ventos moderados na região (175 - 425 km/dia), unidade relativa média do ar de 40 a 70% e a instalação do tanque em área sem vegetação e próxima ao experimento, adotou-se 0,75 como o valor de Kp.

As análises de água e de solo foram realizadas pela Universidade Federal de Campina Grande, Campus I, em Campina Grande, e no Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Campus II, em Areia.

Foi realizada avaliação do estado nutricional de amostras da folha “D” no experimento situado em Patos, PB, para validar os resultados dos tratamentos inerentes à interação volume de água versus doses de nitrogênio que apresentou melhor equilíbrio da relação Ca/Mg, resultando em crescimento e produção normais para a bananeira ‘nanica’.

A eficiência de uso da água da bananeira foi calculada e comparada a outras frutíferas irrigadas (graviola e goiaba) da região, para verificar a relação custo/benefício estimada e a rentabilidade de cada cultura.

Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância com regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade e componentes de produção

De acordo com os resultados das análises de variância dos dados constata-se efeito significativo de volumes de água sobre a produtividade, número de pencas por cachos, peso da penca, diâmetro de frutos e comprimento de frutos, no primeiro ciclo, nos municípios de Patos (Tabela 4) e de Itaporanga (Tabela 5). Níveis de nitrogênio tampouco as interação entre volumes de água e níveis de nitrogênio, aplicados por meio da fertirrigação, não exerceram efeitos significativos sobre estes componentes de produção. A inexistência de interação entre os fatores estudados indica que eles agiram independentemente na variação da produtividade e dos componentes de produção da bananeira nas condições edafoclimáticas desses dois municípios. Segundo Borges et al. (1997), essas variáveis são, na maioria das vezes, mais dependentes do espaçamento e da densidade populacional do que propriamente das formas de adubação, quer seja no solo ou via água de irrigação.

Tabela 4

Resultados das análises de variância para produtividade (Prod, t/ha), número de pencas por concha (NPC), diâmetro de frutos (DF, cm), massa da polpa (PP, kg) e comprimento de frutos (CF, cm) da bananeira fertirrigada, no 1º ciclo, no Município de Patos, PB, setembro 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		Prod	NPC	PP	DF	CF
Blocos	3	71,6906	2,9847	1,0395*	0,8310	14,1452
Volume de água = V	2	302,5675**	7,8044*	2,4502**	1,0839***	18,6592*
Linear	1	596,8512**	11,4003*	4,5451**	0,0496	13,2484
Quadrático	1	8,2838	4,2084	0,3553	2,1182*	24,0701*
Nitrogênio = N	3	7,5694	1,6185	0,2069	0,3246	7,0311
V x N	6	31,7628	1,8719	0,5410	0,4004	7,1791
Resíduo	33	25,8560	1,8662	0,2714	0,4038	5,6085
CV (%)		33,45	22,33	25,91	17,23	17,74

* Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

*** Significativo a 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

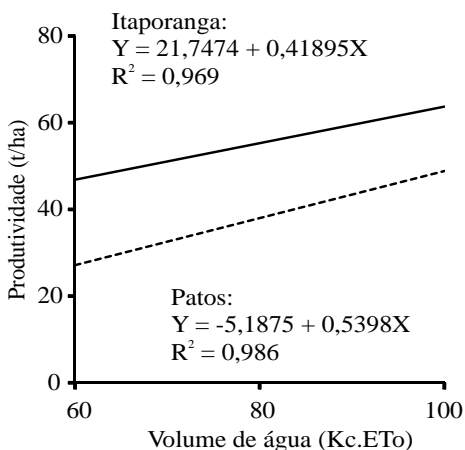
Tabela 5

Resultados das análises de variância para produtividade (Prod, t/ha), número de pencas por concha (NPC), diâmetro de frutos (DF, cm), massa da polpa (PP, kg) e comprimento de frutos (CF, cm) da bananeira fertirrigada, no 1º ciclo, no Município de Itaporanga, PB, setembro de 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		Prod	NPC	PP	DF	CF
Blocos	3	23,0444	0,6219	0,2406	0,0434	0,9002
Volume de água = V	2	185,4166**	6,8902**	1,3822**	0,6347**	17,7064**
Linear	1	359,4551**	13,5200**	2,6738**	1,0805**	27,0112**
Quadrático	1	11,3782	0,2604	0,0907	0,1890	8,4017*
Nitrogênio = N	3	6,9080	0,1958	0,0312	0,0205	0,9928
V x N	6	14,6795	0,5291	0,1083	0,0336	2,0097
Resíduo	33	10,9334	0,4166	0,1097	0,0455	2,0195
CV (%)		14,96	8,23	12,54	5,35	6,77

*, ** e *** Significativo a 5%, 1% e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

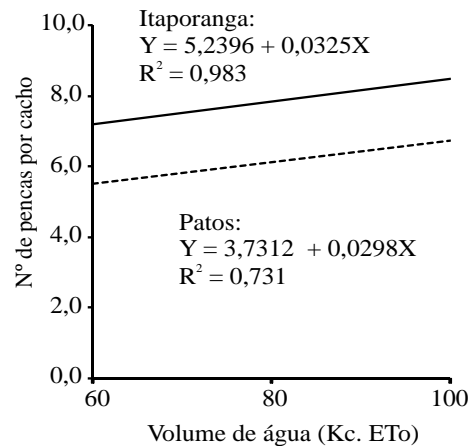
O comportamento linear da produtividade da bananeira 'nanica' sob fertirrigação, à primeira colheita, nos dois locais estudados, pode ser observado na Figura 1, cuja linha de regressão linear infere que a produção aumentou proporcionalmente com os aumentos dos volumes de água à razão de 8,38 t/ha para cada 20% a mais no volume aplicado de água em Itaporanga, cuja média foi de 55,3 t/ha. Em relação ao experimento localizado em Patos, a produção teve comportamento similar, com aumento à razão de 10,79 t/ha para cada 20% de água acrescida no volume, porém com média bastante inferior de 38,0 t/ha.

**Figura 1**

Efeito do volume de água aplicado sobre a produtividade (t/ha), no primeiro ciclo. Patos e Itaporanga, PB. Ano de 2004/2005.

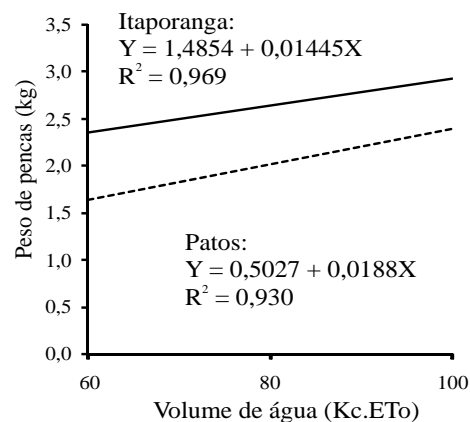
Esta diferença na produtividade média entre os dois locais deve-se, provavelmente, a pouca profundidade efetiva do solo (40 cm) de Patos e a pluviometria atípica ocorrida (139 mm em apenas 1,8 h) aos três meses do plantio (dezembro de 2004), acompanhada de fortes ventos, o que provocou danos às folhas (fendilhamento), tombamento de plantas e erosão laminar no solo, prejudicando o crescimento e o desenvolvimento vegetativo das plantas.

Pelos resultados obtidos sobre o número de pencas por cacho constatam-se efeitos lineares de volumes de água similarmente à produtividade, em ambos locais aonde os experimentos foram instalados, cujas linhas de regressão linear indicam que o número de pencas por cacho aumentou proporcionalmente com o aumento de volumes de água, à razão de 0,596 pencas em Patos e 0,650 pencas em Itaporanga, para cada 20% acrescido ao volume de água, conforme Figura 2. Também se verifica que o número de pencas por cacho da bananeira cultivada em Itaporanga foi superior ao encontrado no município de Patos, cuja superioridade pode ser atribuída à maior profundidade efetiva do solo, ventos suportáveis exercendo menor influência no crescimento e desenvolvimento das plantas.

**Figura 2**

Efeito do volume de água aplicado sobre o número de pencas por cacho, no primeiro ciclo de produção. Patos e Itaporanga, PB. Ano de 2004/2005.

Na Figura 3, observam-se efeitos lineares de volumes de água sobre o peso das pencas, similarmente à produtividade e ao número de pencas por cacho, comportamento similar em ambos locais estudados, cujas linearidades indicam que o peso das pencas aumentou proporcionalmente com o aumento de volumes de água, cujos incrementos foram de 0,376 kg em Patos e 0,289 kg em Itaporanga, para cada 20% acrescido ao volume de água.

**Figura 3**

Efeito do volume de água aplicado sobre o peso da penca, no primeiro ciclo de produção da bananeira nanica. Patos e Itaporanga, PB. Ano de 2004/2005.

Na Fig. 4, observam-se efeitos quadráticos de volumes de água aplicados sobre o diâmetro de frutos, no primeiro ciclo de produção da

bananeira nanica, nos municípios de Patos e de Itaporanga, PB. No município de Patos, o diâmetro de frutos aumentou curvilinearmente atingindo um diâmetro máximo estimado de 3,98 cm no volume de água estimado de 80,88%, a partir daí diminuindo. No município de Itaporanga, o diâmetro de frutos também aumentou curvilinearmente atingindo um ponto de máxima estimado de 4,13 cm, no volume de água estimado de 93,75%, para então diminuir gradativamente.

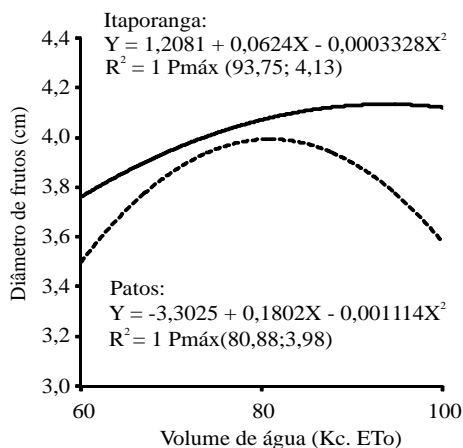


Figura 4
Efeito do volume de água aplicado sobre o diâmetro de frutos, no primeiro ciclo de produção da bananeira nanica. Patos e Itaporanga, PB. Ano de 2004/2005.

Na Figura 5, observa-se o efeito de volumes de água aplicados sobre o comprimento de frutos, no primeiro ciclo de produção da bananeira nanica, nos Municípios de Patos e de Itaporanga, PB. No município de Patos o comprimento de frutos aumentou curvilinearmente atingindo um diâmetro máximo estimado de 14,42 cm no volume de água estimado de 84,29%, a partir daí diminuindo. No município de Itaporanga, o comprimento de frutos também aumentou curvilinearmente atingindo um ponto de máxima estimado de 21,80 cm, no volume de água estimado de 90,34%, para então diminuir gradativamente. Destes dados infere-se também que os diâmetros e comprimentos dos frutos da bananeira

cultivada nas condições de Itaporanga foram superiores aos obtidos em Patos.

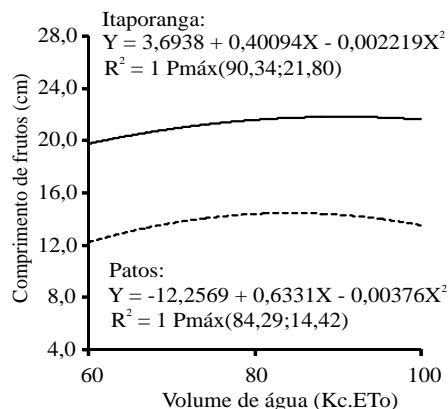


Figura 5
Efeito do volume de água aplicado sobre o comprimento de frutos, no primeiro ciclo de produção da bananeira nanica. Patos e Itaporanga, PB. Ano de 2004/2005.

Efeitos da fertirrigação nitrogenada sobre a salinização do solo

As águas de irrigação, mesmo as de melhor qualidade (C_1), possuem certa quantidade de sal. Partindo do pressuposto de que toda água aplicada na irrigação é evapotranspirada, haverá um acúmulo constante de sal no solo,

provocando a salinização, requerendo-se drenagem natural ou artificial nestas áreas, quando irrigadas (Bernardo, 1995). Contudo, em regiões semi-áridas é recomendado aplicar água em excesso para se ter água de drenagem, a qual terá maior concentração de sal do que a água de irrigação.

Os resultados das análises de salinidade das águas de irrigação e de drenagem realizados nos locais estudados, mediante coleta em lisímetros, permitiram inferir que, não ocorreu aumento substancial de sais na água de drenagem após a conclusão da pesquisa (Tabela 6). A água dos lisímetros de ambos locais não foi influenciada pelo aumento da concentração de Nitrogênio na fertirrigação no período de dois anos, no caso da fertirrigação nitrogenada com uréia (45% N). A menor produção da bananeira em Patos, devem-se, provavelmente, a baixa capacidade de retenção de água na zona radicular, considerando a pouca profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e, principalmente, a profundidade, restrita à 30 cm, da camada superior do solo, apesar do manejo da irrigação ter sido norteado para a planta não extrair água de profundidades profundas, considerando a existência de fragipan no perfil do LUVISSOLO CRÔMICO.

Tabela 6
Resultados de análise de salinidade dos solos no início e no final do trabalho. Patos e Itaporanga, PB. Março de 2004 a março de 2006.

Locais	Tratamentos	Determinação no solo irrigado					
		Início			Final		
		Cees	PSI	pH	Cees	PSI	pH
Patos	V3N1	0,14	5,50	7,30	0,20	5,02	6,93
	V3N2	0,15	5,64	7,39	0,23	4,72	7,02
	V3N3	0,19	5,80	7,40	0,19	5,50	7,20
Itaporanga	V3N1	0,82	5,96	7,06	0,52	5,50	7,01
	V3N2	0,62	5,29	7,06	0,52	5,50	7,01
	V3N3	1,01	7,55	6,89	0,87	5,95	7,42

* SN = Solo Normal (Cees < $dS.m^{-1}$; PST < 15; 4 pH 8,5)

V3 = 100% da ECT

N1 = 0, N2 = 150, N3 = 300 e N4 = 450 kg/ha de N

Cees - condutividade elétrica, PSI - Porcentagem de sódio intercambiável

Efeito do nitrogênio na relação K : Ca : Mg

Análises de folhas D da bananeira foram realizadas no ensaio de Patos visando determinar entre as interações dos níveis de N com 100% ETC, a que melhor equilíbrio K: Ca: Mg correspondem (Tabela 7). De acordo com Lopez & Espinosa (1995), o tratamento V_3N_1 (100% da ETC e nível de nitrogênio igual a 150 kg/ha) apresentou melhor equilíbrio K: Ca: Mg, com 3 a 4% de K, 0,5 a 1% de Ca e 0,3 a 0,4% de Mg, demonstrando que neste tratamento não houve restrições quanto ao crescimento e produção da bananeira, corroborando com os dados obtidos na produção.

Com referência ao diâmetro e comprimento dos frutos, a fertirrigação nitrogenada não teve influência significativa, entretanto, os volumes de água aplicados tiveram comportamento quadrático significativo. Essas variáveis são mais relacionadas com as características intrínsecas da cultivar e servem como padrão para determinar o ponto de colheita (Normas do Ministério da Agricultura), concordando com Santos & Chitarra (2000). De acordo com Guerra et al. (2004), os melhores indicativos para o ponto ideal de colheita é o número de dias do florescimento à colheita.

Tabela 7

Resultados de análise foliar da bananeira 'nanica' sob diferentes níveis de nitrogênio em relação a 100% da ETC. Patos, PB.

Tratamentos	N	K %	Ca	Mg
$V_3 N_0$	0,16	1,80	0,63	0,32
$V_3 N_1$	0,32	4,42	0,90	1,89
$V_3 N_2$	0,48	3,49	0,37	0,21
$V_3 N_3$	0,20	6,18	0,27	0,15

V3 = 100% da ETC
N1=0 kg/ha de N
N2=150 kg/ha de N
N3=300 kg/ha de N
N4=450 kg/ha de N

Eficiência física e econômica de frutíferas irrigadas no semi-árido

A Tabela 8 contém indicadores do consumo de água, da produtividade física, rendimento bruto e eficiências física e econômica, em relação ao uso da água para irrigação, das culturas estudadas no semi-árido paraibano, em Itaporanga no ano de 2006. Observa-se que, para cada m^3 utilizado de água, o produtor obtém 1,5 kg de graviola e 2,48 kg de goiaba, rendendo equivalente a R\$ 2,25 e R\$ 1,04, respectivamente. Em contrapartida, no cultivo da bananeira (uma atividade bastante utilizada no semi-árido do Nordeste do Brasil, para cada m^3

despedido de água, o produtor colhe o equivalente a 4,0 kg de banana, com uma receita de 52 centavos. Dessa forma, os produtores de graviola e goiaba ganham 4,3 e 2 vezes mais que o bananicultor. Daí se conclui que as áreas plantadas com banana no semi-árido devem ser reduzidas, principalmente onde o fator água é limitante, haja vista o alto consumo de água ($19.650 m^3 \cdot (ha^{-1} \cdot ano^{-1})$) e pouca rentabilidade, em relação às culturas da graviola e goiaba que são mais rentáveis e têm menos exigências hídricas.

Tabela 8

Eficiência do uso da água para as culturas da graviola, goiaba e banana exploradas sob irrigação, no semi-árido paraibano. Itaporanga e Patos, 2005.

Local	Cultura	Dotação	Produtividade	Rendimento	Eficiência	Eficiência
		$m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ (A)	$kg \cdot (ha^{-1} \cdot ano^{-1})$ (B)	$R\$ \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ (C)	física ($kg \cdot m^{-3}$) (B/A)	econômica ($R\$ \cdot m^{-3}$) (C/A)
Boa Ventura	Graviola	8.300	10.360	18.648	1,25	2,25
Patos	Goiaba	9.881	24.512	10.295	2,48	1,04
Itaporanga	Banana	19.658	78.910	10.258	4,01	0,52

CONCLUSÕES

- Os níveis de nitrogênio aplicados por meio de fertirrigação não exerceram influência nos componentes de produção da bananeira 'Nanica', nos Municípios de Itaporanga e Patos.
- Com lastro no manejo requerido pela evapotranspiração da cultura (ETC), a produtividade de banana aumentou linearmente com o aumento dos volumes de 60, 80 e 100% da ETC.
- O uso de 67,5 kg/ha de uréia via fertirrigação associado à fração de água de irrigação de 100% da ETC (evaporação do tanque) proporciona alta produtividade da bananeira nanica nas condições de Patos e Itaporanga.
- É necessário monitorar os níveis de salinidade na água de irrigação, com a finalidade de prever efeitos resultantes da irrigação nas características do solo e na produtividade da cultura.
- Em locais onde a água é fator limitante, recomenda-se reduzir a área de cultivo da bananeira.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J. M.H., LOPES, J.R., REGALADO, A.P., GONSALEZ HERNANDEZ, J.F.G. El riego localizado. Madrid: **Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias**, 1987. 317 p.
- AGRIANUAL 2005. **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP – Consultoria & Comércio. São Paulo, SP. 2005. (www.fnp.com.br).
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 675p.
- BORGES, A.L.; SILVA, J.T.A.da; OLIVEIRA, S.L.de. Adubação nitrogenada e potássica para a bananeira cv. Prata Anã: produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, v. 19, n. 2, p. 179-184, 1997.

- CARRUIJO, O. A.; REIS, N. V. V.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, C.A.S. Influência de níveis de água e fertilizantes sobre o cultivo protegido de tomate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão: SOB. **Resumo...** Tubarão: SOB, 1999.
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de fruteiras tropicais:** abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira e cacauzeiro. São Paulo: Nobel, 1998. 111 p.
- COELHO, A.M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.) **Quimigação.** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNMS, 1994. p. 201-27.
- COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 63-68, jul. 1986.
- DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FAO. **Production Yearbook – 2000.** Rome, 2002. 260 p.
- FARIA, N.G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira.** Cruz das Almas: UFBA – Escola de Agronomia, 1997. 66p. (Dissertação de Mestrado).
- FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A. Aplicação de Fertilizantes via água de Irrigação. In: **Simpósio Brasileiro de Fertilizantes**, 1, GODOFREDO, C.V.; BOARETTO, A.E. (ed.). PIRACICABA: POTAFOS, 1994. p.227-240.
- GOMES, J.A. **Absorção de nutrientes pela banana, cultivar prata (Musa AAB, subgrupo Prata) em diferentes estádios de desenvolvimento.** Piracicaba, SP: ESALQ, 1988. 98p. (Tese de Doutorado).
- GOMES, J.A.; NÓBREGA, A.C. Comportamento de cultivares e híbridos de bananeira na região produtora do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.11-3, 2000.
- GUERRA, A.G.; ZANINI, J.R.; NATALE, W.; PAVANI, L.C. Frequência de fertirrigação da bananeira prata-anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p.80-88, jan./abr. 2004.
- HAGIN, J., TUCKER, B. Fertilization of dryland and irrigated soils. **Advanced Series in Agricultural Sciences**, Berlin, v.12. 1982. 19 p.
- ISRAELI, Y.; LAHAV, E. **Banana.** In: MONESLISE, S. P. Handbook of fruits set and development. Boca Raton, CRC Press, p.45-73, 1986.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design.** Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.
- LÓPEZ, M.A.; ESPINOSA, M.J. **Manual de nutrición y fertilización del banano.** Quito, CORBANA/Instituto de la Potassa y el fósforo, 82 p. 1995.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Exigências nutricionais em bananicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BABANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FUNEP, p. 118-134, 1985.
- MARTIN-PRÉVEL, P.; MONTAGUT, G. Dynamique de l'azote dans la croissance et le développement du végétal. **Fruits**, Paris, v.21, n.6, p.283-294, Dic. 1966.
- MONTAGUT, G.; MARTIN-PRÉVEL, P. Besoins en engrais des bananeraies antillaises. **Fruits**, Paris, v.20, n.6, p. 265-273, 1965.
- OLLITA, A.F.L. **Métodos de irrigação.** São Paulo: Nobel, 1977. 267p.
- PAPADOPOULOS, I. **Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro.** In: Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. FOLEGATTI, M.V. – coord. – Guaíba: Agropecuária, 1999. 460 p.
- RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P. **Implantação de pequenos perímetros irrigados a partir de água de poços tubulares bombeada por cataventos no trópico semi-árido.** Petrolina: Embrapa-Cpatsa. 1992. 8p.
- SANTOS, E. da S.; CHITARRA, M.I.F. Relação entre a idade do cacho de banana 'Prata-Anã' à colheita e a qualidade dos frutos após a colheita. Lavras: UFLA/FAEP, 2000. 4p.
- SAMUELS, G.; BEAE, A.; TORRES, S. Nutrient content of the plantain (*Musa* AAB group) during and fruit production. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 62, n. 2, p. 178-185, Apr. 1978.
- SOARES, J.M.; COSTA, N.D.; FARIA, C.M.B. de; BRITO, L.T. de L.; CHOUDHURY, M.M.; PINTO, J.M. **Fertirrigação na cultura do meloeiro.** Instruções técnicas da Embrapa Semi-Árido – 20. Petrolina-PE. Jan. 1999.
- TWYFORD, I.T.; WALMSLEY, D. The status of some micronutrients in healthy Robusta banana plants. **Tropical Agriculture**, London, v.45, n.4, p.307-315, Oct. 1968.

Recebido em 11/06/2007
e aprovado em 20/11/2007