Documentos

ISSN 1518-4277
Dezembro, 2003

29

Manejo da Água de Irrigação em Culturas de Milho e Abacaxi no Projeto Jaíba

Documentos 29

Embrapa

Banco do Nordeste

EPAMIG

Embrapa

Embrapa
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1518-4277
Dezembro, 2003

Documentos 29

Manejo da Água de Irrigação em Culturas de Milho e Abacaxi no Projeto Jaíba

Coordenador: Paulo Emílio Pereira de Albuquerque (Embrapa Milho e Sorgo)

Colaboradores/Executores:
Maria Geralda Vilela Rodrigues (Epamig CTNM)
Camilo de Lelis Teixeira de Andrade (Embrapa Milho e Sorgo)
Édio Luiz da Costa (Epamig CTNM)

Sete Lagoas, MG
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 km 45
Caixa Postal 151
35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3779 1000
Fax: (31) 3779 1088
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Milho e Sorgo

Presidente: Ivan Cruz
Secretário-Executivo: Frederico O.M. Durães
Membros: Antônio Carlos de Oliveira, Arnaldo Ferreira da Silva, Carlos Roberto Casela, Fernando Tavares Fernandes e Paulo Afonso Viana

Supervisor editorial: José Heitor Vasconcellos
Revisor de texto: Dilermando Lúcio de Oliveira
Normalização bibliográfica: Maria Tereza Rocha Ferreira
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

1ª edição
1ª impressão (2003): 300 exemplares

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

Manejo da água de irrigação em culturas de milho e abacaxi no Projeto Jaíba / Paulo Emílio Pereira de Albuquerque... [et al.] – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.
38 p. (Embrapa Milho e Sorgo.Documentos, 29)

ISSN: 1518-4277

1. Milho – Irrigação – Manejo. 2. Abacaxi – Irrigacao – Manejo. 3. Projeto Jaíba. I. Albuquerque, P. E. de coord. 2. Rodrigues, M. G. V. colab. 3. Andrade, C. de L. T. de colab. 4. Costa, E. L. da colab. I. Titulo. II. Série.

CDD – 633.15

© Embrapa 2003

Autores

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque
Maria Geralda Vilela Rodrigues
Camilo de Lelis Teixeira de Andrade
Édio Luiz da Costa

Rod. MG 424 km 45 - Cx. Postal 151
35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3779-1004 Fax: (31) 3779-1088

Apresentação

O Projeto Jaíba, perímetro de irrigação localizado no norte de Minas Gerais, sempre se caracterizou por possuir lotes agrícolas de pequenas dimensões (principalmente na etapa I) nos quais sempre se desenvolveu, em sua grande parte, uma agricultura de caráter familiar. A cultura da banana tem predominado, entretanto, é urgente que se diversifiquem os cultivos, de forma que haja a sustentabilidade desse agroecossistema. Culturas de ciclos anuais, como o milho, ou mesmo fruteiras que não possuem o caráter permanente, como a abacaxicultura, podem ser alternativas viáveis em áreas que necessitam de práticas racionais de manejo, como a rotação/ sucessão ou mesmo o consórcio de culturas.

Todas as culturas irrigadas implantadas no Projeto Jaíba, assim como ocorre em grande parte do país, necessitam do manejo racional da água de irrigação, de modo a tornar eficiente o seu uso e minimizar desperdícios. Um dos sistemas que tem melhorado a eficiência no uso da água é o localizado, já implantado em boa parte das fruteiras cultivadas nesse perímetro. Entretanto, muitos coeficientes e parâmetros inerentes a esse sistema de irrigação não têm sido estudados

satisfatoriamente, de modo a fornecer resposta rápida aos produtores do local às questões oriundas do manejo racional da irrigação.

Este trabalho aqui apresentado teve o objetivo principal de responder parte das questões técnicas acerca da programação da irrigação, fornecendo alguns desses parâmetros ao utilizar a irrigação localizada por gotejamento nas culturas do milho e abacaxi, bem como também se estudou a interação água x nitrogênio para ambas culturas. Além disso, no capítulo final são apresentadas sugestões e recomendações como conseqüência dos resultados obtidos. Esperamos que essa contribuição possa servir para melhorar um pouquinho mais o modo de se manejar a irrigação dessas culturas que venham ser implantadas no Projeto Jaíba.

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Sumário

Resumo 09

Situação das parcerias 10

Metas realizadas 11

Introdução 11

Desenvolvimento 13

Resultados e Discussão 20

Evaporação da Água do Tanque “Classe A” no Projeto Jaíba 23

Cultura do Milho 24

Cultura do Abacaxi 30

Conclusões e Sugestões para próximos projetos 35

Literatura Citada 37

Manejo da Água de Irrigação em Culturas de Milho e Abacaxi no Projeto Jaíba

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque
Maria Geralda Vilela Rodrigues
Camilo de Lelis Teixeira de Andrade
Édio Luiz da Costa

RESUMO

Há necessidade de racionalizar o uso da água de irrigação no Projeto Jaíba, visando não somente tornar mais eficiente a aplicação de insumos, como água, fertilizantes e defensivos, mas também preservar o meio ambiente. Portanto, foram objetivos deste trabalho estabelecer estratégias de manejo de irrigação em culturas de milho e abacaxi, empregando-se variáveis do solo e do clima, e estabelecer interações água e nitrogênio para ambas as culturas. Para alcançar esses objetivos, duas etapas foram cumpridas com ambas culturas. Na primeira etapa, dois turnos de irrigação foram combinados com quatro lâminas de irrigação e, na segunda etapa, duas lâminas foram combinadas com quatro doses de nitrogênio. Além do controle da variável água de irrigação, como um insumo para as culturas do Projeto Jaíba, outras também deverão ser levadas em conta (como, por exemplo, a fertilização e o controle fitossanitário) e a interação entre si. Pelos resultados obtidos, pôde-se perceber que os solos são de baixa retenção de água, em virtude do alto teor de areia, o clima é quente e seco, mas predomina, sob o aspecto da evapotranspiração de referência (ETo), uma demanda evaporativa moderada. Em termos práticos para o Projeto Jaíba, um coeficiente misto (coeficiente do tanque

"Classe A" versus coeficiente de redução para irrigação localizada, ou seja, Kp X Kr), para o manejo da irrigação localizada, pode ser de 0,65, para o milho, e 0,45, para o abacaxi. Visando a colheita do abacaxi, cultivar Smooth Cayenne, na entressafra, o melhor período para o plantio das mudas seria entre os meses de outubro e novembro. Recomenda-se fazer a adubação nitrogenada de cobertura de forma parcelada, aplicando-se no mínimo um total de 100 kg/ha (milho) e 10 g/planta (abacaxi) de nitrogênio. Sugere-se pesquisar outros fatores ligados à questão do uso racional da água (como, por exemplo, formação do bulbo) e de fertilizantes, o problema fitossanitário e a sua interação com a água, dentre outros. Além disso, deve-se prosseguir com outros estudos, procurando-se avançar nos pontos em que houve limitações e publicar outros artigos (técnico-científicos ou apenas de cunho técnico) oriundos dos resultados aqui obtidos.

SITUAÇÃO DAS PARCERIAS

As parcerias inicialmente previstas contavam com a participação da unidade de pesquisa Centro Tecnológico do Norte de Minas (CTNM), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), localizado no município de Nova Porteirinha, MG, o qual possui campos de experimentação no Projeto Jaíba, local onde foi executado este projeto. Também havia a previsão participativa da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), na pessoa de um professor vinculado ao campus de Janaúba, MG, do curso de Agronomia.

A Epamig efetivamente, teve a participação no projeto, com dois de seus pesquisadores, além da área cedida no Projeto Jaíba, de seus técnicos de nível médio e do pessoal de campo. A Unimontes não participou, devido à desvinculação do professor, originalmente comprometido, do seu quadro de pessoal.

METAS REALIZADAS

Todas as metas previstas foram realizadas (quatro cultivos de milho e dois de abacaxi), apesar de ter ocorrido um pequeno atraso no cronograma de execução e de apresentação dos resultados, além de fatores não controláveis ou de difícil controle (ataques de pragas e doenças sobre as culturas) terem interferido em alguns resultados esperados.

INTRODUÇÃO

A maioria dos proprietários do Projeto Jaíba, localizado no norte de Minas Gerais, é constituída por pequenos e médios produtores. As principais culturas são fruteiras e hortaliças, com predominância da cultura da banana. Há estudos que confirmam desperdícios de água na irrigação, mesmo considerando que grande parte da área é irrigada por métodos localizados. Também são considerados alguns outros pontos de estrangulamento, quais sejam: dificuldades de mensuração da água distribuída para os usuários do perímetro; falta de alternativas de exploração de culturas que possam oferecer melhor retorno econômico; manejo de irrigação inexistente ou deficiente etc. Portanto, a racionalização do uso da água se faz necessária, tendo em vista a sustentabilidade do sistema de produção da região, do ponto-de-vista econômico, social e ambiental.

A baixa capacidade de retenção de água do solo do Projeto Jaíba (menor que 6%) e a alta demanda evaporativa, decorrente de um clima semi-árido (quente e seco), requerem informações mais seguras e confiáveis sobre o momento correto de aplicar água à cultura (freqüência de irrigação) e da sua quantidade (lâmina de irrigação). A melhor resposta da cultura à interação água e nitrogênio também é de interesse, tendo em vista a racionalização de insumos (água e fertilizantes) ao se obter o máximo rendimento.

Outros aspectos positivos do manejo racional do uso da água e fertilizantes são a menor perda de fertilizantes e outros químicos para o lençol freático, minimizando efeitos negativos

no meio ambiente, a obtenção de produtos de melhor qualidade, favorecendo um maior retorno econômico, além de contribuir na redução do custo de produção.

Como culturas alternativas à banana, pode-se empregar o milho, não somente para comercializá-lo como um produto de maior valor de mercado (em relação à forma de grãos secos), como o milho verde ou o minimilho, mas também como um produto para alimentar os animais do próprio agricultor, na forma de grãos ou silagem, nos períodos em que ainda estão sendo implantadas as fruteiras. Em relação à fruticultura, o abacaxi pode-se tornar uma alternativa viável para o perímetro, tendo em vista que a cultura irrigada reduz os riscos da atividade, podendo-se plantar em época mais adequada para a produção no período da entressafra, ocasião em que se obtêm melhores preços.

Na busca de resposta a alguns anseios dos produtores do Projeto Jaíba, com referência às culturas implantadas e às potenciais para implantação, foram objetivos do presente trabalho:

1) determinar parâmetros físico-hídricos de alguns solos do Projeto Jaíba;

2) observar a evolução da evaporação da água do tanque Classe A obtida no Projeto Jaíba;

3) determinar as freqüências e as lâminas de irrigação para as culturas de milho (híbrido) e abacaxi (Smooth Cayenne);
4) verificar a melhor dose de nitrogênio e a sua interação com água, para ambas as culturas.

As seguintes metas foram propostas:

1) Obtenção de parâmetros físico-hídricos (granulometria, densidades, condutividade hidráulica saturada e curva de retenção) de dois solos da Área F, Sistemas 3 e 8, do Projeto Jaíba;

2) Obtenção do valor médio da evaporação de água do tanque Classe A no período da seca (estação de inverno) e do coeficiente misto (do tanque e do efeito de localização) para as culturas de milho e abacaxi, para fins de manejo de irrigação em sistema localizado;

3) Determinação de coeficientes (do tanque, Kp; de redução, Kr; de cultura. Kc) necessários ao manejo de irrigação em sistema localizado;

4) Obtenção da melhor dose de nitrogênio (N) para ambas as culturas e o seu efeito com a lâmina de irrigação;

5) Observar o melhor período para implantação da cultura do abacaxi no Projeto Jaíba.

DESENVOLVIMENTO

Etapa Preliminar

Preliminarmente, foram determinados, para dois solos do Projeto Jaíba, alguns parâmetros físicos e hidrodinâmicos. Esses solos foram classificados como: latossolo vermelho-amarelo distrófico, localizado no Sistema 3, e neossolo quartzarênico (areia quartzosa), no Sistema 8, ambos da Área F. Os parâmetros determinados foram: granulometria (areias grossa e fina, silte e argila), matéria orgânica, densidades da partícula e do solo, condutividade hidráulica saturada, curva de retenção (modelo de van Genuchten, 1980) e água disponível por profundidade e relativa ao potencial matricial.

Primeira Etapa

Essa etapa foi implantada para o estabelecimento da melhor estratégia de manejo de irrigação – que consistiu de duas culturas de milho e uma de abacaxi. Iniciou-se em agosto de 1999, com uma cultura de milho e uma de abacaxi. As duas

culturas foram plantadas em áreas adjacentes, sendo a de milho com 648 m^2 (24 parcelas com 27 m^2 cada) e o abacaxi com 624 m^2 (24 parcelas com 26 m^2 cada). Ambas as culturas foram plantadas no dia 06/08/1999. A irrigação do milho foi encerrada em 17/12/1999 (aos 133 dias após o plantio). A colheita do abacaxi ocorreu em 18/12/2000. A segunda cultura do milho foi plantada em 16/03/2000 e as irrigações foram encerradas em 24/07/2000 (aos 130 dias após o plantio).

O delineamento estatístico empregado foi o de blocos casualizados, sendo dois tratamentos para freqüência de irrigação, quatro para lâminas de irrigação (parcelas subdivididas) e três repetições.

Tendo em vista a peculiaridade do Projeto Jaíba e a facilidade operacional da irrigação, adotaram-se os seguintes tratamentos para a freqüência de irrigação (F):

F1 – irrigações duas vezes/semana (às segundas e quintas-feiras);

F2 – irrigações três vezes/semana (às segundas, quartas e sextas-feiras).

Os tratamentos adotados para a lâmina de irrigação (L) foram qautro, tendo como critério a evaporação da água no tanque Classe A dos dias anteriores, com diversos coeficientes de redução (Kr), ou seja:

$$L = ECA \times 0,75 \times Kc \times Kr \qquad (1)$$

em que:
L = lâmina de irrigação aplicada na parcela (mm);
ECA = evaporação da água do tanque Classe A entre duas irrigações (mm);
0,75 = coeficiente de tanque (Kp) escolhido para o Projeto Jaíba;

Kc = coeficiente de cultura, para o milho e o abacaxi, segundo os manuais 24 e 56 da FAO (Doorenbos e Pruitt, 1977, e Allen et al., 1998);
Kr = fator de redução, segundo o tratamento para a lâmina, sendo Kr = 0,5 para L1; Kr = 0,75 para L2; Kr = 1,0 para L3; e Kr = 1,25 para L4.

Assim, segundo o tratamento, os valores da lâmina (L) foram calculados por:

$$L1 = 0{,}375 \times ECA \times Kc \quad (2)$$
$$L2 = 0{,}5625 \times ECA \times Kc \quad (3)$$
$$L3 = 0{,}75 \times ECA \times Kc \quad (4)$$
$$L4 = 0{,}9375 \times ECA \times Kc \quad (5)$$

A coleta dos dados da evaporação da água do tanque Classe A (ECA) foi feita da seguinte forma, de acordo com a freqüência de irrigação empregada e o dia da irrigação:

a) Em F1, para a irrigação da segunda-feira, coletou-se a soma da ECA de quinta-feira, sexta-feira, sábado e domingo. Para a irrigação da quinta-feira, coletou-se a soma da ECA de segunda, terça e quarta-feiras.

b) Em F2, para a irrigação da segunda-feira, coletou-se a soma da ECA de sexta-feira, sábado e domingo. Para a irrigação da quarta-feira, coletou-se a soma da ECA de segunda e terça-feiras. Para a irrigação da sexta-feira, coletou-se a soma da ECA de quarta e quinta-feiras.

Todas as irrigações foram (incluindo as da 2ª etapa) realizadas através de um sistema de irrigação por gotejamento (tubos gotejadores em labirinto), cujos tubos ficaram dispostos no meio da fileira de plantio dos abacaxizeiros (fileira mais estreita da fileira dupla – Figura 1) e na linha de plantio da cultura do milho (Figura 2).

Figura 1. Vista da área do cultivo do abacaxi, podendo-se observar as laterais (tubos azuis) de onde saem as mangueiras de gotejadores nas entrelinhas das fileiras mais estreitas (0,40 m) do cultivo. À direita, é visto o cultivo do milho

Figura 2. Preparo da área para o 2º cultivo do milho, podendo-se observar as mangueiras dos gotejadores estendidas no mesmo espaçamento da cultura (0,90 m). Ao fundo, à esquerda, é visto o 1º cultivo do abacaxi.

Cada parcela de milho possuía seis fileiras (espaçamento de 0,90 m entre si; espaçamento entre plantas de 0,185 m) de plantio com 5 m de comprimento cada uma e cada parcela de abacaxizeiro possuía quatro fileiras duplas (espaçamento de 0,90 m entre fileiras duplas e 0,40 m entre fileiras simples; espaçamento entre plantas de 0,30 m) com 4,5 m de comprimento.

Os valores de Kc para o milho foram variáveis de acordo com quatro fases do seu ciclo de desenvolvimento, segundo metodologia descrita em Doorenbos e Pruitt (1977) e, mais recentemente, em Allen et al. (1998):

a) Fase 1 – de 0 a 22 dias após o plantio (dap) – Kc = 0,80 (que foi obtido em função da freqüência de irrigação nessa fase, que foi a cada dois dias, e da evapotranspiração de referência (ETo) predominante nesse período;

b) Fase 2 – de 23 a 57 dap – Kc variável (crescente) entre 0,80 e 1,20;

c) Fase 3 – de 58 a 100 dap – Kc = 1,20;

d) Fase 4 – de 101 a 130 dap – Kc variável (decrescente) entre 1,20 e 0,60.

Os valores de Kc para o abacaxi, segundo Doorenbos e Kassam (1979), foram considerados iguais a 0,4 no período de 0 a 120 dap e 0,5 após os 121 dap.
A análise de fertilidade de solo foi realizada para subsidiar a adubação de plantio (base) e de cobertura em ambas as culturas.

Segunda Etapa
A segunda etapa foi implantada para o estabelecimento da melhor dose da adubação nitrogenada e a sua possível interação com a lâmina de irrigação. Também consistiu de duas

culturas de milho (além de uma cultura extra de milho irrigada por aspersão convencional) e uma de abacaxi. Teve início em setembro de 2000, com a segunda cultura de abacaxi e a terceira de milho. Todas as culturas dessa etapa (3ª e 4ª de milho e 2ª do abacaxi) foram plantadas com os mesmos tamanhos de parcelas da primeira etapa.

A segunda cultura do abacaxi foi plantada no dia 26/09/2000 e sua colheita foi realizada em 07/01/2002. O terceiro cultivo do milho foi plantado em 25/10/2000 e a sua irrigação foi encerrada em 19/02/2001 (aos 117 dias após o plantio). A quarta cultura do milho foi plantada em 19/04/2001 e as irrigações foram encerradas em 14/08/2001 (aos 117 dias após o plantio).

Houve uma quinta cultura do milho irrigada por aspersão convencional, plantada em dia próximo (24/04/2001) ao quarto cultivo, cujo objetivo foi observar a possível diferença entre métodos de irrigação na cultura do milho.

Como na primeira etapa, o delineamento estatístico empregado foi o de blocos casualizados, sendo dois tratamentos para lâmina de irrigação, quatro para doses de nitrogênio (parcelas subdivididas) e três repetições.
Os seguintes tratamentos para a lâmina de irrigação (L) foram adotados para ambas as culturas, considerando-se um turno de rega fixo de duas vezes por semana (às segundas-feiras e quintas-feiras) e, ainda, valores de coeficientes de redução (Kr) na equação 1 de 0,70 para L1 e 1,0 para L2:

$$L1 = 0,75 \times 0,70 \times ECA \times Kc = 0,525 \times Kc \times ECA \quad (6)$$
$$L2 = 0,75 \times 1,0 \times ECA \times Kc = 0,75 \times Kc \times ECA \quad (7)$$

Para o milho, os seguintes tratamentos para dose de nitrogênio (N) foram estabelecidos:

N0 = 20 kg/ha de N (somente no plantio) (8)
N1 = 20 + 10 + 10 + 10 = 50 Kg/ha de N (plantio + 3 coberturas) (9)
N2 = 20 + 30 + 25 + 25 = 100 Kg/ha de N (plantio + 3 coberturas) (10)
N3 = 20 + 50 + 40 + 40 = 150 Kg/ha de N (plantio + 3 coberturas) (11)

Para o abacaxi, as doses de N foram as seguintes:

N0 = 0,9 g de N/planta (somente no plantio) (12)
N1 = 0,9 + 1,25 + 1,25 + 1,25 + 1,25 = 5,9 g/planta (plantio + 4 cobert.) (13)
N2 = 0,9 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 = 10,9 g/planta (plantio + 4 coberturas) (14)
N3 = 0,9 + 3,75 + 3,75 + 3,75 + 3,75 = 15,9 g/planta (plantio + 4 cobert.) (15)

Como feito na 1ª etapa, para a irrigação da segunda-feira, coletou-se a soma da ECA de quinta-feira, sexta-feira, sábado e domingo. Para a irrigação da quinta-feira, coletou-se a soma da ECA de segunda, terça e quarta-feiras.

Do mesmo modo realizado na 1ª etapa, todas as irrigações foram feitas através de um sistema de irrigação por gotejamento, conforme mostram as Figuras 1 e 2. Exceção se faz ao 5º cultivo do milho, em que se implantou um sistema de irrigação por aspersão convencional, no qual se utilizou apenas a lâmina L2 (equação 7) conjuntamente com a dose de nitrogênio N3 (equação 11), com o intuito de se fazer uma simples comparação com o sistema localizado.

Os espaçamentos das culturas, bem como o critério adotado para a determinação dos coeficientes de cultura (Kc) e as análises de fertilidade de solo, foram realizados respeitando-se a mesma metodologia descrita no item 2.2, referente à 1ª etapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros Físicos e Hidrodinâmicos de Solos do Projeto Jaíba

O latossolo vermelho-amarelo distrófico da área F, Sistema 3, do Projeto Jaíba apresenta uma porcentagem maior de silte e argila e, conseqüentemente, menor porcentagem de areia ao longo de todo o perfil do solo, ao compará-lo com o neossolo quartzarênico (areia quartzosa) da área F, Sistema 8. O teor de matéria orgânica é ligeiramente maior no latossolo e as densidades das partículas e do solo são menores.

A porcentagem de argila aumenta à medida que se aprofunda no perfil do solo, verificando-se uma mudança mais abrupta na profundidade de 20 cm. Nota-se que, nessa profundidade, a densidade do solo é ligeiramente maior em ambos os solos, o que pode ser devido ao processo de eluviação de argila ou ao efeito do uso intensivo de maquinaria agrícola (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros físicos e hidrodinâmicos de dois solos do projeto Jaíba.

Prof.	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Matéria orgânica	Densidade das partículas	Densidade do solo	Condutividade hidráulica saturada
cm			%			g cm $^{-3}$		cm h $^{-1}$
Neossolo quatzarênico (Areia quartzosa)								
10	58,3	30,6	0,5	9,9	0,60	2,61	1,46	68
20	57,9	32,4	0,5	9,0	0,36	2,63	1,54	60
40	49,9	37,9	1,0	11,0	0,25	2,60	1,48	63
60	50,4	33,9	2,5	13,0	0,21	2,62	1,47	33
80	52,0	32,5	1,0	14,5	0,27	2,61	1,43	45
100	50,0	34,0	0,0	16,0	0,21	2,61	1,46	44
Latossolo vermelho-amarelo distrófico								
10	42,4	26,8	5,5	24,9	1,10	2,56	1,26	67
20	39,9	28,5	5,0	26,5	1,08	2,56	1,35	54
30	34,5	27,9	4,5	32,9	0,82	2,56	1,32	35
40	32,5	25,5	6,0	35,9	0,64	2,56	1,32	55
60	30,4	24,5	4,0	41,0	0,50	2,56	1,28	25
80	26,4	25,0	5,0	43,5	0,41	2,56	1,29	10
100	26,0	23,5	6,0	44,4	0,37	2,56	1,28	43

A condutividade hidráulica do solo saturado, medida em amostras não deformadas em laboratório, é muito elevada nas camadas superficiais de ambos os solos. Verifica-se, todavia, uma considerável redução à medida que se aprofunda no perfil do solo, sem haver, entretanto, correspondente aumento na densidade do solo (Tabela 1).

É possível que o processo de eluviação de argila no perfil tenha causado descontinuidade nos poros do solo, o que afeta drasticamente os parâmetros relacionados ao movimento de água no perfil. Essa redução na condutividade hidráulica é positiva, uma vez que reduz perdas excessivas de água por percolação e de nutrientes por lixiviação.

Quanto à retenção de água do solo, nota-se que, no neossolo, há duas camadas distintas que apresentam diferentes características de retenção de água. A primeira, que vai de zero a 30 cm de profundidade, retém menos água para um mesmo potencial, devido à menor porcentagem de argila. A segunda, de 30 a 110 cm, retém ligeiramente mais água, sobretudo com potenciais menores.

O modelo de van Genuchten (1980) se ajustou muito bem aos dados, o que facilita os cálculos para o manejo e o monitoramento das irrigações (Figura 3). A disponibilidade de água não passa de 34 mm na camada de 0 a 60 cm, onde se concentra a maior parte do sistema radicular das principais culturas do projeto (Figura 4). Mais de 50% dessa água disponível está retida a potenciais acima de -30 kPa (Figura 5).

Se, por um lado, essa água é facilmente absorvida pelas plantas, por outro, ela é mais facilmente percolável. O manejo da irrigação nesse tipo de solo pode ser feito empregando tensiômetros. Não se recomenda o uso dos blocos de resistência elétrica convencionais de gesso, uma vez que esses operam melhor numa faixa de potencial mais baixo (mais negativo). A freqüência das irrigações deve ser alta, sobretudo

no início do ciclo das culturas, quando o sistema radicular ainda não se desenvolveu. Cuidados especiais devem ser tomados com relação à adubação nitrogenada e potássica e com o uso de defensivos, devido à grande propensão à lixiviação que esses solos apresentam.

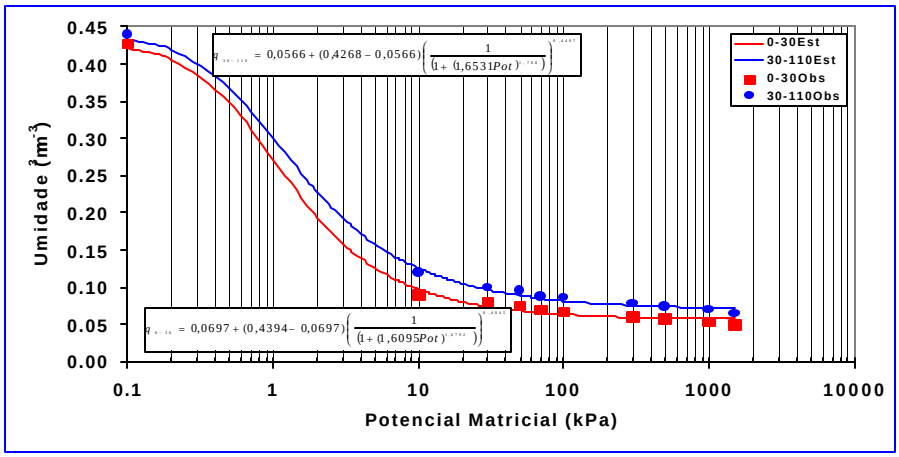

Figura 3. Curva de retenção de água para duas camadas do neossolo quartzarênico do Projeto Jaíba. Jaíba, MG.

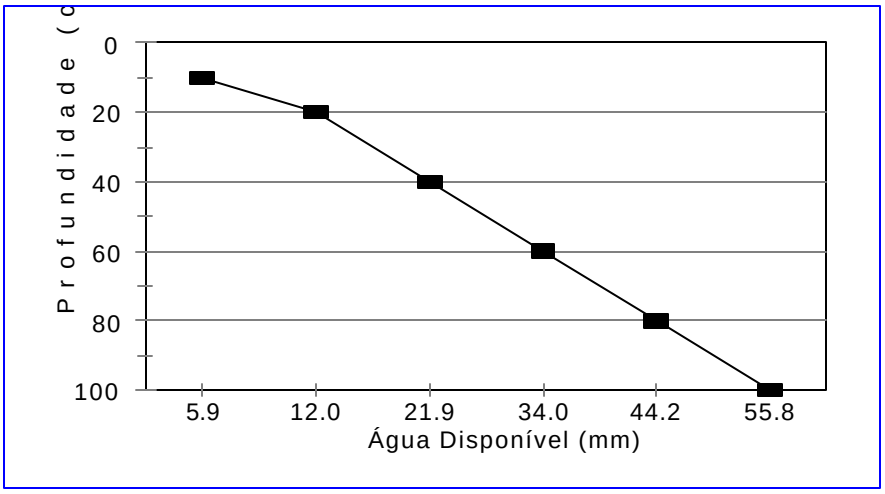

Figura 4. Água disponível acumulada no perfil do neossolo quartzarênico do Projeto Jaíba. Jaíba, MG.

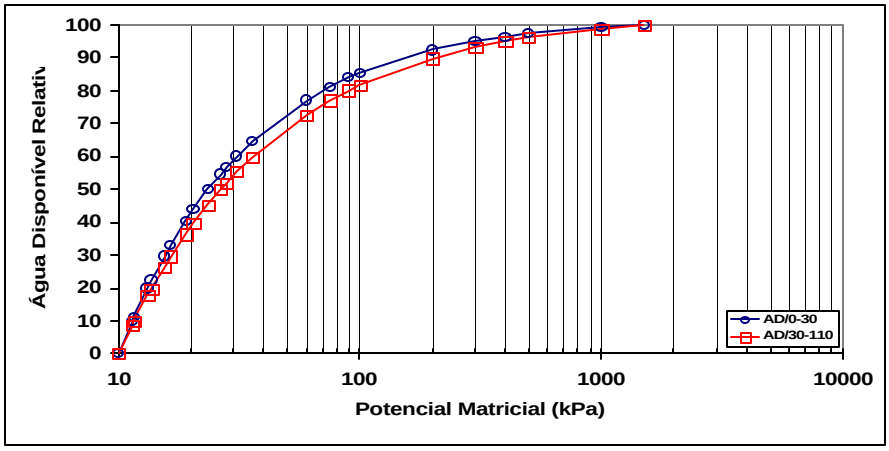

Figura 5. Distribuição da água disponível em relação ao potencial matricial para o neossolo quartzarênico do Projeto Jaíba. Jaíba, MG.

Evaporação da Água do Tanque "Classe A" no Projeto Jaíba

A evaporação da água do tanque Classe A no primeiro cultivo do milho variou de 0,62 a 12,82 mm/dia, cujo valor médio foi de 6,37 mm/dia. Os maiores valores se concentraram na metade do ciclo da cultura (até 18/11/1999), ocasião em que também se concentrou a menor ocorrência de chuvas. No segundo cultivo do milho, a variação foi de 3,22 a 8,38 mm/dia, com média de 5,56 mm/dia. No terceiro cultivo, a faixa entre os valores mínimo e máximo foi de 0,40 a 11,06 mm/dia, com média de 5,82 mm/dia. E no quarto cultivo, a variação foi de 3,15 a 7,98 mm/dia, cujo valor médio foi de 5,68 mm/dia.

A menor amplitude entre os valores mínimo e máximo da evaporação da água do tanque Classe A observada na estação de inverno (segundo e quarto cultivos) se justifica pela menor energia solar disponível para evaporação no período e menor ocorrência de chuvas, que interfere em menor intensidade sobre a evaporação, devido à baixa nebulosidade. Por outro lado, a maior amplitude no verão (primeiro e terceiro cultivos) está ligada à alta radiação solar e maior ocorrência de chuvas. Segundo critério de Allen et al. (1998), mostrado também em

Albuquerque e Andrade (2001), a região é classificada como de média demanda evaporativa, ou seja, a evapotranspiração de referência (ETo) ocorre predominantemente na faixa de 2,5 a 5,0 mm/dia, embora também ocorram no local períodos mais curtos de alta demanda evaporativa (5,0 < ETo < 7,5 mm/dia). Conforme discutido anteriormente, a ETo é obtida pelo produto do coeficiente de tanque (Kp) pela evaporação medida no tanque Classe A. No presente caso, considerou-se o Kp igual a 0,75, de acordo com a tabela da FAO (Allen et al., 1998).

Cultura do Milho

Primeira Etapa do Milho

Nas Tabelas 2 e 3 estão, respectivamente, a análise de variância e o teste de médias, segundo os tratamentos (freqüências X lâminas de irrigação), para a produtividade do milho cultivado na primeira etapa do trabalho.
Observa-se que houve diferença significativa (P < 0,05) somente para as lâminas de irrigação (Tabela 2) e que, pelo teste das médias de produtividade (Tabela 3), somente a lâmina L1 diferiu da maior lâmina aplicada (L4), em ambos os cultivos. Essa diferença esteve mais evidente no segundo cultivo, pois a menor lâmina (L1) também diferiu da sua subseqüente (L2) e esta, por sua vez, não diferiu das maiores lâminas (L3 e L4). Isso indica que o coeficiente misto (Kp x Kr) utilizado para L1 (0,375, da equação 2) foi insuficiente para suprir a demanda hídrica da cultura. Entretanto, esse mesmo coeficiente utilizado para L2 (0,5625, da equação 3) foi suficiente para atender a demanda.

Na Tabela 4, estão as informações referentes às culturas do milho desenvolvidas na primeira etapa. Essas informações se referem à data do plantio, à data da última irrigação, à duração do ciclo e às lâminas de irrigação aplicadas na fase de implantação da cultura (sem ainda diferenciar os tratamentos) e nos diferentes tratamentos, além da precipitação pluviométrica total ocorrida no período.

Tabela 2. Análise de variância para produtividade de milho (em kg/ha, a 15,5% de umidade), segundo a freqüência, a lâmina de irrigação e a sua interação, Projeto Jaíba, MG.

Fonte de variação	Nível de significância pelo teste F	
	Primeiro cultivo	Segundo cultivo
Freqüência de irrigação (F)[1]	NS[4]	NS
Lâmina de irrigação (L)[2]	3,12%	0,25%
Interação F x L	NS	NS
CV[3] (%)	23,6	20,45

[1]Freqüências de irrigação: F1 = duas vezes/semana; F2 = três vezes/semana
[2]Lâminas de irrigação, conforme as equações 2 a 5, de L1 a L4, respectivamente
[3]CV = coeficiente de variação
[4]NS = não-significativo

Tabela 3. Teste de médias de produtividade de milho (em kg/ha, a 15,5% de umidade) para os tratamentos de lâminas de irrigação, Projeto Jaíba, MG.

Tratamentos	Médias[1] de produtividade (kg/ha)	
	Primeiro cultivo	Segundo cultivo
L1 (equação 2)	2753,9 B	1994,2 B
L2 (equação 3)	3481,4 AB	3091,3 A
L3 (equação 4)	3593,6 AB	2972,0 A
L4 (equação 5)	4466,8 A	3748,5 A

[1]Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P = 0,05)

Tabela 4. Informações sobre os cultivos 1 e 2 do milho (primeira Etapa) referentes à data do plantio, à data da última irrigação, à duração do ciclo e às lâminas de água aplicadas, de acordo com os tratamentos, Projeto Jaíba, MG.

Número do cultivo	Data do plantio	Data da última irrigação	Duração do ciclo (dias)	Tratamento[1]	Lâmina total aplicada (mm)
1	06/08/1999	17/12/1999	133	Chuvas	313,7
				Irrig. de impl.[2]	241,5 e
				F1L1	254,7
				F1L2	382,0
				F1L3	509,4
				F1L4	636,7
				F2L1	249,7
				F2L2	374,6
				F2L3	499,4
				F2L4	624,3
2	16/03/2000	24/07/2000	130	Chuvas	206,1
				Irrig. de impl.[2]	102,0
				F1L1	243,6
				F1L2	365,4
				F1L3	487,2
				F1L4	609,0
				F2L1	241,9
				F2L2	362,8
				F2L3	483,8
				F2L4	604,7

[1]Freqüências de irrigação: F1 = duas vezes/semana; F2 = três vezes/semana

Pode-se observar, na Tabela 4, uma maior lâmina de irrigação de implantação no primeiro cultivo em relação ao segundo, em virtude da diferenciação dos tratamentos no primeiro ter-se atrasado, ocorrendo aos 34 dias após o plantio (dap). No segundo cultivo, essa diferenciação aconteceu aos 18 dap. Também observa-se uma maior lâmina de chuva no primeiro cultivo, haja vista que as fases finais do ciclo fenológico da cultura ocorreram nos meses de maiores precipitações (de outubro a dezembro/1999), como mostra a Tabela 5. De modo oposto, no segundo cultivo, as maiores precipitações ocorreram nas fases iniciais do ciclo fenológico da cultura (março e abril/2000).

Tabela 5. Precipitações pluviométricas mensais ocorridas nos anos de 1999 a 2001, na Estação Experimental de Mocambinho, da EPAMIG, Projeto Jaíba, MG.

Meses	Ano		
	1999	**2000**	**2001**
Janeiro	152,2	208	89,7
Fevereiro	67,4	4	30,7
Março	127	55,3	70,2
Abril	2,5	175,3	3,6
Maio	1	0,8	15,7
Junho	0	0	0
Julho	0,2	0	0
Agosto	0,2	0	0
Setembro	6,5	2,2	23,8
Outubro	100	16,8	102,4
Novembro	151,3	0,2	346,6
Dezembro	185,9	156,4	156,8
Total	**793,7**	**619**	**835,5**

Segunda Etapa do Milho

As Tabelas 6 e 7 apresentam, respectivamente, a análise de variância e teste de médias para as produtividades do milho do terceiro e quarto cultivos, segundo os tratamentos aplicados (lâminas de irrigação X doses de nitrogênio).

Tabela 6. Análise de variância para produtividade de milho (em kg/ha, a 15,5% de umidade), segundo a lâmina de irrigação, a dose de nitrogênio e a sua interação, Projeto Jaíba, MG.

Fonte de variação	Nível de significância pelo teste F	
	Terceiro cultivo	Quarto cultivo
Lâmina de Irrigação (L)[1]	4,46%	NS
Dose de nitrogênio (N)[2]	0,32%	8,27%
Interação L x N	NS[4]	NS
CV[3] (%)	13,63	21,62

[1]Lâminas de irrigação, conforme as equações 6 e 7, para L1 e L2, respectivamente

[2]Doses de nitrogênio, conforme as equações 8 a 11, de N0 a N3, respectivamente

[3]CV = coeficiente de variação

[4]NS = não-significativo

Tabela 7. Teste de médias de produtividade de milho (em kg/ha, a 15,5% de umidade) para os tratamentos de doses de nitrogênio (N), Projeto Jaíba, MG.

Tratamentos	Médias[1] de produtividade (kg/ha)	
	Terceiro cultivo	Quarto cultivo
N0 (equação 8)	4102,2 C	3825,2 B
N1 (equação 9)	5059,2 B	4205,0 AB
N2 (equação 10)	5483,9 AB	4773,2 AB
N3 (equação 11)	6046,3 A	5372,4 A

[1]Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P = 0,05)

Verifica-se, na Tabela 6, que houve diferença significativa (para $P < 0,05$) entre os tratamentos, tanto para as lâminas de irrigação (L), quanto para as doses de nitrogênio (N) no terceiro cultivo, mas não houve para a sua interação (L x N). No quarto cultivo, houve diferença significativa apenas para doses de N, ainda assim com um nível de probabilidade mais elevado ($P < 0,10$). Essa diferença entre o terceiro e o quarto cultivos está associada ao menor coeficiente de variação (CV) observado no terceiro (13,63%), contribuindo para uma observação mais realista.

O teste entre médias para produtividade (Tabela 7) comprova a necessidade de adubação nitrogenada de cobertura, com as mais altas produtividades ocorrendo para doses acima de 100 kg/ha de N (N total aplicado, plantio + cobertura). Segundo resultados obtidos por França e Resende (1997), no Projeto Jaíba, com milho irrigado sob irrigação por aspersão, o parcelamento e o modo de aplicação é uma das alternativas viáveis para se aumentar a eficiência de uso dos fertilizantes à base de N e K e reduzir as perdas por lixiviação, especialmente em solos arenosos, com reduzida CTC. França e Resende (1997) obtiveram produtividades superiores a 8 t/ha, tanto no plantio de inverno quanto no de verão, porém aplicaram entre o plantio e as coberturas 180 kg/ha de N. Acredita-se que a diferença entre o rendimento do milho no presente estudo (em torno de 6 t/ha) e o estudo de França e Resende (1997) (acima de 8 t/ha) esteja relacionado ao sistema de irrigação usado, pois como aqui se utilizou o sistema localizado com a aplicação do fertilizante diretamente no solo, não na forma diluída na água de irrigação (fertirrigação) - que seria o mais adequado - esse não se dissolveu suficientemente na água aplicada no solo para que fosse eficientemente absorvido pelas raízes das plantas, principalmente na lâmina menor (L1). Entretanto, um ensaio realizado à parte na mesma época, usando-se irrigação por aspersão convencional, empregando-se a lâmina L2 (equação 7) e dose de nitrogênio N3 (equação 11), resultou em rendimento médio de 6053 kg/ha de grãos, que foi praticamente o mesmo valor obtido para o nível N3 da irrigação localizada (Tabela 7).

Tanto no terceiro quanto no quarto cultivo houve a diferenciação dos tratamentos aos 33 dap.

É possível também que a diluição do N na água consumida pela cultura tenha sido favorecida pela melhor distribuição da chuva ocorrida (logo após a diferenciação dos tratamentos) durante o terceiro cultivo do milho, como pode ser visto analisando-se as Tabelas 5 e 8.

Tabela 8. Informações sobre os cultivos 3 e 4 do milho (segunda etapa) referentes à data do plantio, à data da última irrigação, à duração do ciclo e às lâminas de água aplicadas, de acordo com os tratamentos, Projeto Jaíba, MG.

Número do cultivo	Data do plantio	Data da última irrigação	Duração do ciclo (dias)	Tratamento[1]	Lâmina total aplicada (mm)
				Chuvas	293,8
3	25/10/2000	19/02/2001	117	Irrig. de impl.[2]	120,1
				L1	165,8
				L2	236,8
				Chuvas	15,7
				Irrig. de impl.[2]	146,9
4	19/04/2001	14/08/2001	117	L1	270,6
				L2	386,5

[1]Lâminas de irrigação, conforme as equações 6 e 7, para L1 e L2, respectivamente

[2]Irrigação de implantação, ou seja, antes da diferenciação dos tratamentos

Pode-se observar, também, na Tabela 8, que a cultura 4, por ter sido plantada na época da estação seca, foi mais dependente da irrigação, com uma aplicação total de água de 443,2 mm para L1 e 549,1 mm para L2. Apesar da diferença maior que 100 mm entre ambas, não foi notada diferença estatística entre as produtividades (Tabela 6).

Tecnicamente, pode-se adotar a irrigação localizada para a cultura do milho, mas requer obter os coeficientes de redução (Kr) e não seria economicamente viável para culturas de menor retorno, como o milho cultivado para a venda como grãos secos ou silagem. O objetivo aqui foi apenas usá-la como ensaio experimental, pois sofreria menos interferência do vento e as parcelas experimentais poderiam ser menores.

A diferença estatística observada no rendimento do terceiro cultivo (Tabela 6) para a variável lâmina de irrigação (4526,6 kg/ha em L1 e 5819,2 kg/ha em L2), a qual pode ser respaldada pelo baixo CV, sugere que a equação 6, com o seu coeficiente misto (Kr x Kp) de 0,525, não seja adequada para o manejo de irrigação, observando-se as mesmas condições em que

se estabeleceu o experimento, principalmente respeitando-se o sistema, que foi o localizado por gotejamento. O outro coeficiente, para L2 (equação 7), foi o de valor 0,75, ou seja, considerou-se o Kr igual a um.

Cultura do Abacaxi

Primeira Etapa do Abacaxi

Estão apresentadas, na Tabela 9, as análises de variância relativas a algumas variáveis obtidas da cultura do abacaxi na primeira etapa, segundo os tratamentos de freqüências e lâminas de irrigação.

Tabela 9. Análise de variância para algumas variáveis do abacaxi, segundo a freqüência, a lâmina de irrigação e a sua interação, Projeto Jaíba, MG.

Fonte de variação	Nível de significância pelo teste F para as variáveis:						
	CFD[4]	PFSC[5]	CF[6]	MDF[7]	°brix	Prod[8]	AT[9]
Freqüência de irrigação (F)[1]	NS[10]	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Lâmina de irrigação (L)[2]	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interação F x L	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV[3] (%)	5,29	11,17	7,04	4,24	5,04	23,42	18,84
média	79,911	1266,2	14,155	11,679	17,483	55,027	0,842

[1]Freqüência de irrigação: F1 = duas vezes/semana; F2 = três vezes/semana
[2]Lâminas de irrigação, conforme as equações 2 a 5, de L1 a L4, respectivamente
[3]Coeficiente de variação
[4]CFD = comprimento da folha D (cm)
[5]PFSC = peso do fruto sem coroa (g)
[6]CF = comprimento do fruto (cm)
[7]MDF = maior diâmetro do fruto (cm)
[8]Prod = produtividade (t/ha)
[9]AT = acidez titulável (mg de ácido cítrico/ 100 g de polpa)
[10]NS = não-significativo para até 10% de probabilidade

Não foram observadas diferenças estatísticas para todas as variáveis analisadas. Esses resultados significam que o coeficiente misto (Kp x Kr) de 0,375 (lâmina L1 na equação 2)

pode ser usado para o manejo de irrigação para as condições do Projeto Jaíba, usando-se uma freqüência de duas vezes por semana (F1). Entretanto, a diferenciação dos tratamentos ocorreu aos 34 dias após o plantio (dap), cujas irrigações anteriores a esse dia ocorreram com uma freqüência de dois dias. Os valores do coeficiente de cultura (Kc) utilizados foram de 0,40 até os 60 dap, com crescimento linear até os 138 dap, tornando-se novamente constante com o valor de 0,50 até o final do ciclo. Essa recomendação foi baseada em Doorenbos e Kassam (1979), diferentemente do que recomenda Almeida (2001) que se baseou na curva mais específica para culturas de ciclo anual ou curto, as chamadas plantas mesófitas. O abacaxizeiro é uma planta xerófita, que tem a capacidade de armazenar água na hipoderme das folhas, alta reflexão dos raios solares, por causa da presença de tricomas, porte ereto das folhas, fechamento dos estômatos durante grande parte do dia, baixa densidade estomática, dentre outros fatores. Tudo isso confere ao abacaxizeiro alta eficiência no uso da água, conforme descreve o próprio Almeida (2001), ao citar outros autores.

No Projeto Jaíba, parte da demanda hídrica da cultura do abacaxi pode ser suprida pela chuva, conforme foi observado no presente trabalho (Tabelas 5 e 10). Há um período do ano em que se concentra a maior parte das chuvas (geralmente, de novembro a março). A estação seca normalmente ocorre entre abril e setembro. A indução floral foi realizada aos 311 dap e a colheita aos 500 dap (cerca de 16 meses e meio).

A colheita ocorreu em época de safra (no mês de dezembro), o que sugere um ajuste na época mais adequada de plantio. O ideal é que se faça a colheita em meses mais tardios, como janeiro ou fevereiro, quando se obtém melhor preço para o produto. Novamente, verificando-se as Tabelas 5 e 10, pode-se perceber que a melhor data de plantio das mudas esteja entre os meses de outubro e novembro, ocasião também em que começa a ocorrência de chuvas, o que pode facilitar a consolidação

das mudas no campo. Com isso, dependendo do período da indução floral, é muito provável que a colheita possa ser efetuada na entressafra.

Tabela 10. Informações sobre o primeiro cultivo do abacaxi (primeira etapa) referentes à data do plantio, à data da colheita, à duração do ciclo, à data da indução floral e às lâminas de água aplicadas, de acordo com os tratamentos, Projeto Jaíba, MG.

Data do plantio	Data da colheita	Duração do ciclo (dias)	Data da indução floral	Tratamento[1]	Lâmina total aplicada (mm)
06/08/1999	18/12/2000	500	12/06/2000 (311 dias)	Chuvas	975,0
				Irrig. de impl.[2]	150,0 (33 dias)
				F1L1	269,7
				F1L2	404,6
				F1L3	538,5
				F1L4	673,6
				F2L1	264,1
				F2L2	394,9
				F2L3	523,1
				F2L4	660,7

[1]Freqüências de irrigação: F1 = duas vezes/semana; F2 = três vezes/semana
Lâminas de irrigação, conforme as equações 2 a 5, de L1 a L4, respectivamente
[2]Irrigação de implantação, ou seja, antes da diferenciação dos tratamentos

Segunda Etapa do Abacaxi

Na Tabela 11, estão as análises de variância para algumas variáveis obtidas do segundo cultivo do abacaxi. Nessa etapa, os tratamentos se referiram a lâminas de irrigação (L1 e L2, conforme equações 6 e 7, respectivamente) combinadas com doses de nitrogênio (N0, N1, N2 e N3, conforme as respectivas equações 8 a 11).

Ataques severos de pragas, principalmente cochonilha, e algumas doenças (fusariose principalmente) afetaram significativamente o bom andamento do experimento, ocorrendo muitas perdas de plantas em reboleira, afetando o estande final, com o conseqüente comprometimento da produtividade, como pode

ser observado pelo alto coeficiente de variação observado para essa variável na Tabela 11 (CV = 83,96%). Entretanto, as variáveis que não dependiam do estande final apresentaram os valores do CV mais baixos, embora mesmo as plantas que produziram frutos os obtiveram com peso médio abaixo de 1 kg (Tabela 11, coluna PFSC).

Tabela 11. Análises de variância para algumas variáveis do abacaxi, segundo a lâmina de irrigação, a dose de nitrogênio e a sua interação, Projeto Jaíba, MG.

Fonte de variação	Nível de significância pelo teste F para as variáveis:					
	CFD[4]	PFSC[5]	CF[6]	MDF[7]	°brix	Prod[8]
Lâmina de irrigação (L)[1]	NS[9]	NS	NS	NS	NS	NS
Dose de Nitrogênio (N)[2]	5,99%	NS	NS	NS	NS	NS
Interação L x N	NS	7,71%	NS	NS	NS	NS
CV[3] (%)	5,87	23,66	12,02	7,22	11,96	83,96
média	83,550	873,531	14,886	10,825	14,458	21,139

[1]Lâminas de irrigação, conforme as equações 6 e 7, para L1 e L2, respectivamente
[2]Doses de nitrogênio, conforme as equações 8 a 11, de N0 a N3, respectivamente
[3]Coeficiente de variação
[4]CFD = comprimento da folha D (cm)
[5]PFSC = peso do fruto sem coroa (g)
[6]CF = comprimento do fruto (cm)
[7]MDF = maior diâmetro do fruto (cm)
[8]Prod = produtividade (t/ha)
[9]NS = não-significativo para té 10% de probabilidade

Em trabalho conduzido com abacaxizeiro irrigado por aspersão convencional, há cerca de dois anos antes da instalação desse ensaio, a melhor dose de N obtida correspondeu ao nível N2, ou seja, adubação de cobertura nitrogenada correspondente a um total de 10 g/planta (Souto, 1998).
Nota-se também, na Tabela 11, que houve diferença significativa (P = 0,0599) na dose de N para o comprimento da folha D

(CFD), cujo valor médio (83,550 cm) foi superior ao da primeira etapa (Tabela 9), que apresentou o valor médio de 79,911 cm. Também houve diferença na interação L x N para o peso do fruto sem coroa (PFSC) (P = 0,0771). Os testes de médias (de Duncan, a 5% de probabilidade), para ambas as variáveis, realizados de forma a elucidar alguma possível diferença entre tratamentos, mostraram apenas diferença significativa em N0 (sem adubação nitrogenada de cobertura) em relação a N2, para a variável CFD. A Tabela 12 apresenta as informações referentes ao segundo cultivo do abacaxi. Observa-se que a indução floral foi realizada antecipadamente em relação ao primeiro cultivo (Tabela 10), o que reduziu também o ciclo total da cultura, passando para 468 dias (cerca de 15 meses e meio). O plantio foi mais tardio em relação ao primeiro cultivo, de modo que a colheita foi feita no mês de janeiro. Isso ratifica o comentário já feito para o primeiro cultivo, ou seja, que é interessante fazer o plantio nos meses de outubro ou novembro, de modo que a colheita dos frutos se processe na entressafra (a partir do final de janeiro). Apesar de algum insucesso obtido nesse segundo cultivo, alguns resultados podem ser extraídos, como, por exemplo, a manutenção da freqüência de irrigação em duas vezes por semana, um valor do coeficiente misto (Kp x Kr) abaixo de 0,525 para a cultura do abacaxi irrigada por sistema de gotejamento e a comprovação de trabalhos anteriores da necessidade da adubação nitrogenada parcelada, aplicando-se um total de 10 g de N/ planta.

Tabela 12. Informações sobre o segundo cultivo do abacaxi (segunda etapa) referentes à data do plantio, à data da colheita, à duração do ciclo, à data da indução floral e às lâminas de água aplicadas, de acordo com os tratamentos, Projeto Jaíba, MG.

Data do plantio	Data da colheita	Duração do ciclo (dias)	Data da indução floral	Tratamento[1]	Lâmina total aplicada (mm)
				Chuvas	1013,0
				Irrig. de impl.[2]	285,3
26/09/2000	07/01/2002	468	25/06/2000 (272 dias)	L1	458,2 (61 dias)
				L2	654,6

[1]Lâminas de irrigação, conforme as equações 6 e 7, para L1 e L2, respectivamente

[2]Irrigação de implantação, ou seja, antes da diferenciação dos tratamentos

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS PROJETOS

Conclusões

a) Foram estudados e apresentados os resultados referentes a parâmetros físicos e hidrodinâmicos (granulometria, densidade das partículas e do solo, condutividade hidráulica saturada, curva de retenção e água disponível) de dois solos do Projeto Jaíba: neossolo quartzarênico (areia quartzosa) e o latossolo vermelho-amarelo distrófico. A disponibilidade de água não passa de 34 mm na camada de 0 a 60 cm, onde se concentra a maior parte do sistema radicular das principais culturas do projeto. Mais de 50% dessa água disponível está retida a potenciais acima de -30 kPa.

b) A evaporação da água do tanque Classe A tem maior amplitude na estação do verão (chuvosa) e menor na estação de inverno (de seca). De modo geral, a região pode ser classificada como de média demanda evaporativa, ou seja, a evapotranspiração de referência (ETo) ocorre predominantemente na faixa de 2,5 a 5,0 mm/dia, embora também ocorram no local períodos mais curtos de alta demanda evaporativa (5,0 < ETo < 7,5 mm/dia) e alguns picos de muito alta demanda (> 7,5 mm/dia).

c) Uma freqüência de irrigação de duas vezes semanais foi suficiente para a cultura do milho no Projeto Jaíba, a partir de, no mínimo, uns 20 dias depois do plantio. O coeficiente do tanque Classe A é conhecido como Kp e em irrigação localizada há um coeficiente Kr para reduzir o efeito devido à água não umedecer completamente o perfil do solo. Um coeficiente misto (Kp x Kr) de 0,5625 foi suficiente para atender a demanda hídrica da cultura do milho irrigado pelo sistema localizado por gotejamento. No entanto, quando se considera a eficiência de irrigação (condição não experimental), sugere-se que esse coeficiente seja elevado para pelo menos 0,65.

d) Há necesssidade de se fazer adubação nitrogenada de cobertura parcelada no milho com doses de N superiores a 100 kg/ha. Em irrigação localizada, o fertilizante deve ser aplicado via água de irrigação (fertirrigação).

e) O coeficiente misto (Kp x Kr) para a cultura do abacaxi pode ser de 0,375 (em condições não experimentais, sugere-se o valor de 0,45) para fazer o manejo de irrigação para as condições do Projeto Jaíba, usando-se uma freqüência de duas vezes por semana. Contudo, durante pelo menos 30 dias após o plantio das mudas, as irrigações devem ser feitas com freqüência de dois dias.

f) Sugere-se o uso dos coeficientes de cultura (Kc) para o abacaxizeiro conforme a recomendação do manual FAO 33, ou seja, de 0,4 no início do ciclo (20% da duração total) e de 0,5 no restante do ciclo (80% da duração total).

g) A melhor data de plantio das mudas de abacaxi, cultivar Smooth Cayenne, para o Projeto Jaíba deve estar entre os meses de outubro e novembro, ocasião também em que começa a ocorrência de chuvas, o que pode facilitar a consolidação das mudas no campo. Com isso, dependendo do período da indução floral, é muito provável que a colheita possa ser efetuada na entressafra (após o final de janeiro).

h) Apesar de resultados não conclusivos, porém baseando-se em trabalhos anteriores, sugere-se, para a cultura do abacaxi irrigada por sistema de gotejamento no Projeto Jaíba, que a adubação nitrogenada de cobertura seja parcelada de modo que seja aplicado um total de 10 g de N/planta.

Sugestões

a) Disponibilizar no site da Embrapa Milho e Sorgo e do Banco do Nordeste um modelo de planilha (conforme metodologia de Albuquerque e Andrade, 2001) para fazer o manejo de irrigação das culturas do milho e abacaxi (e outras) para o Projeto Jaíba,

usando os dados de clima obtidos da Estação Experimental da Epamig em Mocambinho.

b) Fazer estudos de formação de bulbo molhado em sistema de irrigação localizado nos solos do Projeto Jaíba.

c) Avançar nos estudos de parcelamento das adubações de cobertura (principalmente para N e K) para as culturas do Projeto Jaíba.

d) Estudar mais os problemas fitossanitários da cultura do abacaxi no Projeto Jaíba e o possível efeito da irrigação sobre eles.
e) Publicar alguns trabalhos (técnico-científicos ou de cunho apenas técnico) sobre os resultados obtidos no presente projeto.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE, C. L. T. **Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2001. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 10).

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE, C. L. T. Uso de planilha eletrônica para a programação da irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 2001, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza, 2001. p.251-255.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration***:* guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALMEIDA, O. A. **Irrigação na cultura do abacaxi: aspectos técnicos e econômicos.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. 35 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 41)

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua en el rendimento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p. (Estudio FAO Riego y Drenage, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 144 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

FRANÇA, G. E.; RESENDE, M. **Doses e modo de aplicação de nitrogênio e potássio em solos arenosos do projeto Jaíba.** Relatório dos trabalhos em andamento. Consórcio Embrapa/ Codevasf/Epamig. 1997. Projeto Jaíba. Não publicado.

SOUTO, R. F. Níveis de umidade do solo e adubação para o abacaxizeiro Pérola no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 332-342, 1998.

GENUCHTEN, M. T. van. A closed-form equation for predicting hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, n. 3, p. 892-898, 1980.