

Capítulo 11

Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi

Otávio Alvares de Almeida
Luiz Francisco da Silva Souza

Introdução

Nos últimos anos, a área de cultivo de abacaxi em condições de irrigação tem aumentado consideravelmente no Brasil. Isso se deve ao acirramento da competição nos mercados, que têm dado relevância cada vez maior ao emprego de técnicas modernas de cultivo que resultem na elevação da produtividade e da qualidade da produção, somado ao fato de a irrigação permitir o deslocamento das colheitas para períodos de entressafra, com preços mais favoráveis do produto. Dessa forma, o uso da irrigação pode tornar a oferta de abacaxi mais uniforme ao longo do ano, o que é fundamental para a conquista e a manutenção de novos mercados. Além disso, a fruticultura tropical, incluindo o cultivo do abacaxi como uma das principais opções, tem-se tornado uma alternativa muito procurada para projetos agroindustriais, sobretudo no Semiárido e no Cerrado, onde a pluviosidade insuficiente, em volume e em distribuição, inviabiliza a exploração econômica do abacaxi sem irrigação.

Necessidades hídricas

Aspectos morfofisiológicos

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é tido como uma planta com necessidades hídricas relativamente reduzidas, se comparada a outras plantas cultivadas. A sua adaptação a condições de deficiência hídrica decorre de uma série de características morfológicas e fisiológicas típicas de plantas xerófilas, tais como: a capacidade de armazenar água na hipoderme das folhas, de coletar água eficientemente, inclusive o orvalho, por meio de suas folhas em forma de canaleta (Figura 1), e de reduzir bem as perdas de água por transpiração. Entre os mecanismos de resistência à transpiração, destaca-se a redução da carga térmica sobre as folhas em virtude da alta reflexão da superfície inferior das folhas, por conta da presença dos tricomas (pelos de cor prateada). Além disso, a distribuição espacial e o porte ereto das folhas permitem, respectivamente, uma ventilação adequada e uma redução do ângulo de incidência dos raios solares. A transpiração é minimizada ainda pelo revestimento da epiderme foliar por uma cutícula espessa, pelo fechamento dos estômatos durante grande parte do dia, pela baixa densidade estomática e pela localização dos estômatos ao longo de sulcos pequenos e paralelos protegidos por tricomas na face inferior (abaxial) das folhas (ALMEIDA; REINHARDT, 1999).



Figura 1. Captação e armazenamento de água nas folhas pelo abacaxizeiro.

A reduzida taxa de transpiração ($0,3 \text{ mg a } 0,5 \text{ mg de água cm}^{-2}$ de área foliar h^{-1}), cerca de dez vezes menor que aquela de plantas mesofíticas, e o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), de assimilação predominantemente noturna de gás carbônico (CO_2), característica única do abacaxizeiro em comparação às demais plantas cultivadas em grande escala, conferem à planta uma alta eficiência no uso de água, assim, ela consome menos de 100 g de água para cada grama de matéria seca acumulada (EKERN, 1965; PY et al., 1984). Apesar de altamente eficiente quanto ao consumo de água, esse tipo de metabolismo, ao limitar a perda de vapor d'água por meio dos estômatos, também limita a entrada de CO_2 por eles, resultando numa taxa de assimilação fotossintética inferior à das plantas mesofíticas com metabolismo C_3 ou C_4 . O MAC é, portanto, uma adaptação que permite a continuação do crescimento, embora lento, e a sobrevivência do abacaxizeiro em condições de deficit hídrico severo, porém, nessas condições, resulta numa baixa produtividade da planta (ALMEIDA; REINHARDT, 1999).

O abacaxizeiro é, no entanto, uma planta de MAC facultativo, podendo mudar para a fixação fotossintética do tipo C_3 quando as condições ecológicas, sobretudo o suprimento hídrico, são favoráveis ao seu desenvolvimento. Assim, para a obtenção de produtividade elevada, é necessário um suprimento hídrico adequado, via irrigação quando necessária, de forma que as plantas não sejam impelidas a acionar o seu principal mecanismo de economia de água, o MAC (ALMEIDA; REINHARDT, 1999).

Aspectos quantitativos e fenológicos

Um cultivo comercial de abacaxi exige em geral uma quantidade de água equivalente a uma precipitação mensal de 60 mm a 100 mm (PY et al., 1984). Segundo Neild e Boshell (1976), em áreas com pluviosidade anual inferior a 500 mm, o abacaxizeiro só deve ser cultivado com irrigação. Conforme o mesmo autor, mesmo em áreas com pluviosidade total anual acima desse limite, a irrigação é necessária se ocorrer um período de 3 meses consecutivos com chuvas inferiores a 15 mm mês⁻¹ ou se ocorrer um período de 4 meses com menos de 25 mm mês⁻¹, ou ainda 5 meses com chuvas inferiores a 40 mm mês⁻¹. Souto et al. (1998) e Almeida et al. (1999), em trabalhos realizados, respectivamente, com as cultivares Pérola e Smooth Cayenne em Jaíba, norte de Minas Gerais, verificaram que a parcela irrigada com cerca de 780 mm durante o ano, mas recebendo lâminas de água menores que 15 mm durante 6 meses, não produziu ou os frutos produzidos não tinham nenhum valor comercial. Numa outra parcela, que recebeu 980 mm de água, porém com ocorrência de cinco meses com lâminas menores que 40 mm, a produção foi, para as cultivares Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente, 133% e 106% menor que as parcelas que não tiveram problemas de deficit hídrico (Figura 2).

A demanda de água do abacaxizeiro varia ao longo do ciclo da planta e, a depender do seu estágio de desenvolvimento e das condições de umidade do solo, a demanda diária de água pode ser de 1,3 mm a 5,0 mm (COMBRES, 1983; MEDCALF, 1982; PINON, 1978; PY et al., 1984). Em geral, a demanda hídrica da planta



Foto: Otávio Alvares de Almeida

Figura 2. Abacaxizeiros com deficit hídrico (frente) e sem deficit hídrico (fundo), variedade Pérola (direita) e variedade Smooth Cayenne (esquerda).

aumenta com a idade e o grau de desenvolvimento vegetativo atingido. As necessidades hídricas são, portanto, menores durante o início do ciclo vegetativo. No entanto, o suprimento hídrico é crítico durante os primeiros 2 meses após o plantio, fase de emissão de raízes (COMBRES, 1983; DU PLESSIS, 1989), quando um deficit hídrico pode causar uma desuniformidade no crescimento das plantas, prejudicial ao manejo e ao rendimento da cultura. A partir do segundo mês, as necessidades hídricas crescem continuamente, em razão do desenvolvimento da planta, até atingirem o sexto mês após o plantio. A partir daí, o consumo de água é máximo e constante, permanecendo nesse patamar até a formação total do fruto, mais ou menos 60 dias antes da colheita, quando o consumo volta a decrescer. Nesse período, a planta e sobretudo a qualidade organoléptica do fruto são bastante sensíveis a um excesso de água, com um pico de sensibilidade a um mês da colheita (INSTITUT DE RECHERCHES SUR LES FRUITS ET AGRUMES, 1984), por isso, aconselha-se a suspensão da irrigação mais ou menos 10 dias antes da colheita. Por sua vez, um período de deficiência de água na fase de desenvolvimento do fruto pode também afetar seriamente o peso do fruto, que pode cair em até 750 g na cv. Smooth Cayenne (COMBRES, 1983). Na Figura 3, são apresentados os diferentes estádios de desenvolvimento do abacaxizeiro e os respectivos valores prováveis de K_c , segundo Almeida (2001).

Uma vez conhecidos os períodos fenológicos mais importantes para a irrigação, deve-se definir a frequência dessa prática. Existem diversos parâmetros que podem ser utilizados isoladamente ou, de forma mais segura, conjuntamente para

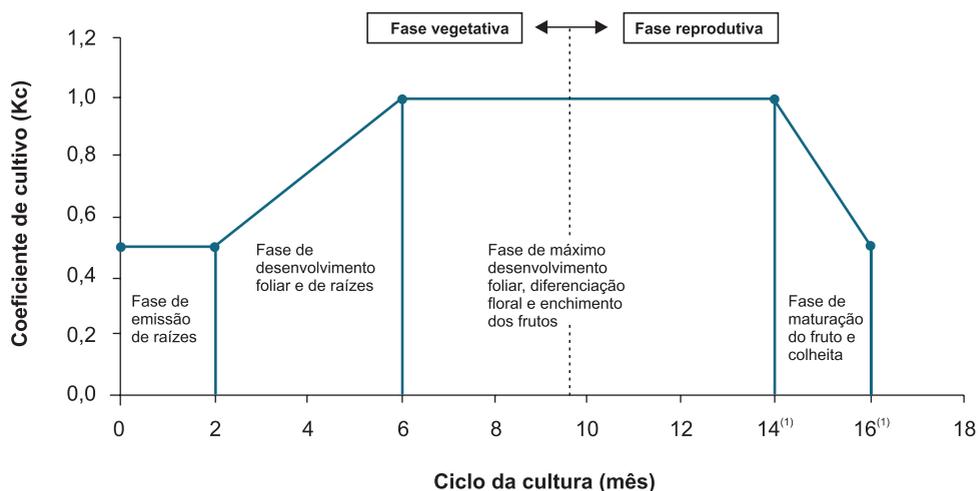
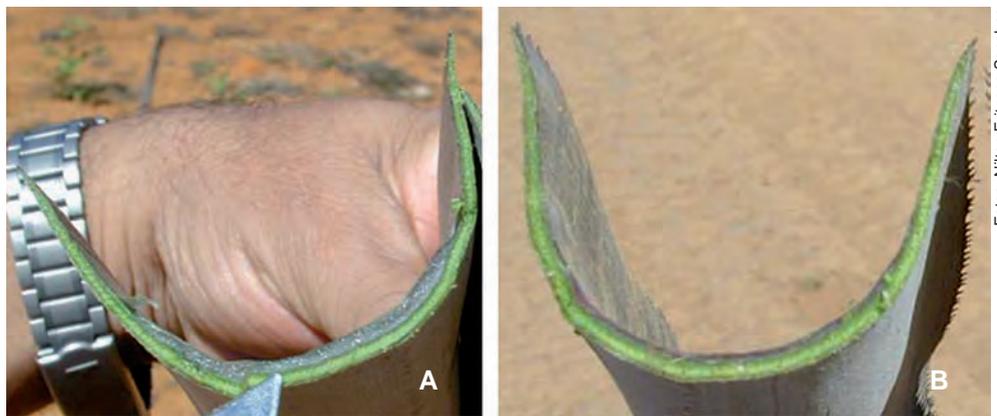


Figura 3. Estádios de desenvolvimento do abacaxizeiro com os seus prováveis coeficientes de cultivo (K_c).

⁽¹⁾ A fase de maturação do fruto e colheita completa-se mais ou menos 6 meses após o tratamento de indução floral.
Fonte: Almeida (2001).

determinar essa prática. De acordo com Py et al. (1984), deve-se irrigar o abacaxizeiro quando os tensiômetros colocados a 15 cm de profundidade do solo estiverem marcando 15 kPa.

A relação estreita observada entre a umidade do solo e a alongação foliar do abacaxizeiro sugere a possibilidade do uso de mensurações do crescimento da folha em comprimento como meio para determinar a necessidade de irrigação (MEDCALF, 1982). Um outro modo de avaliar a necessidade de água do abacaxizeiro é pelo exame visual do tecido aquífero (MEDCALF, 1982) após o corte transversal da folha "D", a um terço da altura da sua base, considerando-se que essa folha é a adulta mais jovem, que praticamente terminou seu crescimento e traduz o estágio fenológico da planta do abacaxi (SOUZA et al., 2001). A maior ou a menor espessura do tecido aquífero (faixa aquosa translúcida) indicará a necessidade de irrigação. Medcalf (1982) recomendou uma relação de 1:2 entre a espessura desse tecido translúcido e a espessura dos tecidos verdes da folha para plantas em fase de crescimento vegetativo e uma relação 1:1 para plantas na fase reprodutiva (Figuras 4a e 4b).



Fotos: Nilton Fritzens Sanches

Figura 4. Tecido translúcido de uma planta de abacaxi sem estresse hídrico (A) e com necessidade de irrigação (B).

Salinidade e o cultivo do abacaxi

As espécies vegetais podem ser classificadas em relação à sua sensibilidade à salinidade do solo com base em determinados critérios, como a tolerância à concentração do íon cloreto no solo com umidade próxima à "capacidade de campo" (WINTER, 1976), o nível de salinidade no qual ocorre uma redução em 50% da produtividade da cultura (RICHARDS, 1954) e o nível máximo de salinidade sem haver perdas da produtividade (MAAS, 1984).

A qualidade da água usada na irrigação é de fundamental importância para o sucesso dessa prática no cultivo do abacaxi. A água proveniente de fontes superficiais (rios, lagos, etc.) está sujeita a contaminações de todos os tipos de poluentes, como descargas não tratadas de fábricas, fazendas e cidades. Além dos resíduos orgânicos, o teor de sais dissolvidos na água deve ser uma preocupação constante do agricultor, pois a adição contínua de sais ao solo pode contribuir para a elevação dos seus teores na solução do solo, alcançando níveis prejudiciais ao desenvolvimento das plantas (MEDEIROS; GHEYI, 1994).

Segundo Daker (1984), as águas usadas na irrigação podem conter de 200 kg a 5.000 kg de sal por hectare na aplicação de uma lâmina de 300 mm ano⁻¹. Como lâminas de até 1.500 mm são comumente aplicadas, podem-se considerar entre 1.000 kg e 25.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ as quantidades de sais levadas ao solo pelas águas usadas na irrigação, sendo por isso necessária uma constante lavagem do solo para drenar o excesso de sais e não o tornar salino progressivamente.

Poucas informações existem sobre a tolerância do abacaxizeiro à salinidade. Sideris (1955) relatou a ocorrência de necroses nas pontas das folhas de abacaxizeiros plantados num raio de 2,5 km do mar, em ilhas do Havaí, expostos à brisa marítima contendo água salina. Os sintomas dos danos são faixas alternadas de coloração marrom-escuro e marrom-clara, sendo mais intensos em folhas velhas, sujeitas a período mais longo de absorção de cloreto, do que em folhas jovens. A deposição do sal e a severidade dos sintomas diminuíram com a distância do mar. Aplicações de soluções de cloreto em plantas localizadas em campos fora do alcance dos ventos marítimos produziram sintomas similares àqueles causados pela água marinha, além de reduzirem o rendimento e a qualidade dos frutos. Os danos foram atribuídos ao cloro e não ao sódio, outro elemento predominante na água marinha. Os efeitos inibidores e tóxicos do cloreto foram mais acentuados em plantas deficientes em nitrogênio e sobretudo potássio (SIDERIS; YOUNG, 1954). A elevação dos níveis desses nutrientes disponíveis às plantas permitiu amenizar consideravelmente a inibição do crescimento e a perda de peso do fruto do abacaxi.

Wambiji e El-Swaify (1974) estudaram em casa de vegetação o comportamento de mudas do tipo filhote e de plantas de abacaxi 'Smooth Cayenne' transplantadas aos 8 e 12 meses de idade, em solo franco-argiloso, com salinidade correspondente à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo de 0 dS m⁻¹ a 8 dS m⁻¹ (equivalentes a 0 mg L⁻¹ a 5.000 mg L⁻¹ de sais totais dissolvidos ou concentrações molares de 0 mM a 88 mM de NaCl, sendo esse o sal mais comum na maioria dos

solos agrícolas). Reduções em peso seco e fresco de folhas e plantas em resposta aos níveis crescentes de salinidade permitiram concluir que o abacaxizeiro pode ser classificado como planta de alta tolerância à salinidade, com comportamento similar ao das culturas consideradas as mais tolerantes à salinidade, como a cevada, o algodão e o aspargo. Observou-se ainda que a tolerância do abacaxizeiro à salinidade cresce com a idade da planta. Tais resultados, apesar de dependerem de confirmação para o cultivo do abacaxi em condições de campo, indicam a possibilidade do uso dessa cultura como uma opção para a agricultura em solos com problemas de salinidade (Figura 5).



Foto: Otávio Alvares de Almeida (A);
Wáldir Aparecido Marouelli (B)

Figura 5. Lavouras de abacaxi com sintoma característico de clorose férrica, em razão da salinidade do solo (A), e sem sintoma de deficiência nutricional (B).

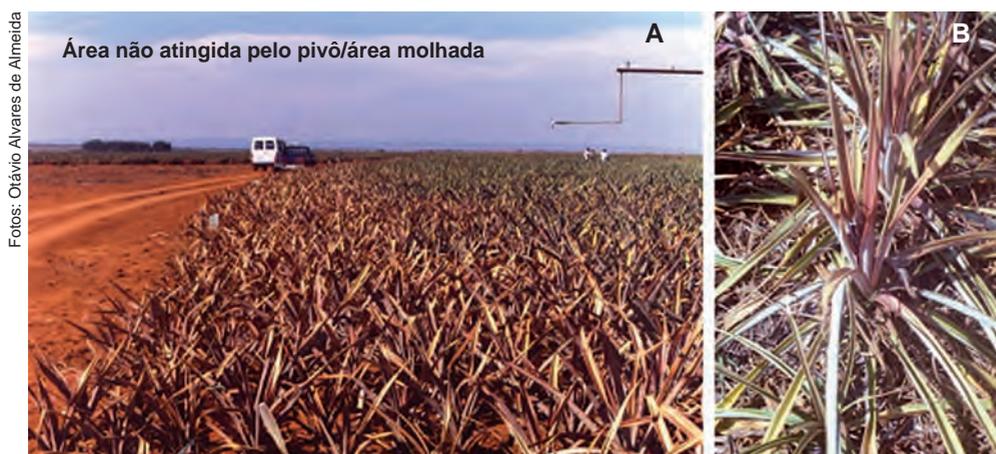
Para Maas (1984), o abacaxizeiro está incluído entre as espécies moderadamente tolerantes, entretanto não apresentou qualquer índice relacionando produção e níveis de salinidade.

Em trabalho desenvolvido em casa de vegetação, com mudas de abacaxi da variedade Smooth Cayenne, plantadas em vasos e em material de solo de textura franco-arenosa, utilizando níveis de salinidade da água de irrigação variando de 0 dS m⁻¹ (água destilada) a 7 dS m⁻¹, Marinho et al. (1998) concluíram que o crescimento e o desenvolvimento do abacaxizeiro são afetados com o aumento da concentração salina na água de irrigação, com efeitos mais drásticos a partir de 4 dS m⁻¹. Também observaram a ocorrência crescente de necrose na extremidade do limbo das folhas das plantas, a inibição do enraizamento das mudas e a redução da área foliar e da fitomassa, quando os níveis de salinidade estão acima de 3 dS m⁻¹. Além disso, verificaram que o metabolismo da planta se mantém ativo mesmo quando irrigada com água de salinidade maior que 6 dS m⁻¹.

Respostas da planta à irrigação

O crescimento foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis à deficiência hídrica. A redução do crescimento das folhas, em largura, primeiro das folhas jovens e depois das folhas mais maduras (folhas "D") do abacaxizeiro, é observada pouco tempo após o início do estresse hídrico (PY et al., 1984). Com o prolongamento do período de deficiência hídrica, outros componentes do crescimento foliar são afetados na sequência seguinte: peso da folha, comprimento da folha e emissão foliar. No caso de estresse hídrico muito severo, o crescimento foliar da planta pode ser nulo ou até podem ser constatadas reduções da largura, do peso e do comprimento. Quando o suprimento hídrico é retomado, a recuperação é mais rápida nas folhas jovens, sobretudo quanto à expansão da largura dessas folhas (PY et al., 1984).

Sideris e Krauss (1928) observaram que o abacaxizeiro paralisa o seu crescimento se a umidade do solo for apenas 15% acima da sua umidade higroscópica. Abaixo desse nível de umidade, observaram o definhamento do sistema radicular, a diminuição do teor de água nos tecidos foliares, a inibição da assimilação fotossintética e mudanças da coloração das folhas (Figura 6). O crescimento da planta foi adequado quando a umidade do solo esteve na faixa de 20% a 30% acima da umidade higroscópica. Segundo Bartholomew e Kadzimin (1977), o deficit hídrico reduz o número e o comprimento das raízes, as quais, mesmo após a retomada do crescimento, continuam finas e frágeis.



Fotos: Otávio Alvares de Almeida

Figura 6. Folhas avermelhadas e murcha generalizada dos abacaxizeiros afetados por estresse hídrico em razão do planejamento inadequado do projeto de irrigação (A) e característica da planta com estresse hídrico (B).

Ao estudar lâminas de irrigação de 0 mm, 8 mm, 16 mm e 24 mm de equivalência de precipitação, com frequências diária, semanal e mensal, Tay (1974) concluiu que o crescimento vegetativo do abacaxizeiro respondia significativamente a níveis crescentes de irrigação. A lâmina de 8 mm foi a melhor para o crescimento da planta em altura ao passo que a de 16 mm deu a melhor resposta para o número de folhas emitidas independentemente da frequência.

Almeida et al. (1999), Almeida (2001), Almeida et al. (2003) verificaram, respectivamente, no Município de Jaíba, em Cruz das Almas, BA, em área de tabuleiros costeiros, e na área "F" do Projeto Jaíba (Semiárido de Minas Gerais), que os pesos verdes e seco da folha "D" foram influenciados pelo aumento das lâminas de irrigação. Também Souto et al. (1998) fizeram as mesmas observações no Semiárido mineiro.

As respostas positivas do crescimento vegetativo da planta à irrigação refletem-se, em geral, em rendimentos maiores da cultura. No Havai, a irrigação durante a fase de frutificação proporcionou plantas maiores e mais nutridas em fósforo e potássio, o que resultou em ganhos expressivos na produtividade da cultura, com aumento de 450 g no peso por fruto (MEDCALF, 1982). Na Costa do Marfim, a irrigação nessa mesma fase do ciclo da planta permitiu aumento de até 700 g no peso médio do fruto (COMBRES, 1983). Estudos realizados naquele país africano de clima tropical mostraram ainda que, com irrigação, o peso seco da folha "D" atingiu 75 g aos 6 meses e meio de idade das plantas da cv. Smooth Cayenne e, sem irrigação, apenas 70 g aos 9 meses após o plantio. Com a folha "D" pesando 95 g, podem-se obter 75 t ha⁻¹ de frutos para exportação in natura, enquanto com 70 g colhem-se apenas 55 t ha⁻¹ (COMBRES, 1983).

A prática da irrigação, ao garantir um suprimento hídrico ótimo às plantas, também favorece um melhor aproveitamento dos nutrientes minerais colocados em disponibilidade para as plantas por meio de adubações. Em trabalho conduzido em condições ambientais controladas, Tay (1974) demonstrou a importância das condições de umidade do solo para o aproveitamento dos nutrientes pelo abacaxizeiro, com reflexos positivos sobre a produção e a produtividade da cultura. Ao variar o teor de umidade do solo conforme a maior ou menor proximidade do lençol freático em relação à superfície, a acumulação de macronutrientes nas folhas da planta foi alterada. Os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio foram baixos, quando a umidade na rizosfera foi próxima à saturação. Os teores desses nutrientes cresceram com a redução da umidade do solo pelo abaixamento do nível freático para 30 cm a 50 cm de profundidade. Um abaixamento ainda maior do nível freático resultou em reduções dos teores foliares dos nutrientes.

Em estudo realizado na Nigéria, Asoegwu (1987) observou que o uso da irrigação permite reduzir as doses de adubo nitrogenado aplicado à cultura do abacaxi, obtendo-se produtividades semelhantes às aquelas alcançadas com doses maiores de nitrogênio na cultura em condições de sequeiro. A dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com irrigação a cada 7 dias, para atender a 50% do uso consuntivo, descontada a precipitação efetiva, foi a mais vantajosa com base na relação custo/benefício. Em outro estudo, Asoegwu (1988) constatou uma interação da irrigação com a fertilização potássica do abacaxizeiro, que afetou tanto o crescimento vegetativo da planta (número de folhas) como a duração do ciclo da cultura e o peso do fruto. Nas condições ecológicas da Nigéria, concluiu-se que a produção de frutos para o mercado in natura é máxima com a combinação de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 200 kg ha⁻¹ de potássio e irrigação com uma lâmina de água de 20 mm a cada 7 dias.

Em trabalho realizado em área do Projeto Jaíba, em Mocimbuco, MG, nas condições semiáridas, utilizando-se as cultivares Pérola, Smooth Cayenne, Perolera e Primavera, plantadas em espaçamento de 0,80 m x 0,30 m e irrigadas por aspersão convencional, Cunha e Rocha (1993) verificaram que apenas a cultivar Perolera não apresentou um crescimento vegetativo satisfatório e que, na colheita, os frutos da cultivar Pérola variaram de 800 g a 1.300 g e os frutos da cv. Smooth Cayenne tiveram peso médio de 1.000 g.

Souto et al. (1998) e Almeida et al. (1999), em estudos conduzidos na área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), em Jaíba, utilizando as cultivares Pérola e Smooth Cayenne respectivamente, trabalhando com lâminas de irrigação crescentes de 980 mm, 1.328 mm e 1.576 mm por ano, informaram que a produtividade e o peso médio dos frutos para a variedade Pérola foram de 18,1 t ha⁻¹, 42,1 t ha⁻¹ e 49,1 t ha⁻¹ e de 524 g, 859 g e 990 g, enquanto para a variedade Smooth Cayenne foram de 26,0 t ha⁻¹, 53,5 t ha⁻¹ e 53,6 t ha⁻¹ e de 658 g, 1.241 g e 1.390 g, respectivamente.

Em estudos realizados na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Souza et al. (2002a), trabalhando com lâminas de água variando de 334 mm ano⁻¹ a 608 mm ano⁻¹, adicionadas à precipitação efetiva de 671 mm ano⁻¹, utilizando a cultivar Pérola, determinaram que o ponto de máxima eficiência da lâmina de irrigação com relação à função de produção foi de 596 mm ano⁻¹ e 54,7 t ha⁻¹.

Por sua vez, Almeida et al. (2002a), em trabalho realizado em tabuleiros costeiros com a cultivar Pérola, utilizando lâminas de irrigação crescentes, concluíram que a irrigação teve efeito significativo sobre o desenvolvimento e as produções quantitativa e qualitativa nas condições edafoclimáticas do local onde se realizou

a experimentação. Já em trabalhos realizados na estação experimental de Mocimbo, da Epamig, no norte de Minas Gerais, Souza et al. (2002b) e Almeida et al. (2002b), repondo água ao solo sempre que as plantas consumiam 20%, 40%, 60% e 80% da água disponível, concluíram que houve efeito significativo para níveis de umidade do solo com relação aos pesos verde e seco da folha “D” e com relação ao rendimento, ao peso médio do fruto e à porcentagem média dos frutos respectivamente, caracterizando para os autores que a reposição de água ao solo, quando as plantas haviam consumido 80% da água disponível, foi o melhor tratamento aplicado.

Métodos de irrigação

Não há informações sobre restrições aos métodos usuais de irrigação para a cultura do abacaxizeiro. Entretanto, a escolha criteriosa de um sistema de irrigação para uma determinada área envolve uma adequada caracterização de recursos hídricos, solos, topografia e clima, a cultura que será irrigada e o próprio elemento humano. Todos esses fatores associados determinam as condições que o sistema de irrigação deverá atender, permitindo estabelecer as alternativas que melhor se adaptam àquelas condições e, pelas análises técnica e econômica apropriadas, conduzir a uma escolha plenamente satisfatória.

Existem basicamente quatro formas de aplicação de água que caracterizam os principais métodos de irrigação: subsuperfície, superfície, localizada e aspersão.

Irrigação por superfície e subsuperfície

De modo geral, os sistemas de irrigação por subsuperfície e por superfície não são utilizados na cultura do abacaxi. O primeiro, porque, ao necessitar da elevação do nível freático até muito próximo da superfície em virtude da pouca profundidade do sistema radicular do abacaxizeiro, pode provocar encharcamento da área caso o terreno não esteja bem sistematizado, prejudicando o crescimento e o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, a produção, além do risco de salinização do solo. O segundo porque, também em razão de o sistema radicular do abacaxizeiro estar 70% localizado a 20 cm de profundidade do solo e a cultura exigir solos bem drenados, a utilização dos sistemas superficiais (sulcos, faixas, bacias em nível e tabuleiro) acarreta uma perda excessiva de água, além da possibilidade de saturação do solo, causando danos à cultura.

Irrigação localizada

Dos sistemas de irrigação localizados, o gotejamento é o mais utilizado na cultura do abacaxi, principalmente onde a disponibilidade de água é limitada, os custos de mão de obra são altos e as técnicas culturais são avançadas. É utilizado comumente no Havaí, associado ao uso de filme de polietileno para cobertura do solo nas linhas de plantio (Figura 7).

Segundo Combres (1983), essa técnica tem muitos inconvenientes na cultura do abacaxi:

- 1) Necessidade de água limpa de impurezas, a qual deve ser submetida, geralmente, a filtrações sucessivas, demandando ainda uma rigorosa manutenção e a limpeza frequente do equipamento.
- 2) Custo excessivamente elevado em razão da alta densidade de plantio da cultura do abacaxi. Para um hectare de abacaxi plantado em fileira dupla com espaçamento de 0,90 m x 0,40 m x 0,30 m, seriam necessárias 77 linhas de gotejadores espaçados de 0,30 m, totalizando 7.700 m ha⁻¹.
- 3) A difusão da água no solo dificultaria a utilização do sistema na cultura do abacaxi sem o uso da cobertura do solo com o filme de polietileno.

No sistema de irrigação por gotejamento (Figura 8), a absorção da água pela planta ocorre apenas pelas raízes, necessitando, portanto, que o seu sistema radicular esteja bem desenvolvido e livre de pragas e doenças para que ocorra a eficiência

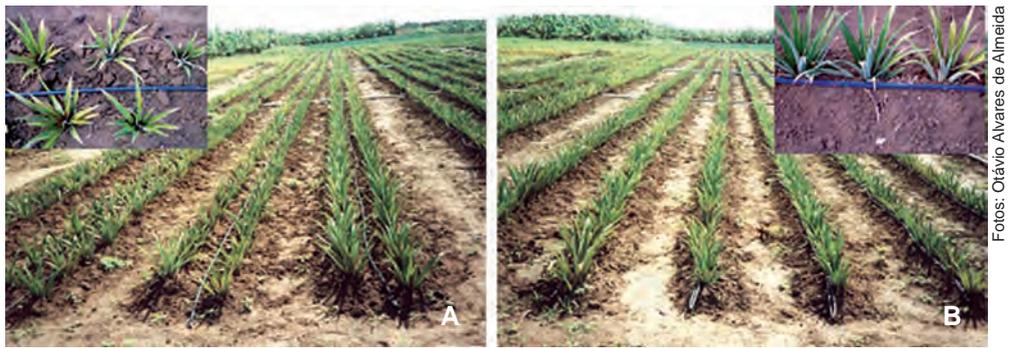


Foto: Aristóteles Pires de Matos

Figura 7. Irrigação por gotejamento de abacaxi, cv. Smooth Cayenne, utilizando-se cobertura do solo com filme de polietileno, no Havaí.

desejada. As mudas convencionais de abacaxi são normalmente plantadas antes do enraizamento (Figura 9), dependendo fundamentalmente da água para a emissão de raízes. A aplicação localizada da água nos dois primeiros meses após o plantio, mesmo que seja no pé da planta, pode dificultar o seu aproveitamento pela planta nova, prejudicando o pleno enraizamento.

O sistema de irrigação por microaspersão (Figura 10) tem como inconveniente a necessidade de elevação frequente e continuada das hastes-suporte dos microaspersores a fim de atingir uma área maior de aspersão de água, à medida que as plantas crescem, além de precisar de filtragem da água, como no gotejamento. Esse sistema de irrigação vem sendo utilizado quando o abacaxizeiro é plantado como cultura secundária nas entrelinhas de pomares de manga, acerola, coco, etc., num processo de introdução da cultura no Semiárido nordestino.



Fotos: Otávio Alvares de Almeida

Figura 8. Irrigação por gotejamento em fileiras duplas (A) e em fileiras simples (B).



Fotos: Otávio Alvares de Almeida

Figura 9. Sistema radicular de uma muda de abacaxizeiro (A), vista de uma gema (B) e vista de uma gema e início do enraizamento (C).



Fotos: Otávio Alvares de Almeida

Figura 10. Irrigação por microaspersão em abacaxizal, Cruz das Almas, BA.

Irrigação por aspersão

Trata-se de um sistema de irrigação que permite um perfeito controle da lâmina de água aplicada e um ajuste bastante satisfatório às condições de solo-clima-planta envolvidas no processo, possibilitando uma adaptação excelente em quase todas as situações existentes na agricultura irrigada (BERNARDO, 1989; DAKER, 1984; OLITTA, 1984).

A irrigação por aspersão adapta-se melhor ao abacaxizeiro por causa do formato e da distribuição de suas folhas, o que possibilita uma melhor captação de água, aumentando a absorção por meio das raízes adventícias superiores.

Os sistemas de irrigação por aspersão mais representativos são: aspersão convencional (Figura 11); linhas laterais autopropelidas com deslocamento linear (lateral rolante) ou radial (pivô central) (Figura 12); aspersores autopropelidos (com ou sem cabos de tração) (Figura 13); e montagem direta.



Foto: Otávio Alvares de Almeida

Figura 11. Abacaxizal com irrigação por aspersão convencional.

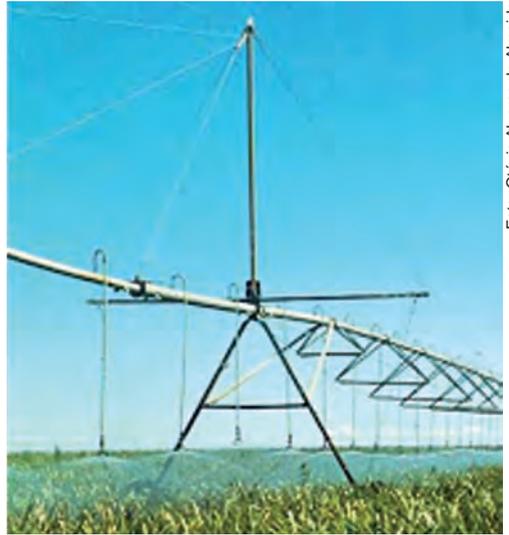


Foto: Otávio Alvares de Almeida

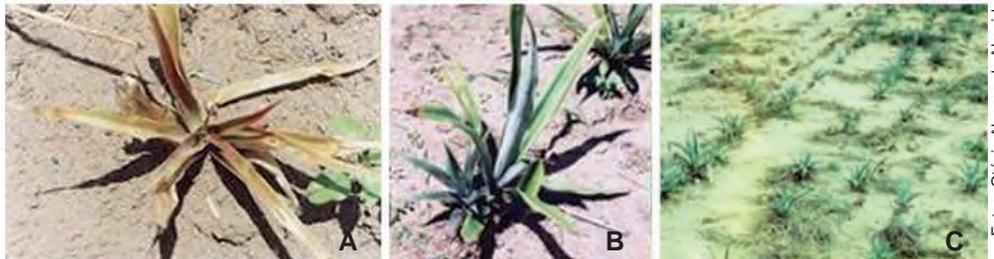
Figura 12. Abacaxizal, cv. Pérola, com irrigação por pivô central, Barreiras, BA.



Fotos: Otávio Alvares de Almeida

Figura 13. Abacaxizal, cv. Pérola, com irrigação por aspersor autopropelido.

Não há restrições à utilização de nenhum dos sistemas de irrigação supracitados desde que sejam dimensionados corretamente, evitando-se que, por meio dos respingos, as partículas do solo atinjam a roseta foliar (olho da planta) (Figura 14a), o que poderá resultar na inibição do desenvolvimento da muda ou no surgimento de um novo rebento (Figura 14b) e até na morte da planta e consequente falha nas linhas de plantas (Figura 14c).



Fotos: Otávio Alvares de Almeida

Figura 14. Respingo de terra na roseta foliar (olho da planta) (A); surgimento de nova muda (B); e redução do número de plantas (C).

Outro fator importante e que deve ser considerado quando se utilizarem os sistemas de irrigação por aspersão é a velocidade de infiltração de água no solo. Ela determina o tempo em que se deve manter a água na superfície do solo ou a duração da aspersão, de modo que se aplique uma quantidade desejada de água sem provocar escoamento superficial e, conseqüentemente, a perda do solo agricultável e o excesso de água no solo. O conhecimento da velocidade de infiltração básica (VIB) em um tipo de solo proporciona a definição da escolha dos aspersores ou emissores, cuja intensidade de aplicação de água (IA) seja menor ou igual à VIB.

Monitoramento da irrigação

Cálculo da lâmina de irrigação

O excesso de água prejudica bastante o abacaxizeiro, principalmente por asfiar as raízes das plantas e por favorecer o ataque de pragas e doenças (GREEN, 1963; PINON, 1978). Segundo Neild e Boshell (1976), dificilmente haverá expectativa de colheita se o abacaxizeiro for plantado em solos de textura argilosa, com problemas de drenagem, onde a precipitação média anual exceder 3.000 mm. Já o deficit hídrico afeta o desenvolvimento do sistema radicular, o crescimento da planta, a qualidade do fruto e o rendimento da cultura, como descrito anteriormente.

Como foi visto, tanto a falta como o excesso de água prejudicam o bom desenvolvimento da cultura do abacaxi. Por isso, para um bom manejo da irrigação e uma boa condução do abacaxizeiro, devem ser determinadas e/ou conhecidas as características físico-hídricas do solo, como a capacidade de campo (CC), o ponto de murcha (PM), a densidade do solo (D_s), a profundidade efetiva do sistema radicular (Pr) e a eficiência do sistema de irrigação, os quais permitem o cálculo da capacidade de armazenamento de água no solo.

É importante que a primeira irrigação alcance a profundidade efetiva do sistema radicular, visto que, no período de desenvolvimento das plantas, as lâminas de irrigação utilizadas são para repor a água que foi evapotranspirada pela cultura, não havendo nenhum acréscimo para compensar o não atingimento da profundidade efetiva das raízes pela irrigação no momento em que foi implantada. Em consequência disso, muitas culturas desenvolvem-se com o sistema radicular

muito superficial, dificultando as práticas culturais, principalmente a capina, e até ocorrendo o tombamento de plantas.

Manejo da irrigação pelo método do turno de rega calculado

Quando não se dispõe de dados e/ou equipamentos que permitam a utilização de um método mais eficiente, define-se o turno de rega (TR) utilizando o fator de disponibilidade de água no solo (f), que varia de 0,2 a 0,8 a depender da cultura, sendo os valores menores usados para as culturas mais sensíveis ao déficit de água no solo e os maiores para as culturas mais resistentes. O turno de rega é determinado pela relação expressa na equação 1.

$$TR = \frac{Lm}{ETc} \quad (1)$$

em que TR é o turno de rega (dia) e ETc a evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1}).

Como o turno de rega é calculado a partir de dados históricos da evapotranspiração média mensal, que por sua vez também é distribuída ao longo do mês em questão, existe a possibilidade de as lâminas de irrigação serem deficientes ou excessivas ao longo do tempo. Assim, a lâmina de água necessária para cada irrigação pode ser calculada utilizando a equação 2 e considerando a ETc como a efetivamente ocorrida no intervalo de tempo entre as duas irrigações.

$$Lmi = TR \times ETci \quad (2)$$

em que Lmi é a lâmina de manutenção no intervalo entre duas irrigações (mm) e $ETci$ a evapotranspiração do cultivo entre duas irrigações (mm).

Manejo da irrigação com base na evaporação do tanque “Classe A”

Tendo o produtor um tanque “Classe A” instalado na fazenda ou mesmo uma estação agroclimatológica nas cercanias, onde possa obter os dados diários da evaporação, e estando de posse dos valores de coeficientes do tanque (Kp) e do coeficiente da cultura (Kc), pode estimar a quantidade de água de irrigação utilizando a equação 3.

$$ETc = Kp \times Ev \times Kc \quad (3)$$

em que Kp é o coeficiente do tanque "Classe A", Ev a evaporação do tanque "Classe A" (mm) e Kc o coeficiente da cultura (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficiente de cultivo (Kc) em razão do estágio de desenvolvimento da cultura.

Estádio de desenvolvimento	Caracterização do estágio	Kc
Inicial	Da germinação até a cultura cobrir 10% da superfície do terreno	0,4 a 0,6
Secundário ou de desenvolvimento vegetativo	Do final do primeiro estágio até a cultura cobrir 70% ou 80% da superfície do terreno ou atingir 70% a 80% do seu desenvolvimento vegetativo	Varia linearmente entre os valores no primeiro e terceiro estádios
Intermediário ou de produção	Do final do segundo estágio até o início da maturação (estádio de produção)	1,0 a 1,2
Final ou de maturação	Do início da maturação até a colheita ou final da maturação	Varia linearmente entre o terceiro estágio e 0,4 a 0,6

Fonte: Bernardo (1989).

Adotando-se a frequência de irrigação ou turno de rega fixo ou móvel, a lâmina de reposição é definida pelo somatório da evapotranspiração potencial da cultura no decorrer do intervalo entre duas irrigações. Consequentemente, a irrigação deve ser efetuada com a lâmina determinada pelas equações 4 e 5.

$$\sum_{i=1}^n ETc_i \geq Lm_2 \quad (\text{irrigação total}) \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n (ETc_i - Pe_i) \geq Lm_2 \quad (\text{irrigação suplementar}) \quad (5)$$

Manejo da irrigação com uso de tensiômetro

O manejo da irrigação por meio desse método é relativamente simples desde que se disponha da curva de retenção de água do solo. O controle da umidade do solo

é feito por tensiômetro com tensímetro digital ou de punção ou vacuômetro, e as irrigações são efetuadas a todo o momento em que a tensão de água no solo atingir um valor mínimo que não prejudique o desempenho da cultura (tensão crítica).

Mesmo tendo o limite de operação entre 0 kPa e 70 kPa, o tensiômetro é um instrumento bastante útil para o controle da irrigação, visto que esses valores correspondem à faixa ótima para o desenvolvimento da maioria das culturas (entre elas o abacaxizeiro), cobrindo de 25% a 75% da água disponível no solo, dependendo da sua textura e estrutura.

Tomando-se como plano de referência o que passa pelo centro da cápsula porosa, para um tensiômetro com manômetro de mercúrio, o potencial matricial será obtido utilizando a equação 6.

$$\Psi_m = \frac{-12,6h + h_1 + h_2}{10,2} \quad (6)$$

em que Ψ_m é o potencial matricial (kPa), h a leitura da altura do mercúrio (cm), h_1 a altura do nível de mercúrio na cuba em relação à superfície do solo (cm) e h_2 a profundidade do centro da cápsula porosa em relação à superfície do solo (cm).

Já no tensiômetro com vacuômetro, o potencial hídrico é lido diretamente no manômetro e, para se obter o potencial matricial, subtrai-se do valor lido o potencial gravimétrico (Ψ_g).

Na Figura 16, o $\Psi_g = h_1 + h_2$, que é igual ao comprimento do tensiômetro l , e o potencial matricial do solo são obtidos com a seguinte equação:

$$\Psi_m = Lma - \Psi_g = Lma - \frac{l}{10} \quad (7)$$

em que Ψ_m é o potencial matricial do solo (kPa), Lma a leitura do manômetro (kPa), Ψ_g o potencial gravimétrico (kPa) e l o comprimento do tensiômetro (cm).

Os valores de tensão podem ser dados também em centímetro de mercúrio, centímetro de H₂O, bar e Pascal (Pa) de acordo com a seguinte conversão.

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm de Hg} = 1.033 \text{ cm de H}_2\text{O} = 1,013 \text{ bar} = 101,3 \text{ kPa}$$

Quando se alcança o equilíbrio do tensiômetro com o terreno, o potencial hídrico (Ψ) será igual no ponto de leitura e na camada do solo em que foi posicionado o instrumento. Nesse momento, a leitura registrada no tensiômetro indica a força com que a água está retida nas partículas do solo, a qual será maior ou menor com a redução ou aumento da umidade, ou seja, a leitura do tensiômetro indica o estado de umidade do solo.

As leituras do tensiômetro podem ser assim descritas:

- a) Leitura zero (0 kPa) indica que o solo está saturado e que as plantas podem até paralisar suas atividades fisiológicas em razão da falta de oxigênio no solo.
- b) De 0 kPa a 10 kPa indica que ainda há um excedente de água.
- c) De 10 kPa a 20 kPa indica umidade e também ar no solo, necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Para a grande maioria dos solos, essa faixa de umidade representa a “capacidade de campo”, não requerendo irrigação nos solos argilosos nem nos de textura média. Já nos solos arenosos, as plantas podem começar a ter dificuldades de absorver água a partir de 15 kPa.
- d) De 20 kPa a 40 kPa indica água disponível e grande aeração para as plantas. Ainda não é necessário irrigar os solos argilosos e de textura média. Entretanto, na faixa de 20 kPa a 30 kPa, deve-se iniciar a irrigação dos solos de textura grossa; os de textura fina, na faixa de 30 kPa a 40 kPa.
- e) De 40 kPa a 60 kPa indica que o solo ainda tem umidade e grande aeração para as plantas em solos argilosos, de textura fina. Nos solos de textura média, deve ser iniciada a irrigação.
- f) De 60 kPa a 80 kPa indica que há pouca umidade para todos os tipos de solos, excetuando-se os argilosos bastante pesados.

Fertirrigação

A fertirrigação consiste no processo de suprimento de nutrientes às plantas via água de irrigação. Constitui-se, portanto, numa alternativa que só se aplica aos cultivos conduzidos sob aplicação artificial de água. Apresenta vantagens e desvantagens em comparação ao fornecimento dos nutrientes pela via sólida ou mesmo pela via líquida mediante outras formas de aplicação, conforme descrito por Coelho et al. (2002).

Características da planta

Diferentemente de muitas outras espécies epífitas da família *Bromeliaceae*, o abacaxizeiro, por ser de hábito terrestre, retira diretamente do solo, por meio do seu sistema radicular subterrâneo, a maioria dos nutrientes de que necessita para o crescimento e produção. Contudo, o suprimento das suas necessidades nutricionais pode ser feito de modo eficiente pela via foliar, inclusive com a participação do sistema radicular axilar (raízes localizadas nas axilas das folhas). Portanto, a fertirrigação pode ser usada com sucesso na cultura do abacaxi, seja conduzida sob irrigação por aspersão, seja conduzida sob irrigação localizada de alta frequência.

Quanto aos aspectos nutricionais, o abacaxizeiro normalmente demanda quantidades de nutrientes que a maioria dos solos cultivados não conseguem suprir integralmente (exceção para alguns solos virgens, recém-desmatados ou em pousio prolongado). Esse nível elevado de exigências conduz à quase obrigatoriedade da prática da adubação, sobretudo nos plantios com fins comerciais.

A extração/acumulação de macronutrientes pelo abacaxizeiro ocorre na seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > Mg > S > P$. Em relação ao nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), trabalhos realizados por vários autores permitem estimar as quantidades médias extraídas pelo abacaxizeiro em 178 kg de N, 21 kg de P (48 kg de P_2O_5) e 445 kg de K (536 kg de K_2O) por hectare, que resultam numa relação média de extração de 1,0:0,12:2,5 para N:P:K ou de 1,0:0,27:3,0 para N: P_2O_5 : K_2O . Quanto aos micronutrientes, a ordem decrescente de acumulação é: $Mn > Fe > Zn > B > Cu$ (SOUZA; ALMEIDA, 2002).

Recomendação de adubação para o abacaxizeiro

A definição inicial das doses de nutrientes a serem usadas na cultura do abacaxizeiro deve ser baseada nos resultados analíticos do solo da área de plantio. É também possível, a partir de pelo menos 4 meses após o estabelecimento da cultura, a utilização simultânea de resultados de análises foliares das plantas para subsidiar decisões sobre a adubação.

Na Tabela 2, Souza et al. (2001) apresentam recomendações para a adubação do abacaxizeiro irrigado com base em resultados analíticos do solo. O parcelamento da adubação em quatro vezes é indicativo da aplicação dos adubos pela via sólida. As adubações pela via líquida são normalmente fracionadas num número maior de vezes, conforme será visto posteriormente.

A relação K_2O/N na adubação é importante, inclusive pela sua influência na qualidade do fruto. Nos solos com baixos teores de K, é recomendável que essa relação seja sempre superior a 1,0 (de preferência entre 1,5 e 2,5).

Tabela 2. Recomendações de adubação para o abacaxizeiro irrigado nas regiões semiáridas, com base em resultados analíticos de solo.

Nutriente ⁽¹⁾	Em cobertura – Após o plantio			
	1º. ao 2º. mês	4º. ao 5º. mês	6º. ao 7º. mês	8º. ao 9º. mês
N (kg ha⁻¹)				
Nitrogênio	60	80	90	90
P₂O₅ (kg ha⁻¹)				
Fósforo no solo (Mehlich)				
mg P dm ⁻³				
Até 5	120	-	-	-
6 a 10	80	-	-	-
11 a 15	60	-	-	-
K₂O (kg ha⁻¹)				
Potássio no solo (Mehlich)				
mg K dm ⁻³				
Até 30	90	120	135	135
31 a 60	75	100	110	115
61 a 90	60	80	90	90
91 a 120	45	60	65	70

⁽¹⁾ As doses recomendadas nesta tabela pressupõem densidades de plantio em torno de 40 mil plantas ha⁻¹ (variedades Pérola e Jupi). Para densidades em torno de 50 mil plantas ha⁻¹, recomendadas para a variedade Smooth Cayenne, as doses devem ser acrescidas em 25%.

Fonte: Souza et al. (2001).

Marcha de absorção de nutrientes pelo abacaxizeiro

Normalmente, verifica-se uma baixa absorção/acumulação dos nutrientes pelo abacaxizeiro nos cinco primeiros meses após o plantio. Entre o sexto e o nono mês, ocorre um aumento significativo da taxa de absorção, que se mantém crescente até o florescimento. Portanto, é vital que no período compreendido entre o quinto mês pós-plantio e a indução artificial da floração, nas explorações comerciais, a planta seja adequadamente suprida de nutrientes de modo a acumular reservas que serão importantes na fase de desenvolvimento e crescimento dos frutos.

Aplicações de nutrientes na fase reprodutiva do ciclo da planta (após o desencadeamento do processo de florescimento) não são normalmente recomendadas. Contudo, existem situações especiais, como no caso de plantas induzidas em más condições nutricionais, em que a aplicação de nutrientes pode resultar em efeitos positivos para o peso e/ou qualidade do fruto. Nessas circunstâncias, é recomendável que a aplicação de fertilizantes seja feita pela via líquida até no máximo 60 dias após a indução floral.

Nutrientes para fertirrigação do abacaxizeiro

Quando se pretende utilizar a via líquida para aplicação de nutrientes, como no caso da fertirrigação, deve-se ter o cuidado de avaliar, além da solubilidade do produto, as questões relacionadas a incompatibilidades com outros produtos e outros aspectos inerentes às suas características e qualidade, a fim de evitar possíveis problemas, como elevada corrosão de equipamentos, aumento da condutividade elétrica a valores superiores à salinidade crítica do cultivo e entupimento de tubulações e emissores.

O nitrogênio é o nutriente mais aplicado via água de irrigação na abacaxicultura. A ureia (45% N) é a alternativa mais frequente para o suprimento do N por esse caminho. Outras alternativas seriam o sulfato de amônio (20% N), o nitrato de potássio (13% N) e o nitrato de amônio (33% N), devendo-se sempre atentar para a economicidade proporcionada por cada uma delas.

Não é usual na abacaxicultura a aplicação do fósforo via água de irrigação. Normalmente, a adubação fosfatada é feita de uma só vez e na forma sólida, antes do plantio, nas respectivas covas ou sulcos. Em algumas regiões produtoras, utiliza-se a aplicação em cobertura, também na forma sólida e de uma única vez, decorridos 30 a 60 dias do plantio. Como fontes de fósforo têm sido mais utilizados o superfosfato triplo (42% P_2O_5), o superfosfato simples (18% P_2O_5), o fosfato monoamônico (MAP – 48% P_2O_5) ou o fosfato diamônico (DAP – 45% P_2O_5). Os termofosfatos magnesianos (17% P_2O_5) têm sido também utilizados como fonte de fósforo na abacaxicultura. Há, contudo, a opção pela aplicação do fósforo via água de irrigação, as fontes mais recomendadas são o DAP (45% P_2O_5), o MAP (48% P_2O_5) e o próprio ácido fosfórico (40% ou 52% P_2O_5).

É muito frequente na abacaxicultura, principalmente nos sistemas produtivos de médios e grandes produtores, a aplicação do potássio pela via líquida, normalmente associado ao nitrogênio. As fontes mais utilizadas para tal suprimento são o cloreto de potássio (58% K_2O) e o sulfato de potássio (50% K_2O). O nitrato de potássio (44% K_2O) também constitui-se em excelente fonte para o suprimento de potássio via fertirrigação.

Havendo necessidade de suprimento de cálcio e/ou magnésio pela via líquida, pode-se recorrer ao nitrato de cálcio (17% a 19% Ca) e/ou ao sulfato de magnésio (16% a 20% Mg), conforme o caso. De modo alternativo, podem ser usados quelatos dos respectivos nutrientes. O suprimento de enxofre é feito normalmente por intermédio de fertilizantes que são ao mesmo tempo fontes de alguns dos macronutrientes principais, como o sulfato de amônio (23% a 24% S) e o sulfato de potássio (17% a 18% S). É importante, na seleção dos fertilizantes a serem utilizados, que fique assegurado o suprimento do S sobretudo nos solos intensamente cultivados e pobres em matéria orgânica.

Em relação ao ferro, zinco, cobre e boro, micronutrientes evidenciados como mais importantes para a abacaxicultura, o suprimento pela via líquida pode ser feito mediante a utilização dos sais correspondentes (sulfato ferroso $7H_2O$, com 20% Fe; sulfato de zinco $7H_2O$, com 22% Zn; sulfato de cobre $5H_2O$, com 24% Cu, ou oxicloreto de cobre, com 35% a 50% Cu; bórax $10H_2O$, com 11,3% B) ou dos adubos foliares comerciais que contenham esses micronutrientes ou, ainda, recorrendo-se aos quelatos, no caso dos micronutrientes metálicos.

Esquemas de adubação com fertirrigação

Para o suprimento do nitrogênio e potássio para a cultura do abacaxi pela via líquida, podem ser seguidas duas alternativas (aplicação de doses crescentes de N e K em intervalos de tempo equidistantes ou aplicação de doses iguais de N e K em intervalos de tempo decrescentes), conforme Souza e Almeida (2002). Tais alternativas estão exercitadas nas Tabelas 3 e 4, admitindo-se para tanto um plantio na densidade de 40 mil plantas ha^{-1} , com previsão de indução do florescimento no décimo mês após a instalação, e para o qual tenha sido feita uma recomendação de adubação de 320 kg de N e 480 kg de K_2O ha^{-1} ciclo. Em ambas as alternativas, as doses totais dos nutrientes foram parceladas em 16 aplicações.

Tabela 3. Doses de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) a serem aplicadas via fertirrigação na cultura do abacaxi, na fase vegetativa do ciclo da planta (doses crescentes à razão de ± 10% e intervalos de tempo de 15 dias entre cada aplicação).

Dias (pós-plantio)	Kg ha ⁻¹		Dias (pós-plantio)	Kg ha ⁻¹	
	N	K ₂ O		N	K ₂ O
45	8,9	13,4	165	19,1	28,6
60	9,8	14,7	180	21,0	31,5
75	10,8	16,2	195	23,1	34,7
90	11,9	17,8	210	25,4	38,1
105	13,0	19,5	225	27,9	41,9
120	14,3	21,4	240	30,7	46,0
135	15,8	23,7	255	33,8	50,7
150	17,3	26,0	270	37,2	55,8

Fonte: Souza e Almeida (2002).

Tabela 4. Parcelamento de nitrogênio (N) e potássio (K₂O), via fertirrigação, na cultura do abacaxi (doses fixas de 20 kg N ha⁻¹ e 30 kg K₂O ha⁻¹, aplicadas em intervalos de tempo decrescentes).

Aplicação	Dias (pós-plantio)	Intervalo (dias)	Aplicação	Dias (pós-plantio)	Intervalo (dias)
1 ^a	45		9 ^a	210	
		30			14
2 ^a	75		10 ^a	224	
		30			14
3 ^a	105		11 ^a	238	
		21			7
4 ^a	126		12 ^a	245	
		21			7
5 ^a	147		13 ^a	252	
		21			7
6 ^a	168		14 ^a	259	
		14			7
7 ^a	182		15 ^a	266	
		14			7
8 ^a	196		16 ^a	273	

Fonte: Souza e Almeida (2002).

A escolha da alternativa a ser utilizada depende das características do sistema de produção adotado em cada propriedade, podendo até mesmo receber ajustes para melhor adequação a cada situação específica. O fato de aplicar doses fixas e, portanto, estar menos sujeito a erros de dosagens, confere mais praticidade à segunda alternativa, que tem sido sempre mais aceita.

Deve-se ressaltar também que existe a possibilidade de se aplicarem parte do nitrogênio e potássio pela via sólida e parte mediante a fertirrigação. Tal procedimento é mais indicado quando se pratica a irrigação por aspersão em quaisquer das suas modalidades. Nessas circunstâncias, as aplicações sólidas nas primeiras fases do ciclo vegetativo, possibilitarão maior aproveitamento dos nutrientes pela planta, reservando-se as adubações via água de irrigação para as fases posteriores (a partir do sexto mês do plantio), quando uma maior expansão do sistema radicular e da cobertura foliar da planta permitirá melhor aproveitamento dos nutrientes.

Cabe destacar que a via líquida é também indicada para aplicações suplementares de cálcio, magnésio e micronutrientes, quando recomendadas.

Como se pode observar, as alternativas propostas não contemplam a adubação fosfatada, que deve ser efetivada de uma só vez, na forma sólida, nas covas ou sulcos, por ocasião do plantio, ou, se conveniente para o produtor, em cobertura, também na forma sólida, decorridos 30 a 60 dias do plantio.

Referências

- ALMEIDA, O. A. de. **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).
- ALMEIDA, O. A. de; OLIVEIRA, L. A. de; SOUTO, R. F.; SOUZA, L. F. da S.; CALDAS, R. C.; MENEGUCCI, J. L. P. Efeito da irrigação sobre a produção e a qualidade do abacaxi no semi-árido de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Brasília, DF: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2003. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, O. A. de; REINHARDT, D. H. R. C. Irrigação. In: CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (Org.). **O abacaxizeiro**: cultivo, agroindústria e economia. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 203-227.
- ALMEIDA, O. A. de; SOUZA, L. F. da S.; CALDAS, R. C.; REINHARDT, D. H. Efeito da irrigação sobre a produção e qualidade do abacaxi "Pérola" em área de Tabuleiros Costeiros do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002a. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, O. A. de; SOUZA, L. F. da S.; REINHARDT, D. H.; CALDAS, R. C. Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. Pérola em área de Tabuleiro Costeiro da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 431-435, 2002b.

- ALMEIDA, O. A. de; SOUZA, L. F. da S.; SOUTO, R. F.; CALDAS, R. C. Niveles de humedad del suelo y de fertilizante en piña en semiárido de Brasil. In CONGRESO NACIONAL DE RIEGOS, 17., 1999, Murcia. **Actas...** Murcia: AERYD, 1999. p. 27-34.
- ASOEGWU, S. N. Effect of irrigation and nitrogen on the growth and yield of pineapple. **Fruits**, Paris, FR, v. 42, n. 9, p. 505-509, 1987.
- ASOEGWU, S. N. Nitrogen and potassium requirement of pineapple in relation to irrigation in Nigeria. **Fertilizer Research**, The Hague, v. 15, n. 3, p. 203-210, 1988.
- BARTHOLOMEW, D. P.; KADZIMIN, S. B. Pineapple. In: ALVIM, P. de T; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic, 1977. p. 113-156.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa: UFV, 1989. 596 p.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. S. de; BORGES, A. L. Aspectos básicos da fertirrigação. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p. 9-14.
- COMBRES, J. C. **Bilan énergétique et hydrique de l'ananas, utilisation optimale des potentialetés climatique**: compte-rendu d'activités. Auquédedou: IRFA, 1983. 108 p.
- CUNHA, G. A. P. da; ROCHA, S. L. **Comportamento de cultivares de abacaxi sob irrigação no Norte de Minas Gerais**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1993. 2 p. (Embrapa-CNPMPF. Abacaxi em Foco, 95).
- DAKER, A. **Irrigação e drenagem**: a água na agricultura. 6. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. v. 3, 543 p.
- DU PLESSIS, S. F. Irrigation of pineapples. In: PINEAPPLES. Pretoria, ZA: Department of Agriculture and Water Supply, 1989. 1 p.
- EKERN, P. C. Evapotranspiration of pineapple in Hawaii. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 40, n. 4, p. 736-739, 1965.
- GREEN, G. C. The pineapple plant. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (Geneva). **The effect of weather and climate upon the keeping quality of fruit**. Geneva: WMO, 1963. p. 136-180. (Technical Note, 53).
- INSTITUT DE RECHERCHES SUR LES FRUITS ET AGRUMES. **La culture de l'ananas d'exportation en Cote d'Ivoire**: manuel du planteur. Abidjan: Les Nouvelles Editions Africaines, 1984. 112 p.
- MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, Oakland, v. 38, n. 10, p. 20-24, 1984.
- MARINHO, F. J. L.; FERNENDES, P. D.; GHEYI, H. R. Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro, cv. Smooth Cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 1-5, 1998.
- MEDCALF, J. C. Respostas do abacaxizeiro quando irrigado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1982. p. 91-98.
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. A **qualidade da água de irrigação**. Mossoró: ENA: Esam, 1994. 60 p. (Boletim Técnico-científico, 22).
- NEILD, R. E.; BOSHELL, F. An agroclimatic procedure and survey of the pineapple production potential of Colombia. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, NL, v. 17, n. 2, p. 81-92, 1976.
- OLITTA, A. F. L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1984. 267 p.
- PINON, A. **L'ananas de conserverie et sa culture**. Côte D'Ivoire: Irfa, 1978. 82 p.

PY, C.; LACOEUILLE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas, sa culture, ses produits**. Paris, FR: Maisonneuve et Larose et ACCT, 1984. 562 p.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soil**. Washington, DC: Salinity Laboratory-Usda, 1954. 160 p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SIDERIS, C. P. Effects of sea water spray on pineapple plants. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 45, p. 590-594, 1955.

SIDERIS, C. P.; KRAUSS, B. H. Water relation of pineapple plants. **Soil Sciences**, Baltimore, v. 26, p. 305-315, 1928.

SIDERIS, C. P.; YOUNG, H. Y. Effects of chlorides on the metabolism of pineapple plants. **American Journal of Botany**, Bronx, v. 41, p. 847-854, 1954.

SOUTO, R. F.; ALMEIDA, O. A. de; SOUZA, L. F. da S.; CALDAS, R. C.; FARIA, F. H. de S. Níveis de umidade do solo e de 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.

SOUZA, L. F. da S.; ALMEIDA, O. A. de. Requerimento de nutrientes para fertirrigação: 1. Abacaxi. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p. 68-76.

SOUZA, L. F. da S.; ALMEIDA, O. A. de; ÁVILA, L. de O.; SOUTO, R. F. Effect of soil moisture content, N and K doses on growth factors and pineapple fruits quality in Semiarid Brazil. In: INTERNATIONAL PINEAPPLE SYMPOSIUM, 4., 2002, Veracruz. **Abstracts...** Veracruz: Inifap, 2002b. 1 CD-ROM.

SOUZA, L. F. da S.; ALMEIDA, O. A. de; CALDAS, R. C.; REINHARDT, D. H. Effect of soil moisture and fertilization on Pérola pineapple in Coastal Tableland areas of Brazil. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 79, n.º2, p. 83-87, 2002a.

SOUZA, L. F. da S.; SOUTO, R. F.; MENEGUCCI, J. L. P. Adubação. In: REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. da S.; CABRAL, J. R. (Org.). **Abacaxi irrigado em condições semi-áridas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. p. 54-59.

TAY, T. H. Effect of water on growth and nutrient uptake of pineapple. **MARDI Research Bulletin**, Kuala Lumpur, v. 2, n. 2, p. 31-49, 1974.

WAMBIJI, H.; EL-SWAIFY, S. A. **Effects of soil salinity status on pineapple**: I. Growth parameters. Mānoa: University of Hawaii, 1974. 14 p. (Hawaii Agricultural Experiment Station Paper, 22).

WINTER, E. J. **A água, o solo e a planta**. São Paulo: USP: EPU, 1976. 169 p.