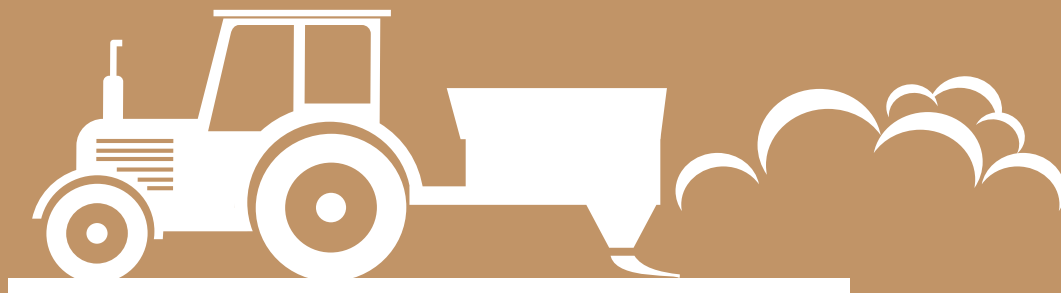


CAPÍTULO 9

CALAGEM, GESSAGEM E ADUBAÇÃO

*Edilson Carvalho Brasil
Ismael de Jesus Matos Viégas*



Introdução

A grande maioria das áreas de terra firme onde o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) vem sendo cultivado, especialmente no estado do Pará, são solos com baixa fertilidade, ácidos e com baixos teores de nutrientes como fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), o que indica a necessidade de adoção de práticas de adubação e de correção para promover o bom desenvolvimento das plantas e minimizar os efeitos nocivos da acidez.

A calagem é uma prática bastante importante para o açaizeiro, por promover a correção da acidez do solo, fornecendo cálcio e magnésio, que favorecem o crescimento normal das raízes. Esses nutrientes são indispensáveis, tanto na fase de formação, quanto na de produção de frutos, por atuarem em diversos processos, como formação da parede celular, de pontos de crescimento (raízes, meristema), qualidade do fruto, ativação da clorofila, síntese de proteínas e transporte de açúcares. A principal e mais econômica fonte de cálcio e magnésio para as plantas é o calcário, especialmente o dolomítico, que possui esses nutrientes em sua constituição. Portanto, quando houver necessidade, a calagem deve ser realizada com base na análise química do solo, para o estabelecimento de condições adequadas para o pleno desenvolvimento da cultura.

O açaizeiro, em seu processo produtivo, requer quantidades significativas de nutrientes para o pleno atendimento de suas demandas nutricionais, visando ao alcance de produtividades satisfatórias. No entanto, a maioria dos solos onde o açaizeiro tem sido cultivado, especialmente no estado do Pará, apresenta caráter distrófico (pobre em nutrientes) e baixa capacidade de fornecer os nutrientes necessários para a cultura, reque-rendo a aplicação de fertilizantes em quantidades adequadas.

Portanto, as práticas de calagem e adubação para o açaizeiro são fundamentais para o alcance de elevadas produtividades, devendo ser realizadas a partir de critérios técnicos para a definição das

quantidades adequadas a serem aplicadas. Para isso, é importante fazer a avaliação do estado nutricional do solo, por meio da diagnose dos atributos de acidez, bem como da fertilidade do solo, utilizando procedimentos técnicos que serão tratados a seguir.

Neste capítulo são abordados aspectos relativos aos procedimentos para a análise de solo e suas etapas; informações técnicas sobre as práticas de calagem para as condições de formação do pomar e para plantios já estabelecidos; informações conceituais e práticas sobre a gessagem; além dos procedimentos para a realização de adubação do açaizeiro na ocasião do plantio e nas suas diferentes fases de desenvolvimento e produção.

Análise de solo

Para a avaliação da fertilidade do solo, deve-se utilizar a análise do solo, cujos procedimentos envolvem três etapas: amostragem, análise química no laboratório e interpretação dos resultados. Todas essas etapas possuem o mesmo grau de importância e devem ser conduzidas dentro de procedimentos padrões.

A amostragem envolve as seguintes ações: divisão da área em subáreas homogêneas, escolha da ferramenta adequada para a coleta, procedimento da coleta de solo; identificação e embalagem das amostras.

A divisão da área em subáreas homogêneas ou unidades amostrais depende da uniformidade do terreno em termos de cobertura vegetal existente, cultura anterior, textura do solo (argiloso ou arenoso), relevo (plano ou ondulado), cor do solo, manejo anterior da área (forma de preparo da área, adubação e calagem) e produtividade alcançada. Em condições de aparente uniformidade da área e não havendo possibilidade em proceder avaliação mais detalhada, sugere-se que as unidades amostrais não excedam 10 ha (Brasil et al., 2020a).

A escolha da ferramenta adequada depende do nível de eficiência exigido, extensão da área e disponibilidade no local de amostragem. Diversas ferramentas podem ser usadas para a coleta de solo, tais como: enxada, enxadeco, pá reta, draga ou cavador e trados de amostragem. Para áreas mais extensas, deve-se utilizar ferramentas que propiciem maior rapidez na coleta das amostras e menor volume de terra, como é o caso dos trados de amostragem.

Antes da implantação do pomar, os procedimentos recomendados para a amostragem de solo exigem que, a partir da separação das subáreas homogêneas ou talhões, a coleta das amostras seja realizada na profundidade de 0–20 cm (Figura 9.1), percorrendo-se a área amostral em zigue-zague e coletando-se pelo menos 15 pontos

de amostragem (amostras simples). Essas amostras devem ser bem misturadas em um balde de plástico, retirando-se uma amostra de 300 a 400 g da mistura (amostra composta), que deverá ser enviada ao laboratório para a realização das análises químicas. Além da coleta na camada superficial, é importante realizar a amostragem em camadas mais profundas (20–40 cm, 40–60 cm) (Figura 9.1) para identificar eventuais barreiras químicas que possam limitar o desenvolvimento radicular das plantas, além de fornecer subsídios para a definição do uso de gesso.

Em áreas com o açaizeiro já implantado, nas fases iniciais de crescimento das plantas, as amostras devem ser coletadas, alternadamente, na área de projeção da copa e nas entrelinhas (Figura 9.1), com deslocamento em zigue-zague (Figura 9.2).

Foto: Edilson Brasil

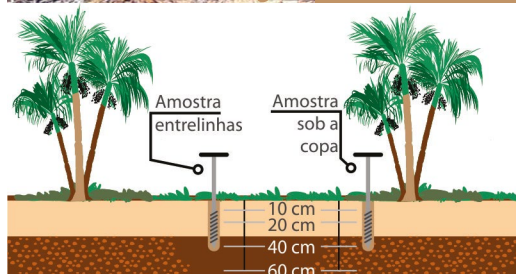


Figura 9.1. Plantio de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) com os pontos de coleta de amostras de solo (projeção da copa e entrelinhas) e detalhes da amostragem em profundidades.

Ilustração: Vitor Lôbo.



Figura 9.2. Visão superior de plantio de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) com os pontos de coleta de amostras de solo, na qual pode ser visto o deslocamento em zigue-zague ao longo da área.

Caso a coleta seja realizada apenas na área de projeção da copa (região do solo onde os adubos são aplicados), haverá valores superestimados de atributos do solo na análise química, por causa dos resíduos das adubações anteriores que ficaram no solo, implicando em recomendações de menores quantidades de adubos. O contrário se verifica quando a coleta é realizada somente nas entrelinhas, já

que na fase inicial de crescimento das raízes essa região do solo ainda não recebeu adubo, o que proporcionará valores subestimados no resultado da análise de solo. Portanto, o ideal é realizar a amostragem para obter valores médios, que levem em consideração essas duas regiões de amostragem dentro do pomar.

Depois que a planta se encontra na fase adulta, as raízes já se distribuíram por toda a extensão da área do pomar e não haverá mais diferença entre os pontos para proceder a coleta das amostras, já que toda a região terá influência da adubação. Nesse momento, a amostragem pode ser realizada em área total, seguindo-se os procedimentos mencionados anteriormente.

A amostragem em áreas que recebem aplicação superficial de calcário deve ser realizada de 2 em 2 anos, para monitorar as alterações nos atributos químicos do solo, especialmente nos primeiros centímetros da superfície do solo. A coleta pode ser feita nas camadas de 0–5 cm, 0–10 cm ou 0–20 cm de profundidade, dependendo da opção de manejo estabelecida.

Calagem

A prática da calagem é fundamental para a correção da acidez, favorecendo a elevação do potencial hidrogeniônico (pH), o aumento da disponibilidade de fósforo, a redução do alumínio tóxico e, principalmente, atuando no fornecimento de cálcio e magnésio. Apesar da importância dessa prática para a cultura do açaizeiro, ainda existem poucos estudos a respeito da aplicação de calcário em diferentes condições de solo e clima, os quais foram conduzidos em condições controladas ou na fase de crescimento inicial da planta. Em trabalho com a cultivar BRS Pai d'Égua, a omissão de cálcio promoveu a redução média de 31% no crescimento relativo da parte aérea de mudas de açaizeiro, indicando a importância do nutriente na fase inicial de desenvolvimento da planta (Araújo et al., 2016). A aplicação de calcário em quantidade

suficiente para a saturação por bases atingir 40% promoveu o aumento da eficiência de aproveitamento de fósforo no solo, com efeitos satisfatórios na produção de matéria seca de mudas de açaizeiro BRS Pará, com idade de 6 meses (Silva, 2009). No mesmo estudo, em condições de saturação por bases equivalentes a 40 e 60%, houve maiores teores de fósforo, cálcio e magnésio nas plantas. Em outro estudo, plantas de açaizeiro (BRS Pai d'Égua) avaliadas aos 8 meses de idade, que receberam calagem em quantidade suficiente para atingir 60% da saturação por bases do solo, apresentaram os melhores resultados de produção de biomassa total, além da obtenção dos maiores teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e boro (B), e (Silva et al., 2020). Portanto, a ideia de que o açaizeiro é uma planta rústica e que tolera razoavelmente bem solos ácidos não deve ser levada em consideração quando se pretende fazer o cultivo dentro de padrões técnicos, visando à obtenção de elevadas produtividades.

Do ponto de vista prático, a calagem para a cultura do açaizeiro envolve duas situações distintas, em termos do processo de aplicação do calcário. A primeira deve ser considerada se houver necessidade de correção para a formação do pomar e envolve tanto a aplicação de calcário por ocasião do preparo de área (antes do plantio), quanto na ocasião do plantio, na abertura de covas, se for a opção do produtor. A segunda situação leva em conta a necessidade de proceder a calagem quando o pomar já se encontrar estabelecido, após o 3º ou 4º ano do plantio, quando a acidez do solo volta a ocorrer, tanto pela redução do pH, quanto pela diminuição dos teores de cálcio e magnésio no solo.

Calagem para a formação do pomar

Na formação do pomar, é fundamental realizar a diagnose da condição de acidez do solo, para avaliar a necessidade de proceder a aplicação de calcário para sua correção. Nesse caso, a calagem deve seguir os procedimentos já bem

conhecidos, como: realizar a análise do solo; definir o critério para calcular a quantidade do corretivo a ser aplicada; proceder a aplicação e incorporação do calcário no solo.

Para que seja realizada a análise de solo, é necessário estabelecer um plano de amostragem da área a ser implantada com a cultura do açaizeiro, seguindo os procedimentos já mencionados neste capítulo.

A partir dos resultados da análise de solo, o próximo passo será a definição do critério para calcular a quantidade de calcário a ser aplicada. Dependendo do critério, a quantidade do corretivo pode variar bastante, considerando-se o nível tecnológico usado pelo produtor, os custos em curto e médio prazo, bem como os objetivos da calagem, se para corrigir efetivamente a acidez do solo (redução do pH e dos teores do alumínio) ou para fornecer cálcio e magnésio. Vale ressaltar que, apesar da aplicação de quantidades mais elevadas representarem maior investimento a curto prazo, haverá maior efeito residual nos anos subsequentes, implicando em redução do custo de aplicação em médio prazo. Assim, essa definição depende das condições do produtor e da própria região onde a propriedade está localizada.

Especificamente para a cultura do açaizeiro antes da implantação do pomar, recomenda-se utilizar o método de elevação da saturação por base, já que possui maior embasamento teórico, baseando-se na relação existente entre pH e saturação por bases do solo, além de considerar a resposta da planta cultivada no cálculo da quantidade do corretivo. Nesse caso, a quantidade de calcário a ser aplicada deve ser calculada para elevar a saturação por bases para 60%, utilizando-se os resultados da análise de solo na Equação 9.1:

$$NC = \frac{CTC (V_2 - V_1)}{PRNT} \quad (9.1)$$

em que

NC = necessidade de calcário (t/ha).

CTC = capacidade de troca de cátions do solo

a pH 7,0 $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + (H^+ + Al^{3+})]$ (cmol_c/dm³).

V_2 = saturação por bases recomendada para a cultura (60%).

V_1 = saturação por bases atual do solo (%), calculada pela fórmula: $SB \times 100/CTC$.

SB = soma de bases trocáveis ($Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$) (cmol_c/dm³).

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário.

Nesse caso, o calcário deve ser aplicado superficialmente a lanco em toda a extensão da área. A quantidade calculada deve ser dividida em duas partes iguais, aplicando inicialmente a metade e incorporando com grade aradora. O restante do corretivo deve ser aplicado logo em seguida, incorporando-se com grade niveladora. A incorporação deve ser realizada a uma profundidade de 20 cm, pelo menos, 30 dias antes do plantio.

Na ocasião da abertura das covas de plantio, o calcário pode ser aplicado em mistura com a terra retirada da cova, em quantidade proporcional ao volume da cova. No entanto, quando o produtor pretende realizar essa prática, sempre fica a dúvida se nesse caso seria necessário efetuar a calagem em área total ou vice-versa. Importante destacar que a aplicação de calcário, quando é feita somente em mistura com a terra da cova, promove um excelente crescimento de raízes nessa reduzida área que foi corrigida, porém ocorre restrito desenvolvimento radicular e menor exploração do volume de solo fora da cova de plantio, implicando na redução do desenvolvimento normal do açaizeiro.

Por sua vez, quando a calagem é feita em área total, a profundidade máxima corrigida alcança somente os primeiros 20 cm, não atingindo maiores profundidades. Devido a isso, em situações de covas que alcancem profundidades de 40 cm ou até 60 cm, as raízes do açaizeiro que ultrapassarem os 20 cm terão seu desenvolvimento comprometido, com prejuízos mais sérios, em períodos de restrição hídrica, quando há menor eficiência de uso

da água do solo pelas plantas em camadas mais profundas. Portanto, sempre é desejável proceder a calagem com aplicação de calcário em área total e também em mistura com a terra da cova, de modo a permitir o pleno desenvolvimento radicular do açazeiro.

Para o cálculo da quantidade de calcário a ser aplicado na área da cova, pode-se utilizar a Equação 9.2:

$$QC = NC \times V \times 0,5 \quad (9.2)$$

em que

QC = quantidade de calcário a ser misturado com a terra da cova (g).

NC = necessidade de calcário calculada a partir da análise do solo pela Equação 1 (kg/ha).

V = volume da cova (m³).

0,5 = fator multiplicação que considera volume de solo por hectare.

A aplicação do calcário sempre deve ser feita no início do período chuvoso e com antecedência de, pelo menos, 30 dias do plantio, para que o solo já esteja minimamente corrigido quando as mudas forem transplantadas.

Calagem para pomares já estabelecidos

Quando a cultura já se encontra implantada, a calagem poderá ser realizada com incorporação do calcário nas entrelinhas, somente nos primeiros anos após o plantio, antes que as raízes comecem a se entrelaçar. Após isso, a incorporação com grade poderá causar sérios danos no sistema radicular do açazeiro, prejudicando o seu desenvolvimento.

Na fase inicial de desenvolvimento das plantas, o calcário deve ser aplicado em cobertura, na área do círculo da projeção da copa das plantas (Figura 9.1) e a quantidade pode ser calculada utilizando-se a Equação 9.3:

$$QC = D^2 \times NC \times 0,05354 \quad (9.3)$$

em que

QC = quantidade de calcário por planta a ser aplicado na projeção da copa (g).

D = diâmetro da projeção da copa (m).

NC = necessidade de calcário calculada a partir da análise do solo (kg/ha).

0,05354 = fator de multiplicação que considera a área da projeção da copa.

Quando as plantas já estiverem adultas, com as raízes já distribuídas em toda a área do pomar, o calcário deve ser aplicado em cobertura, sem incorporação, na área das entrelinhas (Figura 9.3), como fonte fornecedora de cálcio e magnésio, já que são nutrientes importantes para a nutrição do açazeiro e há necessidade de reposição constante.



Fotos: Edilson Brasil

Figura 9.3. Aplicação de calcário em superfície, sem incorporação, nas entrelinhas de açazeiro adulto.

Essa prática pode ser favorecida pelas características do sistema radicular do açazeiro que, embora varie com a profundidade, a

maior concentração (mais 50%) e a maior quantidade de raízes finas se encontram na camada superficial do solo, indicando que a calagem e a adubação de manutenção da cultura para pomares já estabelecidos podem ser feitas com aplicação em cobertura (Martins; Augusto, 2012).

Considerando que as quantidades de calcário, geralmente, são calculadas para incorporação na profundidade de 20 cm, a sua aplicação superficial ocasiona o que, comumente, tem sido denominado de supercalagem nos primeiros centímetros do perfil do solo, já que o corretivo não se movimenta no solo. O excesso de calcário superficial pode levar a diversos problemas de natureza química bem conhecidos, como a diminuição da disponibilidade de micronutrientes no solo e, conseqüentemente, o desequilíbrio nutricional na planta. Isso pode induzir, também, alterações nas propriedades físicas do solo e influenciar negativamente a agregação das partículas, alterar o sistema poroso do solo, a sua capacidade de armazenamento de água, o impedimento mecânico e podendo desencadear até a erosão do solo (Prado, 2003). Portanto, nesse caso, a calagem superficial deve ser suficientemente moderada para não ultrapassar o valor de pH igual a 6 e a saturação por bases de 80%, o que deve ser acompanhado por meio de amostragem na camada de 0–5 cm.

Para aplicação superficial, a quantidade de calcário deverá ser calculada utilizando a Equação 9.4, a partir dos resultados da análise de solo. Nesse caso, também deve ser considerada a camada que foi amostrada por ocasião da coleta do solo. Como exemplo, emprega-se o valor $E = 5$ para a camada de 0–5 cm e valor $E = 10$ para a camada de 0–10 cm.

$$NC = \frac{CTC (V_2 - V_1)}{(20 \times PRNT) \times E} \quad (9.4)$$

em que

NC = necessidade de calcário (t/ha).

CTC = capacidade de troca de cátions do solo

a pH 7,0 $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + (H^+ + Al^{3+})]$ (cmol_c/dm³).

V_2 = saturação por bases recomendada para a cultura (60%).

V_1 = saturação por bases atual do solo (%), calculada pela fórmula: $SB \times 100/CTC$.

SB = soma de bases trocáveis ($Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$) (cmol_c/dm³).

$PRNT$ = Poder relativo de neutralização total do calcário.

E = espessura da camada amostrada (cm).

Quando se optar pela amostragem na camada de 0–20cm, como forma de avaliar a fertilidade para efeito de aplicação de fertilizantes, a quantidade a ser aplicada deve ser metade da calculada, para evitar excesso de calcário na camada superficial.

Gessagem

Em solos que possuem camadas subsuperficiais com baixos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), como também elevados teores de alumínio trocável (Al^{3+}), as raízes de algumas frutíferas podem apresentar dificuldades para seu aprofundamento, reduzindo o volume de solo a ser explorado. Nessas condições, o gesso agrícola pode ser uma alternativa para aumentar os teores desses cátions básicos e minimizar os efeitos nocivos do alumínio, bem como acrescentar enxofre (S) ao subsolo, promovendo melhorias no desenvolvimento das raízes.

O gesso agrícola (sulfato de cálcio) não é corretivo de acidez do solo, por sua natureza química. É um sal solúvel em água (fórmula química $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) e possui em sua constituição, em média, 19% de cálcio e 15% de enxofre, representando uma importante fonte desses nutrientes para as culturas. A redução da acidez do solo pode ocorrer em decorrência da movimentação dos cátions e a redução da saturação por alumínio ao longo do perfil para o subsolo, promovendo o aumento dos teores desses nutrientes e a diminuição dos efeitos tóxicos deste último elemento.

Mesmo considerando todos os benefícios, o uso isolado do gesso não resolve o problema de acidez do solo. Assim, sempre é importante trabalhar a calagem e a gessagem de forma integrada, visando à melhoria do ambiente radicular para o aumento da produtividade.

Para o açazeiro recém-plantado em seu 1º ano na área definitiva, a gessagem pode ser uma prática aliada para favorecer o desenvolvimento das raízes das plantas em profundidade, elevando o seu vigor para atravessar o primeiro período de seca e aumentar o número de mudas efetivamente estabelecidas. Da mesma forma, em pomares já estabelecidos, a aplicação de gesso à lâmpo em superfície pode ser uma alternativa interessante para permitir maior aprofundamento do sistema radicular, com menor estresse hídrico no período mais seco do ano e maior eficiência na absorção de água e nutrientes.

No entanto, em solos arenosos de baixa fertilidade e reduzidos teores de matéria orgânica, a aplicação de gesso deve ser realizada criteriosamente, já que elevadas quantidades podem causar efeitos danosos ao desenvolvimento das culturas, em decorrência de remoção preferencial de Mg e K da camada superficial do solo para camadas mais profundas, fora do alcance das raízes. Em determinados tipos de solos, esse efeito de lixiviação de cátions pode ocorrer com doses inferiores a 2 t/ha. Nessas condições, é importante evitar a aplicação excessiva do produto para prevenir a lixiviação de cátions. Assim, deve-se considerar a escolha do calcário a ser utilizado, a época da aplicação do gesso em relação à da aplicação do calcário e quando e como utilizar o gesso, em função do cultivo a ser realizado. Levando em conta o conhecido problema de desbalanço em relação ao Mg ocasionado pelo gesso, deve-se utilizar o calcário dolomítico, em decorrência da presença de Ca e Mg na constituição do corretivo (Brasil et al., 2020b).

Para a avaliação da necessidade de gesso, a amostragem de solo deve ser realizada na

profundidade de 20 a 40 cm. Recomenda-se a utilização de gesso agrícola somente quando a análise química do solo nessa profundidade apresentar valores de saturação por Al^{3+} maior que 30% ou de teor de Ca^{2+} menor que 0,5 cmol/dm³ ou saturação por bases menor que 35%. No entanto, o gesso também poderá ser aplicado em situações de aplicações superficiais consecutivas de calcário, que poderá resultar em alcalinização nas primeiras camadas do solo, ocasionando menor disponibilização de fósforo e micronutrientes como zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe). Nesse caso, o gesso favorecerá a movimentação de bases para camadas mais profundas, com redução da alcalinização superficial.

Embora haja vários critérios para a definição da necessidade de gesso, a definição da quantidade desse insumo a ser utilizada está diretamente relacionada à sua finalidade de uso, seja para o fornecimento de Ca e S na correção de deficiências nutricionais na camada superficial do solo, seja para a correção de camadas subsuperficiais de solos com baixos teores de Ca e/ou elevados teores de Al^{3+} , como forma de melhorar o ambiente radicular das plantas.

Como critério para a definição da necessidade de gesso (NG), recomenda-se utilizar para o cálculo a Equação 9.5, com base na necessidade da calagem para a profundidade de 20–40 cm do solo, em quantidade equivalente a 25% da quantidade de calcário recomendada (NC):

$$NG = 0,25 \, NC \quad (9.5)$$

em que

NG = necessidade de gesso (t/ha).

NC = necessidade de calcário.

Deve-se evitar a aplicação de calcário e gesso ao mesmo tempo, pois haverá diminuição substancial do efeito do calcário como corretivo da acidez, já que a rápida dissolução do gesso irá saturar a solução do solo com

cálcio, reduzindo ainda mais a solubilização do corretivo. Não se recomenda, também, efetuar a aplicação de gesso antes do calcário, pelo fato de o gesso dissociar-se mais rapidamente e favorecer a retenção de cálcio de sítios de troca. Além disso, o sulfato ficará em grande parte retido superficialmente nos colóides do solo, por não ter sido feita antecipadamente a correção da acidez, para elevação do pH. Dessa forma, o sulfato terá pouca mobilidade em profundidade, como íon acompanhante de cátions trocáveis (principalmente Ca e Mg). A aplicação do calcário deve ser realizada no mínimo 30 dias antes da aplicação do gesso, desde que haja umidade suficiente no solo.

Adubação

O açaizeiro é uma planta que requer o fornecimento adequado de nutrientes para seu pleno desenvolvimento e produção. Para o cultivo do açaizeiro em terra firme, a adubação juntamente com a irrigação são as duas práticas que mais contribuem para a obtenção de elevadas produtividades. As informações sobre adubação para o açaizeiro ainda são bastante incipientes, já que a maioria dos trabalhos de pesquisa realizados indicam resultados para o estágio de mudas ou na fase inicial de crescimento da cultura (Oliveira et al., 2011; Veloso et al., 2015; Araujo et al., 2016, 2018; Bezerra, 2017; Lima Filho et al., 2018). Porém, há recomendações de adubação para a cultura que, apesar de terem sido estabelecidas por meio do senso técnico comum de pesquisadores e técnicos com experiência sobre a cultura, possibilitam indicações para a elaboração de programas de adubação.

Para que a adubação seja realizada de forma equilibrada, de modo que permita a obtenção de rendimentos economicamente viáveis aos produtores, deve ser realizada com base nos resultados da análise química do solo. Em pomares na fase produtiva, pode-se, também, avaliar o estado nutricional das plantas para estabelecer as entradas (calagem e adubações) e saídas (exportação pelos frutos) dos quantitativos de nutrientes e proceder

a análise do balanço nutricional do açaizal, para identificar aqueles que possam estar deficientes e realizar a sua reposição por meio da adubação de manutenção.

As informações sobre a recomendação de adubação para o açaizeiro neste tópico são apresentadas de acordo com Viégas et al. (2020), com base na análise de solo, que possuem indicações de adubação mais aproximadas das necessidades nutricionais da cultura e que levam em consideração a demanda crescente de nutrientes até o 7º ano.

Adubação de plantio e de 1º ano

A adubação de plantio depende do sistema de preparo de solo e de plantio adotados pelo produtor. O sistema mais comumente utilizado envolve a abertura de covas após o preparo do solo realizado por meio da gradagem. Nesse caso, as covas podem ser abertas nas dimensões de 40 x 40 x 40 cm (largura, comprimento e profundidade). Para solos que possuam camada adensada ou compactada logo abaixo dos 25 cm de profundidade, como se verifica comumente na região nordeste do estado do Pará, recomenda-se uma cova de, no mínimo, 50 cm de profundidade, com objetivo de permitir que as raízes tenham condições de atingir camadas mais profundas.

Para a adubação de cova, misturar a terra retirada da cova com 10 L de esterco de curral curtido ou 3 L de esterco de galinha ou 6 L de cama de aviário ou 1 L de torta de mamona, mais 40 g de FTE BR-12. Caso seja necessário, aplicar calcário dolomítico em mistura com a terra da cova, calculando-se a quantidade por meio da Equação 9.2 e esperar pelo menos 20 dias para fazer o transplântio. Por ocasião do transplântio das mudas nas covas, deve-se aplicar a quantidade de fósforo (P_2O_5) indicada na Tabela 9.1 para o 1º ano, em mistura com a terra da cova retirada com cavador, para colocação da muda. Essa mistura deve ser colocada logo abaixo do torrão da muda, evitando o contato do fertilizante fosfatado com as raízes da muda. No caso de plantio em sulcos, esses insumos

devem ser aplicados e misturados com a terra que fica ao redor do local onde as mudas serão definitivamente transplantadas.

Após o transplântio das mudas, recomenda-se aplicar em cobertura 90 g de nitrogênio (N) por planta e o potássio (K_2O) deve ser aplicado nas quantidades indicadas na Tabela 9.1, sendo esses valores parcelados em quatro a seis aplicações ao ano. Identificadas as quantidades de nutrientes a serem aplicadas, deve-se proceder os cálculos para a conversão em fertilizantes simples ou em formulações, conforme a disponibilidade na propriedade ou no mercado.

Tabela 9.1. Adubação fosfatada e potássica para o 1º ano do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivado em terra firme, em função dos resultados da análise do solo.

Faixas de teores de fósforo no solo (mg/dm^3) ⁽¹⁾			Fósforo (P_2O_5) a aplicar por planta (g)		
0–10	11–20	> 20	100	80	40
Faixas de teores de potássio no solo (mg/dm^3) ⁽¹⁾			Potássio (K_2O) a aplicar por planta (g)		
0–40	41–90	> 90	150	100	50

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Os fertilizantes podem ser bem distribuídos em semicírculos alternados de cada lado da planta, de modo a aplicar os nutrientes em todos os lados da planta ao final de quatro

parcelas. Do ponto de vista prático, esse procedimento facilita muito os trabalhos de campo. A primeira parcela dos fertilizantes deve ser aplicada aos 60 dias após o transplântio das mudas, a uma distância de 20 cm do coleto das plantas. À medida que as plantas forem crescendo, as demais aplicações devem ser distribuídas seguindo a distância da projeção da copa.

Adubação na fase de crescimento e produção

Para as fases de crescimento e produção do açaizeiro, a adubação deve ser realizada seguindo as quantidades anuais recomendadas na Tabela 9.2. Aplicar as quantidades de P_2O_5 e K_2O de acordo com os resultados de análise de solo e conforme as faixas de teores desses nutrientes no solo, constantes na referida tabela. As quantidades de N a serem aplicadas encontram-se indicadas de acordo com a idade do açaizal.

Da mesma forma que na adubação do 1º ano, após os cálculos de conversão, os fertilizantes devem ser parcelados em quatro a seis aplicações anuais e distribuídos em semicírculos alternados de cada lado da planta, em distância ajustada à projeção da copa. A primeira parcela dos fertilizantes deve ser aplicada logo no início do período chuvoso.

Tabela 9.2. Adubação para a fase de crescimento e produção do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivado em terra firme, em função dos resultados da análise do solo e da idade das plantas.

Idade (ano)	Nitrogênio a aplicar	Faixas de teores de fósforo no solo ⁽¹⁾ (mg/dm^3)			Faixas de teores de potássio no solo ⁽¹⁾ (mg/dm^3)		
		0–10	11–20	> 20	0–40	41–90	> 90
		Fósforo (P_2O_5) a aplicar por touceira ⁽²⁾ (g)			Potássio (K_2O) a aplicar por touceira ⁽²⁾ (g)		
2º ano	120	100	90	60	200	150	100
3º ano	180	150	120	80	250	200	150
4º ano	250	200	150	100	350	250	200
5º ano	300	250	180	120	400	300	220
6º ano	400	280	210	140	500	350	250
7º ano	500	300	240	180	550	400	300

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1; ⁽²⁾ touceira com três estipes, a partir do 2º ano, conforme o espaçamento.

Quando os teores de P e K no solo forem 50% maiores do que os limites superiores estabelecidos nas Tabelas 9.1 e 9.2, recomenda-se não adubar com esses nutrientes.

Algumas informações complementares para a adubação nas fases de crescimento e produção são apresentadas a seguir:

- Utilizar uma fonte solúvel de P (SFT, SFS, MAP ou outras) até o 1º ano.
- Utilizar fosfato natural reativo (menor custo e maior eficiência para efeito residual de cultura) a partir do 2º ano.
- Aplicar sulfato de magnésio na dose correspondente a um terço da dose de KCl em solos com teor de magnésio (Mg^{2+}) inferior a $0,7 \text{ cmol/dm}^3$.
- Fazer monitoramento de micronutrientes na planta por meio da análise foliar, especialmente B, a partir do 2º ano após o plantio.

Existem poucas informações sobre recomendações de doses adequadas de micronutrientes para a cultura do açaizeiro. O boro é um dos micronutrientes mais críticos nos solos do estado do Pará, onde o açaizeiro vem sendo cultivado, especialmente naqueles que possuem textura arenosa a média. O boro possui uma relação direta com os teores de matéria orgânica do solo. Solos com menores teores de argila tendem a apresentar menores teores matéria orgânica e, por conseguinte, menores teores de boro.

Em plantio de açaizeiro fertirrigado com 8 anos, no município de Tomé-Açu, PA, a maior produtividade de frutos frescos de açaí foi atingida com a dose de 20 g por touceira ao ano de boro, na forma de borax (Lindolfo et al., 2020). Em um plantio comercial de açaí com 10 anos de idade, em espaçamento 5 x 5 m e duas estipes por touceira, as plantas que receberam doses de boro acima de 40 g por touceira ao ano apresentaram teores foliares de boro dentro da faixa de suficiência do nutriente indicada por Nascimento e Ferreira (2024). Dessa forma, para situações em que a deficiência já se

encontra externalizada nas folhas das plantas sugere-se a aplicação de 40 g por touceira ao ano de boro parcelados em, pelo menos, quatro vezes. Para a adubação de manutenção do nutriente, recomenda-se a aplicação de 20 g por touceira ao ano de boro, para atender às necessidades nutricionais da cultura na fase produtiva, devendo-se parcelar em pelo menos quatro vezes. Sempre deve-se proceder o monitoramento por meio da avaliação dos teores foliares de boro no açaizeiro.

Antes das adubações, é importante realizar o coroamento das plantas ou limpeza das ervas daninhas nas faixas de adubação, para facilitar a aplicação e melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Sugere-se aplicar, anualmente, uma fonte orgânica em complementação à adubação mineral, na quantidade de 4 t/ha de esterco de curral curtido ou 2 t/ha de esterco de galinha ou 6 t/ha de cama de aviário.

É importante destacar que, em áreas que não possuem um sistema de irrigação ou em áreas com bastante incidência de chuva, o parcelamento deve ser realizado em quatro aplicações ao ano, durante o período chuvoso. Evitar adubar em períodos de grande intensidade de chuvas, quando a área se encontrar muito encharcada. Já naquelas áreas que possuem irrigação bem estruturada, recomenda-se o parcelamento de seis vezes por ano.

Considerações finais

O estabelecimento de condições adequadas para o desenvolvimento e produção da cultura do açaizeiro requer a adoção de práticas para a melhoria da fertilidade do solo, por meio da calagem, gessagem e adubação. Todas essas práticas sempre devem ser precedidas de um adequado diagnóstico da fertilidade do solo, utilizando a análise química do solo, como ferramenta prática e de baixo custo.

Sempre que houver necessidade, a calagem deve ser realizada considerando a fase de

formação do pomar ou quando o pomar já se encontra estabelecido, sempre utilizando o critério de elevação da saturação por bases a 60%. A aplicação do calcário deve ser feita no início do período chuvoso e com antecedência de, pelo menos, 30 dias do plantio, quando se utiliza calcários de boa qualidade (PRNT acima de 90%). Na aplicação superficial de calcário, há necessidade de cuidado com a quantidade a ser aplicada para evitar excesso do produto na camada superficial, com formação de gradiente alcalino no perfil do solo.

O gesso agrícola, que não é corretivo de acidez, pode ser uma alternativa para minimizar condições específicas, como ocasiões de restrição hídrica do solo, pela elevação dos teores de cálcio e magnésio, além da redução dos teores de alumínio nas camadas subsuperficiais do solo. Porém, em solos mais arenosos e com reduzidos teores de matéria orgânica, a sua aplicação deve ser realizada criteriosamente, e sempre trabalhar de forma integrada com a calagem.

Contudo, todas as recomendações são baseadas em experiências com outras culturas, já que não há estudos, até então, que comprovem melhoria da produtividade do açaizeiro decorrente do uso de gesso. Além disso, algumas experiências de produtores com o produto não têm demonstrado aumento de produtividade. Portanto, há necessidade de estudos sistematizados que comprovem a eficácia do gesso na melhoria da produção do açaizeiro ou mesmo na redução do estresse hídrico das plantas em períodos de menor precipitação pluviométrica.

Por ser uma planta nutricionalmente exigente, o cultivo do açaizeiro em terra firme requer a aplicação de quantidades equilibradas de nutrientes, via fertilizantes minerais e orgânicos, com o estabelecimento de um programa de recomendação de adubação para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura. Considerando que o estabelecimento produtivo do açaizeiro, em geral, ocorre a partir do 8º ano de idade da planta, faz-se

necessário o fornecimento progressivo da adubação, conforme as suas necessidades nutricionais anuais, desde o plantio.

Dessa forma, a adubação deve contemplar o fornecimento de N, P_2O_5 , K_2O e micronutrientes, conforme as quantidades recomendadas neste capítulo e aplicadas de forma correta, procedendo o parcelamento para evitar maiores perdas de nutrientes no solo. Embora existam na literatura recomendações de adubação para a cultura, as informações ainda carecem de estudos mais aprimorados para a calibração da adubação, visando ao atendimento das reais exigências nutricionais, especialmente para a fase produtiva do açaizeiro.

Referências

- ARAÚJO, C. S. de; BEZERRA, J. L. de S.; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. P.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S. dos. Fontes de potássio na formação de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In: SIMPÓSIO DE PROPAGAÇÃO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE MUDAS, 2., 2018, Águas de Lindóia.
- Qualidade e tecnologia visando sustentabilidade:** anais. Campinas: IAC, 2018.
- ARAÚJO, F. R. R.; VIÉGAS, I. de J. M.; CUNHA, R. L. M. da; VASCONCELOS, W. L. F. de. Nutrient omission effect on growth and nutritional status of assai palm seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 4, p. 374-382, 2016.
- BEZERRA, J. L. S. **Fontes e doses de N, P e K na produção de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)**. 2017. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VELOSO, C. A. Amostragem de solo. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020a. p. 47-54.
- BRASIL, E. C.; LIMA, E. V.; CRAVO, M. da S. Uso de gesso na agricultura. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020b. p. 133-146.
- LIMA FILHO, M. R.; CARVALHO, C. A. S.; OLIVEIRA, P. T. T.; LIMA, B. W. S.; SILVA, F. L. Avaliação do desempenho do açaí BRS - Pará (*Euterpe oleracea* Mart.) sob adubação orgânica com húmus de minhoca. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2018, João Pessoa. **Ciência, tecnologia e desenvolvimento rural:** compartilhando conhecimentos inovadores e experiências. João Pessoa: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2018.

LINDOLFO, M. M.; MATOS, G. S. B. de; PEREIRA, W. V. da S.; FERNANDES, A. R. Produtividade e nutrição de açaizais fertilizados em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 2, e-601, 2020.

MARTINS, P. F. S.; AUGUSTO, S. G. Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cacaueiro, da pupunheira e do açaizeiro na Amazônia Oriental. **Revista Ceres**, v. 59, n. 5, p. 723-730, set./out. 2012.

NASCIMENTO, M. C.; FERREIRA, M. A. S. **Suprimento de boro e produção de açaizeiro cultivado nas condições edafoclimáticas do município de Capitão Poço – PA**. 2024. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço.

OLIVEIRA, C. J.; PEREIRA, W. E.; MESQUITA, F. O.; MEDEIROS, J. S.; ALVES, A. S. Crescimento inicial de mudas de açaizeiro em resposta a doses de nitrogênio e potássio. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 227-237, abr./jun. 2011.

PRADO, R. M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociências**, v. 9, n. 3, p. 7-16, jul./set. 2003.

SILVA, A. O. da; NUNES, L. R. T.; PINHEIRO JUNIOR, F. O.; SILVA, D. A. S.; SILVA, A. O. da; VIEGAS, I. de J. M.; TAVARES, G. dos S.; MERA, W. Y. W. de L.; GALVÃO, J. R. Produção de massa seca em plantas jovens de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) na nova cultivar BRS Pai D'Égua e níveis de concentração de Ca, Mg, S e B em Latossolo Amarelo textura média, em função da calagem. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 3, p. 33128-33132, 2020.

SILVA, D. A. S. **Resposta do açaizeiro cultivar BRS – Pará à aplicação de calcário e de fósforo em Latossolo Amarelo distrófico**. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

VELOSO, C. A. C.; SILVA, A. R.; SALES, A. Manejo da adubação NPK na formação do açaizeiro em latossolo amarelo do nordeste paraense. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 2175-2182, 2015.

VIEGAS, I. de J. M.; CRAVO, M. da S.; BOTELHO, S. M. Açaizeiro. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIEGAS, I. de J. M. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 323-326.

