

# Recomendação de Calagem e Adubação para o Cupuaçu

## Introdução

O cupuaçu [ *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum. ] é uma espécie amazônica em fase de domesticação, cultivada em sistema de monocultivo ou como um dos principais componentes dos sistemas agroflorestais, por adaptar-se ao sombreamento. Na região Amazônica há 25 mil hectares de cupuaçueiros cultivados em pequenos pomares rurais em sistemas de monocultivo. O Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (Reca) e Projeto de Reflorestamento Econômico para Ajuda Mútua (Prepam), localizados nos distritos de Nova Califórnia e Extrema, respectivamente, em Porto Velho, RO, possuem cerca de mil hectares de sistemas agroflorestais (SAFs), que consorciaram cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil (RIBEIRO, 2005).

As limitações tecnológicas na atual fase de sua domesticação estão relacionadas à grande variabilidade genética dos cultivos comerciais, influência de variação sazonal da produtividade e susceptibilidade a ataques de pragas e doenças.

Nos últimos anos, diante da pouca ou nenhuma reposição dos nutrientes exportados pelas colheitas por meio de adubações, o esgotamento das reservas nutricionais dos solos passou a ser indicado como um dos fatores responsáveis pela perda de produtividade dos pomares comerciais.

Alfaia e Ayres (2004) demonstraram que uma combinação específica entre as concentrações dos nutrientes (60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 160 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) pode promover o aumento da produtividade do cupuaçu. Aplicações de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O podem dobrar a produtividade dos pomares (AYRES; ALFAIA, 2002), alcançando até 6.250 kg ha<sup>-1</sup>, equivalente a 12 frutos por planta, com média de 15 kg de frutos por planta ano<sup>-1</sup>, em condições bem manejadas, quando comparada com pomares que não recebem adubação. Entretanto, o excesso de adubação, como 120 kg ha<sup>-1</sup> de N ou 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados isoladamente, pode reduzir a produtividade nos pomares (ALFAIA; AYRES, 2004), indicando a necessidade de uma reposição equilibrada de nutrientes.

Outro fator que influencia a resposta dos cupuaçueiros cultivados em sistemas agroflorestais, por exemplo, ao suprimento de N, é o aporte de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> decorrente da mineralização de materiais orgânicos e da adoção da prática de adubação verde nos pomares (SCHROTH et al., 2001). Entretanto, estudos que tratam da resposta agrônômica dos pomares de cupuaçu a aplicações de macronutrientes e micronutrientes são escassos na literatura.

Todavia, considerando-se que o prognóstico para uma adubação equilibrada depende tanto da quantificação da capacidade do solo em suprir os nutrientes necessários (interpretação da análise de solo) quanto da capacidade da árvore em utilizar os nutrientes disponíveis, torna-se imperativo o uso de sistemas de monitoramento do estado nutricional das árvores na recomendação de adubação.

Rio Branco, AC  
Março, 2012

### Autores

**Paulo Guilherme  
Salvador Wadt**

Engenheiro-agrônomo,  
D.Sc., pesquisador da  
Embrapa Acre,  
paulo.wadt@embrapa.br

**Gislaine Gera de Almeida**

Técnica em agropecuária,  
Projeto Reca,  
Nova Califórnia,  
Porto Velho, RO,  
gisa.\_@hotmail.com

**Marcos Roberto de Oliveira**

Técnico em agropecuária,  
Projeto Reca,  
Nova Califórnia,  
Porto Velho, RO,  
marcoveira12@  
hotmail.com

**Jairo Rafael Machado Dias**

Engenheiro-agrônomo,  
M.Sc., professor da  
Universidade  
Federal de Rondônia,  
Campus de Rolim de  
Moura, RO,  
jairorafaelmdias@  
hotmail.com

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (BEAUFILS, 1973) pode ser utilizado para definir a demanda do nutriente pela árvore a partir de seu balanço nutricional, enquanto a interpretação da análise de solos fornece informações sobre sua disponibilidade.

Nesse sentido, no período de 2009 a 2011, várias reuniões foram realizadas entre a Embrapa Acre e técnicos do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (Reca) do distrito de Nova Califórnia, Município de Porto Velho, RO. O objetivo era discutir as práticas de manejo e formalizar um sistema de monitoramento nutricional e de recomendação de adubação para os pomares de cupuaçu, consolidando-se no atual programa de recomendação de adubação que foi adaptado de Wadt e Silva (2012).

Essas recomendações aplicam-se a pomares conduzidos sob sistema de produção orgânico ou convencional, porém deve-se optar pela fonte de fertilizante mais adequada para cada caso. Dessa forma, no sistema orgânico somente podem ser utilizadas como fontes de nutrientes aquelas homologadas pela certificadora orgânica, enquanto no sistema convencional a escolha deve recair sobre aquela fonte com menor custo unitário por unidade do nutriente, considerado o preço com o frete incluso até o local de sua utilização.

## Unidade de manejo

Para a avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional do pomar, a unidade de manejo considerada será toda gleba com uniformidade quanto às características de cor do solo e profundidade, relevo e posição na paisagem (áreas baixas ou elevadas), composição das espécies cultivadas e idade de introdução das culturas, em especial, o cupuaçueiro. Essa unidade de manejo será denominada genericamente de pomar.

A densidade de plantio para essa recomendação de adubação está sendo considerada uma população de cupuaçueiro que pode variar de 280 plantas  $ha^{-1}$  (espaçamento 6 m x 6 m) até 360 plantas  $ha^{-1}$  (espaçamento 4 m x 7 m). Para pomares com maior ou menor densidade de cupuaçueiro, deve-se corrigir a adubação proporcionalmente a uma população ideal de 320 plantas  $ha^{-1}$ .

Em todas as recomendações, deve-se considerar que a adubação destina-se a fornecer os nutrientes necessários ao adequado desenvolvimento do cupuaçueiro. Portanto, as doses recomendadas em kg por  $ha^{-1}$  devem ser divididas pelo número médio de plantas  $ha^{-1}$  em cada pomar, distribuindo-se a quantidade do nutriente a ser aplicado pela população média de árvores em um pomar (320 plantas  $ha^{-1}$ ).

A exceção serão as recomendações de corretivo da acidez do solo (calagem), feitas de acordo com o volume de solo a ser corrigido. Nesse caso, a quantidade do corretivo a ser utilizado deve ser ajustada para o volume de solo no qual será aplicado.

## Avaliação da fertilidade do solo

A avaliação da fertilidade do solo deve ser feita em duas situações: antes da implantação dos pomares e durante a fase de produção.

No primeiro caso recomenda-se retirar para cada unidade de produção uma amostra composta por 10 a 15 subamostras, obtidas na profundidade de 0 cm a 20 cm, a qual se destinará à avaliação da fertilidade do solo.

Recomenda-se retirar também três amostras simples em ponto representativo do pomar, nas profundidades de 0 cm a 25 cm, 25 cm a 60 cm e 60 cm a 100 cm, com a finalidade de identificar os fatores limitantes do uso da terra e o potencial agrícola da unidade de manejo, com base no sistema de avaliação da aptidão agrícola em propriedade rural (DELARMELINDA, 2011). A utilização de apenas uma tradagem até a profundidade de 100 cm, por cada unidade de manejo, mostra-se eficiente para identificar os processos edáficos limitantes do potencial agrícola das terras (COUTO, 2010).

Todas as amostragens podem ser feitas com uso de trado manual; para as amostras de fertilidade do solo (amostra composta) pode-se também utilizar pá de corte e cada subamostra deve ter o mesmo volume, evitando-se solos de áreas de movimentação de máquinas ou pessoas, formigueiros ou manchas não representativas da situação média do pomar.

Os pomares devem ser implantados, sempre que possível, em áreas com solos profundos, sem a presença de impedimentos físicos ou excesso de água no perfil, garantindo-se adequada aeração para o desenvolvimento radicular até a profundidade de 100 cm.

Após a implantação dos pomares, na fase de produção e a cada 3 anos, recomenda-se retirar amostras compostas de solo, dividindo-se o pomar em duas áreas amostrais: área de projeção das copas ao longo da linha de plantio dos cupuaçueiros e área constituída pelas ruas entre as linhas de plantio.

Na interpretação dos resultados para fins de avaliação da fertilidade do solo será considerada a amostragem realizada na área de projeção das copas, ao longo das linhas de plantio. Para fins de correção da acidez do solo, ambas serão consideradas, procurando-se orientar a calagem (na rua de plantio ou na projeção da copa) com o objetivo de que a saturação por bases do solo seja semelhante nas duas áreas do pomar.

## Análises foliares

Para a realização da análise foliar, recomenda-se a amostragem de aproximadamente 15 árvores por pomar, tomando-se amostras foliares da terceira folha de lançamento recém-amadurecida, a partir do ápice do ramo localizado na altura média da árvore e que esteja posicionado sempre na face de exposição norte e sul (COSTA, 2006), totalizando cerca de 30 folhas por pomar.

É necessário que as folhas amostradas não estejam doentes ou danificadas por insetos e sejam obtidas de ramos saudáveis.

Dada a elevada heterogeneidade das árvores de cupuaçu nos pomares, devem-se excluir da amostragem aquelas que apresentem desenvolvimento limitado por danos causados por doenças ou pragas, como vassoura-de-bruxa ou broca-dos-ramos, procurando-se também incluir na amostra composta apenas as árvores que apresentem a tendência média do pomar, evitando-se amostrar aquelas com um desenvolvimento vegetativo muito superior ou inferior à maioria das árvores do pomar.

Após a coleta, o material foliar deve ser colocado em sacos de papel identificados e encaminhado imediatamente para o laboratório, onde é necessário realizar uma rápida lavagem com água destilada e secar em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até peso constante.

Nas amostras, proceder à determinação dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu. Opcionalmente, podem-se também realizar análises dos teores totais de S e B.

## Padrões para interpretação do estado nutricional de pomares de cupuaçueiros

Não existem níveis críticos foliares para a interpretação do estado nutricional de cupuaçu nos métodos convencionais, como o do Nível Crítico ou das Faixas de Suficiência.

Todavia, há disponibilidade de um conjunto de normas DRIS preliminares, obtidas de dados oriundos de pomares cultivados em sistemas agroflorestais e em monocultivo (DIAS et al., 2010b, c). Essas normas genéricas servem para a aplicação do DRIS nas relações multivariadas ou bivariadas, estando disponíveis aos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu e para relações bivariadas log-transformadas (DIAS et al., 2010a). Além disso, encontram-se acessíveis em sistema DRIS pela internet (DRIS, 2012).

Essas normas genéricas apresentam para N, P e Ca a mesma capacidade preditiva que as específicas (destinadas exclusivamente a sistema de monocultivo ou consorciado). Entretanto, para K e Mg o uso de normas específicas apresenta diagnósticos distintos daqueles proporcionados pelas genéricas, o que indica a necessidade de um maior número de pomares para definir novas normas DRIS de K e Mg (DIAS et al., 2011a). Mesmo com essa limitação, a indicação é pelo uso das normas genéricas. Não há avaliação do desempenho de normas genéricas ou específicas dos micronutrientes Zn, Fe, Mn e Cu no estado nutricional do cupuaçu.

Para fins práticos, recomenda-se o uso de normas bivariadas mistas e com transformação logarítmica para a interpretação do estado nutricional pelo

DRIS. Entretanto, as normas DRIS devem ser periodicamente revistas à medida que um maior número de informações sobre o estado nutricional dos pomares (dados de análises foliares) vai sendo agregado ao banco de dados.

### **Fórmula DRIS recomendada para a interpretação do estado nutricional dos pomares de cupuaçu**

Diversos procedimentos de cálculo dos índices DRIS têm sido testados (DIAS et al., 2011b; WADT et al., 2011a). De acordo com Wadt et al. (2011a), os resultados dos diagnósticos obtidos com o uso das fórmulas de Beaufils (1973) e Jones (1981) são semelhantes entre si, diferindo entretanto daqueles obtidos pela fórmula de Wadt et al. (2007). Ao se comparar as fórmulas de Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984), os resultados também foram semelhantes entre si (DIAS et al., 2011b).

Apesar da semelhança entre as fórmulas DRIS e desde que se adote o critério do Potencial de Resposta à Adubação para a interpretação dos índices DRIS, pode-se recomendar a fórmula de Beaufils (1973) quando se deseja diminuir os casos de diagnósticos falsos de insuficiência; a fórmula de Elwali e Gascho (1984) quando se pretende diminuir o número de diagnósticos falsos para suficiência (aumentando o número de diagnósticos de insuficiência); e a fórmula de Jones (1981) quando se pretende diminuir os casos de diagnósticos falsos para suficiência (aumentando o número de casos de diagnósticos de insuficiência ou excesso) (DIAS et al., 2011b).

Mesmo com essa grande possibilidade de procedimentos distintos para o cálculo dos índices DRIS, a recomendação é que se utilize a fórmula de Jones (1981) com transformação logarítmica, garantindo a adoção de um método (JONES, 1981) que apresenta desempenho compatível com a maioria dos demais procedimentos de cálculo. Além disso, com o uso da transformação logarítmica, elimina-se a necessidade de ter que escolher entre diferentes expressões (direta ou inversa) de uma mesma relação bivariada (DIAS et al., 2010a).

### **Interpretação dos índices DRIS**

A interpretação dos índices DRIS para fins de classificação do estado nutricional dos cupuaçu deve ser feita pelo critério do Potencial de Resposta à Adubação (WADT, 2005a). Por esse critério, os índices DRIS são classificados em cinco categorias, associadas a um determinado estado nutricional:

- a) **Maior insuficiência** – o nutriente apresenta alta probabilidade de resposta à correção da deficiência. Nessa situação, apresenta simultaneamente a condição de ser o nutriente com menor valor para o índice DRIS e com módulo maior do que o índice de balanço nutricional médio (IBNm).
- b) **Insuficiência moderada** – o nutriente apresenta moderada probabilidade de resposta à correção da deficiência. Nessa situação, o nutriente deficiente não é o de menor índice DRIS, porém, seu módulo é maior que o IBNm.
- c) **Equilibrado** – o nutriente apresenta-se nutricionalmente equilibrado, não requerendo mudança na sua disponibilidade para a planta avaliada.
- d) **Excesso moderado** – o nutriente apresenta moderada probabilidade de resposta à correção do excesso. Nessa situação, o nutriente em excesso não é o de maior índice DRIS, porém, seu módulo é maior que o IBNm.
- e) **Maior excesso** – o nutriente apresenta alta probabilidade de resposta à correção do excesso. Nessa situação, o nutriente em excesso corresponde simultaneamente àquele com maior índice DRIS e com módulo maior do que o IBNm.

O IBNm é obtido pela soma aritmética, em módulo, dos índices DRIS de cada nutriente avaliado, sendo dividido pelo número de nutrientes avaliado em uma dada planta ou amostra.

Assim, a classificação do estado nutricional do pomar é realizada pelo critério acima descrito para cada nutriente.

## Correção da acidez do solo

O cupuaçu é considerado pouco exigente quanto à correção da acidez do solo, razão pela qual alguns autores não recomendam corrigi-la na formação do pomar (RIBEIRO, 2005); além disso, por ser cultivado em pomares constituídos por árvores com alta diversidade genética, é esperada uma maior capacidade de adaptação à acidez do solo. Entretanto, Ayres e Alfaia (2007) observaram melhoria da eficiência da adubação potássica na presença da correção da acidez do solo por meio da calagem.

No Estado do Acre, recomenda-se a correção da acidez do solo para o cupuaçu em função da elevada saturação por bases (WADT, 2005b). Nesse caso, para solos com textura arenosa na camada superficial ou Latossolos em geral, recomenda-se elevar a saturação por bases a 50%. Para os demais solos, se de baixa capacidade de troca catiônica (CTC abaixo de 10 cmol dm<sup>-3</sup>), deve-se elevar a saturação por bases a 40% e para solos de alta CTC (acima de 10 cmol dm<sup>-3</sup>), deve-se elevá-la a 30%.

Portanto, a necessidade de calagem (NC), considerando a aplicação do corretivo em 1 ha, incorporado a 20 cm de profundidade, em toneladas de corretivo com PRNT 100%, pode ser obtida pela expressão:

$$NC = (V_f - V_i) \cdot CTC / 100$$

Onde:  $V_f$  e  $V_i$  = saturação por bases desejada e inicial, respectivamente; CTC = capacidade de troca catiônica do solo, em cmol dm<sup>-3</sup>. O valor para  $V_f$  pode ser 50, 40 ou 30, conforme descrito acima. O valor de  $V_i$  corresponde à saturação por bases indicada na amostra de solo obtida para fins de avaliação da fertilidade.

Uma alternativa para determinar a necessidade de calagem é utilizar modelo logístico visando estimar uma oferta balanceada de cálcio, magnésio e saturação de bases em função da CTC do solo. Por essa alternativa, Wadt et al. (2011b) indicam para culturas não exigentes, como o caso do cupuaçu, que a necessidade de elevação da saturação por bases ( $V_f$ ) deve ser definida em função da CTC do solo, por meio da expressão:

$$V_f = 90 / (1,21 + 1,13 \times e^{(0,0270 \times CTC)})$$

Essa fórmula permite, para solos com CTC de 10 cmol dm<sup>-3</sup>, uma disponibilidade de bases trocáveis de aproximadamente 4 cmol dm<sup>-3</sup>. Se a CTC for a 15 cmol dm<sup>-3</sup>, a disponibilidade de bases trocáveis será de 4 cmol dm<sup>-3</sup>. Por outro lado, para CTC menor que 10 cmol dm<sup>-3</sup>, a saturação por bases será sempre acima de 50%, garantindo nesse caso uma maior saturação de bases, porém menor oferta de cálcio e magnésio trocáveis.

A necessidade de calagem na cova de plantio deve ser ajustada para o volume de solo a ser corrigido. Essa recomendação corresponde à aplicação de um calcário de PRNT 100%. Se for diferente de 100%, deve-se multiplicar a NC por 100 e dividir pelo valor do PRNT. Por exemplo, para um calcário de PRNT 70%, a quantidade de calcário a ser aplicada seria de  $NT \times 100/70$ .

## Adubação NPK e correção da acidez no solo na fase de implantação do pomar

A recomendação de N, P e K é feita em função da fase do pomar (plantio, formação ou produção), sendo ajustada a partir da recomendação de Wadt (2005b) e Wadt e Silva (2011).

Para a adubação na cova de plantio, deve-se aplicar P e K, respectivamente nas doses de 80 kg ha<sup>-1</sup> e 10 kg ha<sup>-1</sup>, de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Essa adubação deve ser misturada ao solo da cova de plantio, dividindo-se a dose a ser aplicada pelo número de árvores por hectare.

No ano do plantio, devem-se ainda utilizar 30 kg N ha<sup>-1</sup>, divididos em até quatro aplicações durante o período chuvoso e somente após o pegamento das mudas no local definitivo de plantio.

Para a adubação de formação (primeiro ao terceiro ano após o plantio), a adubação nitrogenada será variável conforme a utilização de adubação verde (Tabela 1) e da disponibilidade de P e K no solo (Tabelas 2 e 3, respectivamente).

**Tabela 1.** Adubação nitrogenada recomendada durante a fase de formação de pomares de cupuaçueros.

Ano após plantio	Sem uso de leguminosas como adubação verde	Consoiciado com leguminosas para adubação verde
	----- N (kg ha <sup>-1</sup> ) -----	
Primeiro	20	0
Segundo	40	20
Terceiro	60	20

**Tabela 2.** Adubação fosfatada recomendada durante a fase de formação de pomares de cupuaçueros.

Ano após plantio	Disponibilidade de fósforo do solo				
	Muito baixa	Baixa	Média	Boa	Muito boa
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup>					
Primeiro	40	30	20	0	0
Segundo	50	40	30	10	0
Terceiro	60	50	40	20	10

**Tabela 3.** Adubação potássica recomendada durante a fase de formação de pomares de cupuaçueros.

Ano após plantio	Disponibilidade de potássio do solo				
	Muito baixa	Baixa	Média	Boa	Muito boa
K <sub>2</sub> O em kg ha <sup>-1</sup>					
Primeiro	30	20	10	0	0
Segundo	50	40	30	10	0
Terceiro	70	60	50	30	10

Para a recomendação da adubação fosfatada, deve-se considerar a disponibilidade de fósforo no solo em função do teor de P disponível pelo extrator Mehlich-1 e do fator capacidade de fosfato (Tabela 4).

**Tabela 4.** Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo extraído com solução de Mehlich-1, em mg dm<sup>-3</sup>, em função do fator capacidade de fosfato (FCP) estimado pelo teor P rem, em mg dm<sup>-1</sup>.

FCP	Muito baixa	Baixa	Média	Boa	Muito boa	
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
P rem	P Mehlich-1					
Muito alto	P rem ≤ 3	P < 3	3 ≤ P < 4	4 ≤ P < 6	6 ≤ P < 8	P ≥ 8
Alto	3 < P rem ≤ 9	P < 4	4 ≤ P < 6	6 ≤ P < 8	8 ≤ P < 12	P ≥ 12
Médio	9 < P rem ≤ 18	P < 5	5 ≤ P < 8	8 ≤ P < 11	11 ≤ P < 16	P ≥ 16
Baixo	18 < P rem ≤ 36	P < 9	9 ≤ P < 13	13 ≤ P < 18	18 ≤ P < 28	P ≥ 28
Muito baixo	P rem > 36	P < 15	15 ≤ P < 22	22 ≤ P < 30	30 ≤ P < 45	P ≥ 45

Fonte: Wadt; Silva (2011).

A adubação também é variável para potássio conforme sua disponibilidade no solo, pelo extrator Mehlich-1, adotando-se as classes: muito baixa (< 0,1 cmol dm<sup>-3</sup>), baixa (0,1 cmol dm<sup>-3</sup> a 0,2 cmol dm<sup>-3</sup>), média (0,2 cmol dm<sup>-3</sup> a 0,3 cmol dm<sup>-3</sup>), boa (0,3 cmol dm<sup>-3</sup> a 0,4 cmol dm<sup>-3</sup> e muito boa (> 0,4 cmol dm<sup>-3</sup>).

Para essas adubações da fase de formação dos cupuaçueros, não se considera o estado nutricional dos pomares, principalmente pela ausência de padrões nutricionais, o que poderá, no futuro, ser equacionado.

Nessa fase, também não estão previstas adubações com micronutrientes ou correção da acidez do solo, que se necessária, deve ser realizada previamente ao plantio, em área total e feita a incorporação do calcário até os 20 cm de profundidade, quando possível operacionalmente.

## Adubação com macro e micronutrientes e correção da acidez no solo na fase de produção do pomar

Nessa fase de produção, principalmente para pomares com 5 ou mais anos de idade, a recomendação de adubação passa a considerar até três fatores: manejo fitotécnico do pomar, estado nutricional das árvores e disponibilidade de nutrientes no solo.

Em relação ao manejo fitotécnico, os pomares são classificados em restrito (R) ou adequado (A), dependendo da intensidade de adoção de práticas de manejo consideradas apropriadas para a cultura: presença de poda, permanência de frutos estragados na área de cultivo e limpeza do local, manutenção da cobertura do solo e cultivo em nível. Também no aspecto fitossanitário deve ser avaliada a infestação de vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) e broca-do-fruto (*Conotrachelus humeripictus*), problemas que mais afetam a produtividade na região (LOPES; SILVA, 1998).

Se os pomares adotam um manejo fitotécnico adequado e estão livres ou apresentam baixa incidência de problemas fitossanitários, são considerados como do nível de manejo A. Por outro lado, se forem pomares onde as práticas de manejo culturais não são adotadas ou que apresentam de média a alta incidência de problemas de ordem fitossanitária, são considerados como do nível de manejo R. Essa classificação foi realizada por se considerar que mesmo os problemas fitossanitários encontrados na região decorrem, principalmente, do manejo cultural inadequado ou conduzido de forma insatisfatória.

Para a adubação com nitrogênio considera-se a sua disponibilidade no sistema solo-planta, inferida pela adoção ou não do plantio de leguminosas para adubação verde, do nível de manejo (adequado ou restrito) e do estado nutricional das árvores, adotando-se três níveis para árvores de pomares com manejo restrito e cinco para árvores de pomares com manejo adequado (Tabela 5).

**Tabela 5.** Recomendação de N (kg ha<sup>-1</sup>) para a adubação de cupuaçu em pomares na fase de produção.

Manejo	Estado nutricional quanto ao N	Adubação verde	
		Sem leguminosas	Com leguminosas
N em kg ha <sup>-1</sup>			
Restrito	Maior insuficiência ou insuficiência moderada	40	20
	Equilibrado	30	10
	Excesso moderado ou maior excesso	20	0
Adequado	Maior insuficiência	100	50
	Insuficiência moderada	80	40
	Equilibrado	60	30
	Excesso moderado	40	20
	Maior excesso	20	10

Para a adubação com fósforo e potássio, considera-se a disponibilidade de P ou K no solo, o nível de manejo (adequado ou restrito) e o estado nutricional das árvores, adotando-se três níveis para árvores de pomares com manejo restrito e cinco para árvores de pomares com manejo adequado (Tabelas 6 e 7).

Na fase de produção dos pomares deve-se também acompanhar periodicamente a evolução da acidez

do solo, adotando-se os mesmos critérios para o cálculo da necessidade de calagem. Recomenda-se ajustar a quantidade de calcário para 50% da quantidade indicada pela fórmula de cálculo da necessidade de calagem, considerando que seria aplicada a lanço, sem incorporação no solo. Também se deve ajustar a quantidade aplicada, se esta for feita somente na rua ou na linha de projeção da copa.

**Tabela 6.** Recomendação de  $P_2O_5$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) para a adubação de cupuaçueros em pomares na fase de produção.

Estado nutricional quanto ao P	Disponibilidade de fósforo do solo				
	Muito baixa	Baixa	Média	Boa	Muito boa
$P_2O_5$ em $kg\ ha^{-1}$ , para sistema de manejo restrito					
Maior insuficiência ou insuficiência moderada	60	50	40	30	20
Equilibrado	40	30	20	10	0
Excesso moderado ou maior excesso	20	10	0	10	0
$P_2O_5$ em $kg\ ha^{-1}$ , para sistema de manejo adequado					
Maior insuficiência	120	100	80	60	40
Insuficiência moderada	100	80	60	40	20
Equilibrado	80	60	40	20	0
Excesso moderado	60	40	20	0	0
Maior excesso	40	20	0	0	0

**Tabela 7.** Recomendação de  $K_2O$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) para a adubação de cupuaçueros em pomares na fase de produção.

Estado nutricional quanto ao K	Disponibilidade de potássio do solo				
	Muito baixa	Baixa	Média	Boa	Muito boa
$k_2O$ em $kg\ ha^{-1}$ , para sistema de manejo restrito					
Maior insuficiência ou insuficiência moderada	30	25	20	15	10
Equilibrado	20	15	10	5	0
Excesso moderado ou maior excesso	10	5	0	0	0
$k_2O$ em $kg\ ha^{-1}$ , para sistema de manejo adequado					
Maior insuficiência	60	50	40	40	20
Insuficiência moderada	50	40	30	20	10
Equilibrado	40	30	20	10	5
Excesso moderado	30	20	10	5	0
Maior excesso	20	10	5	0	0

Caso haja indicação de insuficiência de Mg ou de excesso de Ca, deve-se dar preferência para calcários dolomíticos ou ricos em Mg; para situações de excesso de Mg com insuficiência de Ca, os calcários calcíticos são mais indicados. Havendo insuficiência de Ca e Mg, preferir calcários que tenham os dois nutrientes.

Se não houver necessidade de calagem, mas for observada insuficiência de Ca ou Mg nas árvores, deve-se dar preferência para fontes NPK que contenham esses nutrientes, ou mesmo aplicações de calcário dolomítico, em doses que não elevem muito acima de 70% a saturação por bases. Caso seja verificada insuficiência de Ca associada à elevada saturação por bases ou de cálcio no solo, devem-se procurar as causas que estariam afetando a absorção de cálcio pelas plantas. Ainda para Ca e Mg, se for constatado estado de excesso, deve-se procurar utilizar fontes de NPK que não contenham esses nutrientes em sua composição.

Se for constatada insuficiência de Zn, Cu e Mn, deve-se adotar uma das diferentes formulações à base de fertilizantes com micronutrientes que existem no mercado, na proporção de 1 mL de espalhante adesivo, 3 g ou mL do adubo foliar e 1 L de água, aplicando-se via foliar. Outra alternativa é suprir aproximadamente 3 kg ha<sup>-1</sup> a 4 kg ha<sup>-1</sup> de qualquer um desses nutrientes, utilizando fontes solúveis em água (Zn: sulfato de zinco ou quelato de zinco; Cu: sulfato de cobre, cloreto cúprico ou quelato de cobre; Mn: sulfato manganoso ou quelato de manganês). Para insuficiência de Fe, podem-se também utilizar 3 kg ha<sup>-1</sup> a 4 kg ha<sup>-1</sup> desse nutriente, na forma de quelato de ferro.

Para Zn, Mn e Cu tem-se a alternativa de aplicar FTE via solo, na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante, desde que o solo possua pH na zona de aplicação (camada superficial na projeção da copa) menor que 6.

Havendo indicação de excesso desses micronutrientes, principalmente Zn, Mn ou Cu, deve-se avaliar a possibilidade de elevar o pH do solo por meio de calagem localizada ou a lanço em toda área. Para excesso de Fe, verificar se não há problema de drenagem do solo.

Uma ressalva importante, para o caso de pomares conduzidos sob sistema de produção orgânico, é que as fontes de micronutrientes também devem ser definidas em função do fertilizante permitido pela certificadora, atentando-se ainda ao fato de que muitas misturas orgânicas podem ser naturalmente ricas em determinados elementos nutritivos. Nesse caso, é importante conhecer o conteúdo de nutrientes das fontes orgânicas, para que o manejo seja feito de forma a proporcionar uma nutrição equilibrada às árvores.

## Conclusão

As recomendações de adubação e calagem destinadas a pomares de cupuaçuzeiros consideram a disponibilidade de nutriente necessária para que as árvores tenham um desenvolvimento sadio, baseado no equilíbrio nutricional, repondo ainda parte dos nutrientes exportados pela colheita dos frutos.

Essa recomendação aplica-se a sistemas de produção convencionais ou orgânicos, escolhendo-se para cada sistema a fonte de nutriente que melhor se adéque as suas prerrogativas (otimização da lucratividade ou da sustentabilidade do agroecossistema).

## Referências

- ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 320-325, ago. 2004.
- AYRES, M. I. C.; ALFAIA, S. S. Efeito de NPK, calagem e micronutrientes na produção de frutos de cupuaçuzeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém, **Anais...Belém: CENTUR**, 2002. 1 CD-ROM.
- AYRES, M. I. da C.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, v. 7, p. 957-963, jul. 2007.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS):** a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).

COSTA, E. L. da. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central.** 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

COUTO, W. **Indicadores edáficos e potencial agrícola em áreas do Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) na Amazônia Ocidental.** 2010, 123 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DELARMELINDA, E. A. **Aplicação de sistemas de avaliação da aptidão agrícola em solos do Estado do Acre.** 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. O.; SILVA, L. M.; WADT, P. G. S. Relações nutricionais log-transformadas para avaliação nutricional de cupuaçueros comerciais. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 37-40, mar. 2010a.

DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; SILVA, L. M.; LEMOS, C. O.; WADT, P. G. S. Normas DRIS para cupuaçuero cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 64-71, jan. 2010b.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; FOLLE, F. A.; SOLINO, J. S.; DELARMELINDA, E. A.; TAVELLA, L. B. Potencial de resposta à adubação para N, P, K, Ca e Mg em cupuaçueros avaliados por diferentes normas DRIS. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 41, n. 1, p. 77-82, mar. 2011a.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; PEREZ, D. V.; SILVA, L. M.; LEMOS, C. O. DRIS Formulas for the evaluation of nutritional state of cupuaçu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2083-2091, nov./dez. 2011b.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; SAMPAIO, F. A. R.; PITIELKOW, F. K.; MIOTTI, A. A.; ROSA, M. R. Estabelecimento de normas DRIS para cupuaçuero na região amazônica. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 121-128, 2010c.

DRIS: Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação. Disponível em: <<http://www.dris.com.br>>. Acesso em: 03 jan 2012.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 3, p. 466-470, 1984.

JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 12, n. 8, p. 785-794, 1981.

LOPES, C. M. D. A.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 45-49, set. 1998.

RIBEIRO, G. D. (Ed.). **Cultivo do cupuaçu em Rondônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. (Embrapa Rondônia. Sistema de Produção, 9). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cupuacu/CultivodoCupuacuRO/index.htm>>. Acesso em: 03 jan 2012.

SCHROTH, G.; ELIAS, M. E. A.; MACÊDO, J. L. V.; D'ANGELO, S. A.; LIBEREI, R. Growth, yields and mineral nutrition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) in two multi-strata agroforestry systems on a ferralitic Amazonian upland soil at four fertilization levels. **Journal of Applied Botany**, v. 75, n. 1/2, p. 67-74, 2001.

WADT, P. G. S. Recomendação de adubação para as principais culturas. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2005b. p. 491-635.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 227-234, mar./abr. 2005a.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. L. Fórmulas DRIS para o diagnóstico nutricional de pomares de cupuaçuzeiros. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 70, n. 3, p. 649-656, 2011a.

WADT, P. G. S.; SILVA, D. J. **Contribuição do DRIS para o manejo da adubação de frutíferas**. PRADO, R. de M. (Ed.). Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas. Jaboticabal: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, 2012. cap. 5, p. 123-148.

WADT, P. G. S.; SILVA, D. J.; MAIA, C. E.; TOME JUNIOR, J. B.; COSTA PINTO, P. A. da; MACHADO, P. L. O. de A. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 57-64, jan. 2007.

WADT, P. G. S.; SILVA, L. M. da; CATANI, V. **Recomendação de calagem para correção da acidez em solos do Estado do Acre**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., Uberlândia, MG, 2011. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. [Uberlândia]: SBCS: UFU, ICIAG, 2011. 1 CD-ROM. 4 p.

WADT, P. G. S.; SILVA, L. M. **Determinação do fósforo remanescente para a avaliação da disponibilidade de fósforo em solos do Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2011. 5 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 178).

### Circular Técnica, 62

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: **Embrapa Acre**

**Endereço:** Rodovia BR 364, km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho, Caixa Postal 321, Rio Branco, AC, CEP 69900-056

**Fone:** (68) 3212-3200

**Fax:** (68) 3212-3284

<http://www.cpaface.embrapa.br>

[sac@cpafac.embrapa.br](mailto:sac@cpafac.embrapa.br)

**1ª edição**

1ª impressão (2012): 200 exemplares



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



PAIS RICO E PAIS SEM FOME

### Comitê de publicações

**Presidente:** Ernestino de Souza Gomes Guarino

**Secretária-Executiva:** Cláudia Carvalho Sena

**Membros:** Clarissa Reschke da Cunha, Henrique José Borges de Araújo, José Tadeu de Souza Marinho, Maria de Jesus Barbosa Cavalcante, Maykel Franklin Lima Sales, Moacir Haverroth, Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tatiana de Campos

### Expediente

**Supervisão editorial:** Cláudia C. Sena/Suely M. Melo

**Revisão de texto:** Cláudia C. Sena/Suely M. Melo

**Normalização bibliográfica:** Riquelma de S. de Jesus

**Tratamento das ilustrações:** Bruno Imbroisi

**Editoração eletrônica:** Bruno Imbroisi