

Capítulo 5

Contribuição do DRIS para o Manejo da Adubação de Frutíferas

Paulo Guilherme Salvador Wadt¹

Davi José Silva²

5.1 Introdução

Um dos principais objetivos nas pesquisas com nutrição mineral de frutíferas está no aumento da produtividade dos pomares por meio de um manejo da adubação mais eficiente (MOURÃO FILHO, 2004), e neste contexto a análise de tecidos é uma das principais ferramentas disponíveis para a avaliação do estado nutricional das frutíferas (PARENT, 2011), podendo-se identificar os nutrientes com maior impacto na limitação da produtividade dos pomares (MOURÃO FILHO, 2004) e tomar as medidas corretivas necessárias para a melhoria da produtividade ou da qualidade dos produtos.

Parent (2011) classifica o processo de avaliação do estado nutricional das frutíferas em seis etapas complementares: 1) Amostragem das árvores e das folhas por meio de um procedimento exequível e padronizado; 2) Quantificação dos nutrientes na amostra foliar por meio de uma rotina analítica verificável e reproduzível; 3) Padrões nutricionais para o diagnóstico nutricional disponibilizados para cada espécie cultivada ou condição de manejo tecnológico; 4) Processo confiável para a interpretação dos resultados analíticos a partir de padrões nutricionais; 5) Processo de recomendação de nutrientes capaz de corrigir deficiências ou excessos; 6) Práticas de aplicação de nutrientes facilmente compreendidas pelos agricultores.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador A da Embrapa Acre, Rod. BR 364, km 14, Caixa Postal 321, CEP 69908-970, Rio Branco-AC, Bolsista CNPq, paulo@cpcf.ac.embrapa.br

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador A da Embrapa Semiárido, BR 428, km152, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina-PE, davi@cptsa.embrapa.br.

A etapa (1) consiste em procedimento utilizado largamente na avaliação de plantas e não se constituem um gargalo no processo de diagnóstico foliar, desde que a amostragem das árvores e das folhas garanta boa representatividade do estado nutricional do pomar, por exemplo, com a amostragem de folhas sendo realizada de acordo com o estágio fisiológico que represente a fase de maior atividade fotossintética do órgão amostrado. Quanto aos métodos analíticos para a quantificação dos nutrientes (etapa 2), também são largamente utilizados para todas as espécies vegetais, não havendo grandes necessidades de ajustes, exceto quanto aos aprimoramentos normais resultantes das novas tecnologias e instrumentação analíticas.

Ainda, a etapa (6) depende fundamentalmente de experimentação e de ensaios de validação das práticas de recomendação de adubação, consistindo em técnicas adotadas em várias culturas, inclusive as frutíferas, que embora ainda em número insuficiente, não representam um problema quanto à forma de sua aplicação, que está bastante consolidada.

De acordo com Parent (2011), o grande gargalo está nos passos (3) e (4), dada a existência de controvérsias sobre a adequação dos padrões nutricionais adotados e sobre a natureza dos métodos utilizados para a interpretação dos resultados das análises químicas foliares, seja pela fraqueza de certas prerrogativas adotadas, seja por sua dependência de processos computacionais empíricos, como, por exemplo, os métodos do Nível Crítico e do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação, respectivamente.

Todavia, não se deve desconsiderar que existem raras exceções sobre como proceder para quantificar as recomendações de adubações a partir do conhecimento do estado nutricional das frutíferas, sendo a etapa (5) outra dificuldade no processo de utilização da diagnose foliar para a melhoria do manejo das adubações em frutíferas.

Neste sentido, objetivou-se nesta revisão identificar as principais técnicas utilizadas com o uso do DRIS em frutíferas, no Brasil, e demonstrar como a diagnose foliar tem sido integrada em programas de recomendação de nutrientes, tendo como exemplo o manejo da adubação em pomares de cupuaçueiros.

5.2 Técnicas adotadas na aplicação do sistema DRIS em frutíferas no Brasil

A utilização da análise foliar na avaliação do estado nutricional das plantas baseia-se na premissa de existir relação entre o suprimento de nutrientes pelo solo e os seus teores na planta, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações dos nutrientes se relacionam, respectivamente, com produções mais altas ou mais baixas (FAGERIA et al., 2009).

Para a interpretação da análise foliar, existem diferentes métodos, que consideraram cada elemento isoladamente (métodos do Nível Crítico ou das Faixas de Suficiências) (SOUZA et al., 2011) ou métodos baseados na relação entre os nutrientes, como o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) (GUINDANI et al., 2009) e a Diagnóstico da Composição Nutricional (CND) (PARENT; DAFIR, 1992).

Em todos estes métodos, a definição de padrões nutricionais para a diagnose foliar tem sido uma das etapas críticas no desenvolvimento de sistema de avaliação do estado nutricional das plantas (PARENT, 2011), por razões distintas: no caso do método da Faixa de Suficiência, pelo elevado custo em termos de tempo e recursos humanos para realizar ensaios de calibração de adubação em vários locais e diferentes anos; no caso de sistemas como o DRIS ou CND, pela indefinição quanto à melhor estratégia para se obter as normas DRIS, seja em razão da universalidade ou regionalidade dos padrões nutricionais, seja quanto ao tamanho da população de plantas utilizadas para a obtenção dos padrões nutricionais.

Normas DRIS são, em última análise, estatísticas representativas de uma dada população de plantas quanto ao teor médio e à variabilidade de suas relações bivariadas (BEAUFILS, 1973) ou multivariadas (PARENT; DAFIR, 1992). Portanto, devem representar o valor médio, ou o valor ótimo, se considerada uma população de plantas sadias e com produtividade elevada, para cada relação nutricional, e também a variabilidade de cada uma das relações nutricionais utilizadas.

A premissa básica adotada está em que, quanto maior o tamanho amostral, melhores serão as estimativas da média e da variabilidade do parâmetro populacional de interesse (relação nutricional), razão pela qual preconiza a utilização de grande volume de dados para a obtenção das

normas DRIS (BEAUFILS, 1973). Dentro deste enfoque, Mourão Filho e Azevedo (2003) obtiveram normas DRIS bivariadas para citros a partir de um banco de dados composto pelo monitoramento, por um período de cinco anos, de 122 a 136 pomares, resultando em 660 amostragens utilizadas para a obtenção das normas DRIS.

De modo semelhante, Rodriguez et al. (2005) realizaram o monitoramento de 398 amostras foliares para obtenção de normas DRIS para bananeira (plátano). Ainda para bananeiras, Silva e Carvalho (2006) utilizaram dados de 58 áreas de produção, com amostragens anuais, durante três anos, obtendo-se um total de 168 amostras foliares. A população de alta produtividade foi constituída por 107 amostras foliares, e a de baixa produtividade, por 67 amostras. Teixeira et al. (2007) também utilizaram 188 amostras foliares, obtidas de experimentos de adubação, para a obtenção das normas DRIS de bananeiras.

Para a cultura do melão, Ribeiro (2008) utilizou dados de 100 talhões de melão irrigados, dividido-se a população em alta e baixa produtividade, e Nachitgall e Dechen (2007), para obtenção de normas DRIS de maçã, realizaram o monitoramento nutricional de 70 pomares pelo período de dois anos, também utilizando o critério de dividir a população em alta e baixa produtividade, adotando-se um limite fixo para a classe de alta produtividade (acima de 4.500 kg ha⁻¹).

Em todos estes casos, embora as normas DRIS sejam representativas de regiões produtoras específicas, as normas foram obtidas a partir de uma população de plantas de alta produtividade, acima de 30 amostras, condição necessária para que se assumam a normalidade dos dados amostrais.

Destaca-se, contudo, que para laranjeiras, Mourão Filho et al. (2002) concluem que populações específicas, com pequeno número de observações, padronizadas quanto ao porta-enxerto e referentes a um ou dois anos de amostragem foliar e produção, seriam eficientes para a obtenção das normas DRIS.

Contudo, alguns autores têm utilizado populações bastante reduzidas para a geração das normas DRIS, como Terra et al. (2003) e Terra et al. (2007), que obtiveram normas DRIS para videiras a partir do monitoramento de apenas 20 vinhedos, respectivamente para as regiões de Jales e São Miguel Arcanjo. Na primeira região, onze amostras foram utilizadas

para a obtenção das normas DRIS e, na segunda região, um número ainda menor, de apenas seis amostras foliares. Esses autores (TERRA et al., 2003, 2007) avaliaram amostras obtidas do pecíolo e do limbo foliar, em três épocas distintas: a primeira no florescimento; a segunda quando as bagas estavam no estágio entre ervilha e meia baga, e a terceira coleta no início da maturação dos frutos.

O caso mais extremo foi Santos et al. (2004), que obtiveram as normas DRIS para coqueiro-anão a partir do monitoramento de um único pomar, o qual foi amostrado durante 2 anos, em intervalos regulares de 132 dias, totalizando seis amostras compostas.

O uso de amostras de pequeno tamanho para a obtenção das normas DRIS, além de ampliar o erro associado à estimativa do valor ótimo para uma dada relação nutricional, pode fazer com que a estimativa da variabilidade amostral das relações nutricionais não reflita a realidade da população amostrada, o que implicará distorções no cálculo das funções DRIS e dos próprios índices DRIS, já que a variabilidade é um dos parâmetros estatísticos utilizados nas fórmulas DRIS, seja por meio do desvio-padrão amostral, como no caso da fórmula de Jones (1981), seja do coeficiente de variação, como no caso da fórmula de Beaufils (1973).

Uma técnica recentemente incorporada na obtenção das normas DRIS consiste na transformação logarítmica das relações bivariadas (DIAS et al., 2010a; WADT et al., 2011), conforme originalmente proposto por Beverly (1987), com o objetivo de corrigir os desvios observados na distribuição normal entre as formas diretas e inversas de uma mesma relação nutricional.

Dada uma relação para quaisquer dois nutrientes "R" e "S", cujas concentrações médias sejam expressas em [r] e [s], quando R>S, observa-se constantemente que $[r]/[s] > 1/[r]/[s]$, e quando R<S, obtém-se sempre $[r]/[s] < 1/[r]/[s]$. Este comportamento consiste em uma fraqueza na distribuição dos valores das relações bivariadas, pois as formas alternativas de expressão deveriam resultar em medidas equivalentes para o balanço entre os nutrientes, o que introduz erros sistemáticos na abordagem tradicional para a obtenção das normas DRIS (WADT et al., 2011).

Com a transformação logarítmica proposta por Beverly (1987), esta anomalia na distorção não é observada, uma vez que $\log [r]/[s] = - \log 1/$

([r]/[s]), ou seja, para qualquer valor de "R" e "S", ambas as formas de expressão resultam em desvios de mesma magnitude (DIAS et al., 2010a; WADT et al., 2011).

Para demonstrar a correção desta anomalia, tome-se, por exemplo, o teor foliar de N e P de 26 amostras foliares de mangueiras, expressos em g kg^{-1} (Tabela 1). Para este conjunto de dados, pode-se obter a relação N/P e P/N e suas respectivas médias e desvio-padrão, que são, respectivamente, média da relação N/P igual a $12,9797 \text{ g kg}^{-1}$ com desvio-padrão de $3,9400 \text{ g kg}^{-1}$; e média da relação P/N de $0,0840 \text{ g kg}^{-1}$ com desvio-padrão de $0,0261 \text{ g kg}^{-1}$. Neste caso, ao se calcular o valor inverso para a média da relação N/P, ou seja, $1/\text{N/P}$, obtém-se $1/(12,9797) = 0,0774$, portanto, um valor menor que a média para a relação P/N, que é de $0,0840$ (Tabela 1).

A transformação logarítmica elimina completamente a anormalidade, fazendo com que sempre a expressão matemática " $\log ([r]/[s])$ " seja igual à expressão " $- 1/\log ([r]/[s])$ " (Tabela 1). No exemplo: a relação $\log (\text{N/P}) = 1,0946$ e é o valor para o inverso da relação $1/\log (\text{N/P}) = -\log (\text{N/P})$, ou seja: $-1,0946$. Assim, ainda tendo como exemplo a relação entre N e P, a expressão $\log (\text{N/P})$, sendo a forma direta da relação, terá um valor igual ao inverso da mesma relação, que corresponde exatamente ao valor obtido para a relação $\log (\text{P/N})$ (Tabela 1).

Portanto, o uso da transformação logarítmica elimina a necessidade de se escolher qual das relações (N/P ou P/N) deve ser utilizada no cálculo dos índices DRIS e qual deve ser descartada, além de produzir também estimativas mais seguras para a variabilidade da relação bivariada. Por exemplo, Mourão Filho et al. (2002), em laranjeiras, e Nachitgall e Dechen (2007), em macieiras, testaram dois critérios para a seleção dos índices DRIS: teste F (LETZSCH, 1985; WALWORTH; SUMNER, 1987) e teste de correlação (NICK, 1998), sendo que a adoção da transformação logarítmica isolaria o efeito da anormalidade da distribuição das relações em suas diferentes formas de expressão, podendo potencializar as vantagens inerentes unicamente às fórmulas de cálculo testadas, como as fórmulas de Beaulfils (1973), Jones (1981) ou Elwali e Gascho (1984).

Especificamente quanto ao uso das fórmulas DRIS, a maioria dos autores tem preferido a utilização das fórmulas de Jones (1981), como Ribeiro (2008), para a cultura do melão, ou Teixeira et al. (2002, 2007), para

a cultura da banana, enquanto outros autores optam pelo uso da fórmula de Beaulfils (1973), como Santos et al. (2004), para o coqueiro-anão, e Terra et al. (2003, 2007), para a videira.

Tabela 1- Teores foliares de N e P (g kg^{-1}) em mangueiras (26 amostras) e os valores para as relações destes nutrientes.

Amostra	N	P	N/P	P/N	$\log(\text{N/P})$	$\log(\text{P/N})$
1	20,20	1,43	14,13	0,07	1,15	-1,15
2	18,30	1,10	16,64	0,06	1,22	-1,22
3	21,00	1,50	14,00	0,07	1,15	-1,15
4	17,90	1,50	11,93	0,08	1,08	-1,08
5	16,90	1,10	15,36	0,07	1,19	-1,19
6	18,60	1,10	16,91	0,06	1,23	-1,23
7	16,90	0,90	18,78	0,05	1,27	-1,27
8	11,90	1,10	10,82	0,09	1,03	-1,03
9	16,50	1,10	15,00	0,07	1,18	-1,18
10	15,10	1,20	12,58	0,08	1,10	-1,10
11	14,30	1,00	14,30	0,07	1,16	-1,16
12	21,10	1,90	11,11	0,09	1,05	-1,05
13	20,70	1,80	11,50	0,09	1,06	-1,06
14	14,00	0,90	15,56	0,06	1,19	-1,19
15	12,00	1,30	9,23	0,11	0,97	-0,97
16	20,60	1,50	13,73	0,07	1,14	-1,14
17	22,40	0,90	24,89	0,04	1,40	-1,40
18	15,80	1,20	13,17	0,08	1,12	-1,12
19	17,10	1,10	15,55	0,06	1,19	-1,19
20	15,40	2,10	7,33	0,14	0,87	-0,87
21	14,80	1,60	9,25	0,11	0,97	-0,97
22	13,50	1,30	10,38	0,10	1,02	-1,02
23	14,90	1,70	8,76	0,11	0,94	-0,94
24	13,80	1,40	9,86	0,10	0,99	-0,99
25	9,60	1,50	6,40	0,16	0,81	-0,81
26	13,40	1,30	10,31	0,10	1,01	-1,01
média	16,41	1,33	12,9797	0,0840	1,0946	-1,0946
Desvio-padrão	3,28	0,32	3,9400	0,0261	0,1304	0,1304

Poucos autores têm realizado a comparação de diferentes fórmulas DRIS, como Nachitgall e Dechen (2007), que compararam as fórmulas de Beaulfils (1973), Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) na avaliação do estado nutricional de macieiras ou Mourão Filho et al. (2002), que compararam as mesmas fórmulas na avaliação nutricional da laranja 'Valência'.

Para a macieira, Nachitgall e Dechen (2007) encontraram que as fórmulas testadas apresentaram boa correlação entre os índices DRIS e as concentrações dos nutrientes, exceto para N, quando se utilizou a seleção das relações pelo teste F. Por sua vez, Mourão Filho et al. (2002) encontraram que a fórmula de Jones (1981) apresentou maior correlação para o índice de balanço nutricional e a produtividade dos pomares.

Em cupuaçueiros, Wadt et al. (2011) e Dias et al. (2011b) relataram que as fórmulas de Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) apresentaram comportamento semelhante na identificação do estado nutricional dos pomares, sendo a única exceção a fórmula de Wadt et al. (2007), a qual mostrou comportamento distinto das demais.

Para a maioria dos autores, a adoção de uma das diferentes fórmulas de cálculo dos índices DRIS pode ser uma escolha pessoal do pesquisador ou em função da maior simplicidade para a realização dos cálculos envolvidos. Dias et al. (2011b) destacam, entretanto, que as fórmulas de Beaufils (1973), Jones (1981) ou de Elwali e Gascho (1984) possam ser selecionadas objetivamente a partir da expectativa de se obter maior ou menor número de diagnósticos para insuficiência ou excesso em um dado conjunto de pomares a ser avaliado.

Quanto à interpretação dos índices DRIS, ainda adotam-se critérios com pouca aceitação em outras culturas, como a interpretação de estado de insuficiência para todo nutriente cujo índice DRIS for menor que zero (TEIXEIRA et al., 2002), embora, em outros trabalhos, nenhum critério específico tenha sido indicado para a interpretação dos índices DRIS (TERRA, 2003; 2007; SANTOS et al., 2004).

Contudo, para cupuaçueiro (DIAS et al., 2011a) e mangueiras (WADT; SILVA, 2010), tem sido adotado o critério do Potencial de Resposta à Adubação, que utiliza a ordem de limitação e o índice de balanço nutricional médio para classificar os índices DRIS dos nutrientes em até cinco categorias: maior insuficiência, insuficiência moderada, equilíbrio, excesso moderado e maior excesso. Este critério foi apresentado no item 'Critério do Potencial de Resposta à Adubação para a interpretação dos índices DRIS, no capítulo 'Diagnose foliar na cultura da manga' desta mesma obra.

Do ponto de vista da avaliação da qualidade dos diagnósticos produzidos pelo DRIS, existe a proposta das medidas de acurácia para avaliação

da utilidade dos diagnósticos (WADT; LEMOS, 2010), a qual foi aplicada em mangueiras para comparar diferentes fórmulas DRIS com o método da Faixa de Suficiências (WADT; SILVA, 2010).

Uma contribuição neste sentido está na pesquisa de Teixeira et al. (2002), que empregaram o procedimento proposto por Beverly e Hallmark (1992) para avaliar o desempenho dos diagnósticos para N e K realizados com base em DRIS e NC.

Por este procedimento, os diagnósticos podem ser confrontados com as respostas das plantas à aplicação de nutrientes observadas em experimento de adubação. Assim, as situações nas quais se diagnosticou a insuficiência foram classificadas como positivas (+), e aquelas em que se diagnosticou o equilíbrio ou excesso foram classificadas como negativas (-). Em função da resposta na produção de frutos à aplicação de N ou K, classificaram-se os diagnósticos obtidos pelo DRIS ou NC como verdadeiros (V) ou falsos (F), resultando nas quatro possibilidades V+, V-, F+ e F-.

A eficiência dos diagnósticos foi então estimada pela soma dos percentuais de diagnósticos verdadeiros (%V+ e %V-). Calculou-se também outro indicador de qualidade definido pela proporção entre diagnósticos verdadeiros e falsos para as situações nas quais se diagnosticou deficiência nutricional (%V+, %F+). Por fim, foi estimada a variação no rendimento possivelmente associada ao método de diagnóstico ($S_d(Y)$); para tanto, incrementos de rendimento com diagnósticos V+ e decréscimos com V- foram somados (respostas previstas pelo diagnóstico), decréscimos no rendimento com F+ e incrementos com F- (respostas não previstas pelo diagnóstico) foram subtraídos, resultando no ganho de produtividade esperada em função do diagnóstico nutricional realizado.

Utilizando esses critérios na avaliação de ensaios de adubação de bananeiras, Teixeira et al. (2002) concluíram que a eficiência dos diagnósticos com DRIS para N foi superior ao diagnóstico fornecido pelo NC, assim como a proporção de diagnósticos de deficiência que se confirmaram com respostas positivas à aplicação de N. Para K, tanto o DRIS como o critério de nível crítico apresentaram desempenhos semelhantes. Além disso, os autores concluíram que a variação líquida no rendimento decorrente da aplicação de N, associada a diagnósticos corretos, foi superior para o DRIS em relação ao NC, enquanto para K não houve diferença entre os

dois critérios de diagnóstico testados.

A adoção deste tipo de avaliação da utilidade dos diagnósticos produzidos, em que se compara a resposta da planta em função da adubação com seu estado nutricional determinado pelo DRIS (ou outro critério de avaliação do estado nutricional), está entre as principais abordagens que precisam ser buscadas nos próximos anos como forma de garantir que, efetivamente, o conhecimento relativo à nutrição mineral de frutíferas seja utilizado como ferramenta eficaz para o aumento da produtividade dos pomares.

5.3 DRIS no manejo da adubação de pomares de cupuaçueiros

O cupuaçueiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.] é uma espécie amazônica em fase de domesticação, sendo cultivada em sistema de monocultivo ou como um dos principais componentes dos sistemas agroflorestais, por adaptar-se bem ao sombreamento.

Os cupuaçueiros são cultivados em pequenos pomares rurais, alcançando 25 mil hectares da cultura na região amazônica, sendo que no Estado de Rondônia existem maiores concentrações de áreas cultivadas com o cupuaçu, como em associações de produtores dos Projetos RECA e PREPAM, localizados nos distritos de Nova Califórnia e Extrema, respectivamente, ambas no município de Porto Velho, onde há aproximadamente 1.000 hectares de Sistemas Agroflorestais (SAFs), que consorciam cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil (RIBEIRO, 2005), como também centenas de hectares de cupuaçu cultivado em monocultivo.

No sistema de produção do cupuaçueiros, as limitações tecnológicas, na atual fase de sua domesticação, estão relacionadas à grande variabilidade genética dos cultivos comerciais, à influência de variação sazonal da produtividade e à suscetibilidade 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 também 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 doses dos nutrientes (60 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 160 kg de K₂O ha⁻¹) pode promover o aumento da produtividade do cupuaçueiro. As aplicações de 60 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O podem dobrar a produtividade dos pomares (AYRES; ALFAIA, 1998), alcançando até 6.250 kg ha⁻¹ (equivalendo a 12 frutos por planta, com média de 15 kg frutos por planta por ano, em condições bem manejadas), quando comparado com pomares que não recebem nenhuma adubação. Entretanto, o excesso de adubação, como 120 kg ha⁻¹ de N ou 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, pode ocasionar importante diminuição na produtividade dos pomares (ALFAIA; AYRES, 2004), indicando a necessidade de uma reposição equilibrada de nutrientes.

Outro fator que afeta a resposta dos cupuaçueiros cultivados em sistemas agroflorestais, por exemplo, ao suprimento de N, é o aporte de NH₄⁺ decorrente da mineralização de materiais orgânicos e da adoção da prática de adubação verde nos pomares (SCHROTH et al., 2001). Por outro lado, estudos tratando da resposta agrônômica dos pomares de cupuaçu quanto a aplicações de outros macronutrientes e dos micronutrientes são ausentes na literatura especializada.

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, os trabalhos recentes têm incluído o monitoramento do estado nutricional das árvores na recomendação de adubação.

Neste sentido, a opção tem sido pela adoção do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (BEAUFILS, 1973) 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 no sistema solo-planta.

O novo sistema de adubação para pomares de cupuaçueiros foi desenvolvido no período de 2009 a 2010 por meio de várias reuniões realizadas com técnicos do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA) do distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho (RO), onde se formalizou um sistema de monitoramento nutricional e de recomendação de adubação para os pomares de cupuaçu.

Estas recomendações aplicam-se a pomares desenvolvidos sob sis-

tema de produção orgânico ou convencional, sendo que, para cada caso, deve-se optar pela fonte de fertilizante mais adequada: ou seja, no sistema orgânico, somente podem ser utilizados como fontes de nutrientes aquelas homologadas pela certificadora orgânica, enquanto no sistema convencional a escolha deve recair para aquela fonte com menor custo unitário por unidade do nutriente, considerado o preço com o frete incluso até o local de sua utilização.

5.3.1 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.

Na fase de implantação, recomenda-se retirar, para cada unidade de produção, uma amostra composta na profundidade de 0 a 25 cm, esta para fins de fertilidade do solo, e outras duas amostras simples, em ponto representativo da área, nas profundidades de 25 a 60 e de 60 a 100 cm, para fins de avaliar impedimentos de ordem física ou química.

Os pomares devem ser implantados, sempre que possível, em áreas com solos profundos, garantindo-se, boa aeração para o desenvolvimento radicular até a profundidade de 100 cm.

Após a implantação dos pomares, a cada 5 anos, recomenda-se retirar amostras compostas de solo na área de projeção das copas do cupuaçueiros e entre as ruas de plantio. Para a interpretação dos resultados das amostras compostas, obtidas na rua ou na projeção da copa, será considerado para fins de adubação NPK, preferencialmente o resultado da análise de solos da projeção da copa e, para fins de correção da acidez do solo, ambas as análises, procurando-se orientar a aplicação de materiais corretivos para que a saturação por bases seja semelhante nas duas áreas do pomar.

5.3.2 Análises foliares

Para a realização da análise foliar, recomenda-se a amostragem de aproximadamente 15 árvores por pomar, coletando-se a terceira folha de

lançamento recém-amadurecidos, a partir do ápice do ramo localizado na altura média da árvore, sempre na posição norte e sul da copa das árvores (COSTA, 2006), totalizando próximo de trinta folhas por pomar. A época indicada para a amostragem corresponde ao período de maior intensidade da floração até o início da formação dos frutos.

Dada a elevada heterogeneidade das árvores de cupuaçu nos pomares comerciais, devem-se excluir da amostragem árvores 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 árvores que apresentem a tendência média do pomar, ou seja, evitando-se amostrar árvores que apresentem um desenvolvimento vegetativo muito superior ao observado para a maioria das árvores do pomar.

Após a coleta, o material foliar deve ser submetido a uma rápida lavagem com água destilada e colocado a secar em estufa de ventilação forçada a 55°C e 65°C, até massa constante.

5.3.3 Padrões para interpretação do estado nutricional de pomares de cupuaçueiros

A interpretação do estado nutricional de cupuaçueiro pode ser feita com base em um conjunto de normas DRIS preliminares, obtidas de dados de pomares cultivados em sistemas agroflorestais e em monocultivos (normas mistas) (DIAS et al., 2010b), para relações multivariadas ou bivariadas entre os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu. Estas normas são disponíveis para relações multivariadas e bivariadas log-transformadas e também para relações bivariadas sem transformação logarítmica (DIAS et al., 2010a).

Essas normas mistas apresentam para N, P e Ca a mesma capacidade preditiva que normas específicas para cupuaçueiros cultivados em sistemas agroflorestais ou em monocultivo. Entretanto, para K e Mg, o uso de normas específicas (pomares em monocultivo avaliados por normas obtidas exclusivamente de pomares com monocultivo) pode apresentar resultados distintos (DIAS et al., 2011a). Não há avaliação para os micronutrientes

Zn, Fe, Mn e Cu quanto à utilização de normas mistas ou específicas.

Para fins práticos, a recomendação para a interpretação do estado nutricional pelo DRIS tem sido a utilização de normas bivariadas mistas e com transformação logarítmica, desde que as normas DRIS sejam periodicamente revistas à medida que maior número de informações sobre o estado nutricional dos pomares (dados de análises foliares) venham sendo agregados ao banco de dados.

5.3.4 Fórmulas DRIS e demais procedimentos para a interpretação do estado nutricional dos pomares de cupuaçueiros

Os diversos procedimentos de cálculo dos índices DRIS têm sido testados (DIAS et al., 2011b; WADT et al., 2011). De acordo com Wadt et al. (2011), os resultados dos diagnósticos obtidos com o uso das fórmulas de Beaufils (1973) e Jones (1981) são semelhantes entre si, diferindo entretanto dos diagnósticos 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 utilizar a fórmula de Beaufils (1973), quando se deseja diminuir os casos de diagnósticos falsos para 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) deve ser recomendada, quando se pretende diminuir o caso de diagnósticos falsos para suficiência (aumentando o número de casos de diagnósticos de insuficiência ou excesso) (DIAS et al., 2011b).

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

5.3.5 Adubação de macronutrientes e micronutrientes para o cupuaçueiro

A recomendação de N, P e K é feita em função das fases de cultivo: plantio, formação e de produção do pomar e foi ajustada a partir da recomendação de Wadt (2005).

Na adubação de plantio, é indicado aplicação de 80 e 10 kg ha⁻¹, de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, sendo misturada ao solo da cova de plantio, independentemente da disponibilidade destes nutrientes no solo. No ano do plantio, devem-se aplicar 30 kg ha⁻¹ de N, divididos em, pelo menos, 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 será variável conforme a utilização de adubação verde (Tabela 2) e da disponibilidade de P e K no solo (Tabelas 3 e 4, respectivamente), em ambos os casos, sem levar em conta o estado nutricional das árvores.

Tabela 2 - Adubação nitrogenada recomendada durante a fase de formação de pomares de cupuaçueiros.

Ano após plantio	N (kg ha ⁻¹)	
	Sem adubação verde	Com adubação verde
Primeiro	20	0
Segundo	40	20
Terceiro	60	20

Para a recomendação da adubação fosfatada, deve-se considerar a disponibilidade do nutriente no solo em função do teor de P disponível pelo extrator Mehlich-1 e do fator capacidade de fosfato (WADT; SILVA, 2011). Para K, a adubação também será variável conforme a disponibilidade de K no solo, pelo extrator Mehlich-1, adotando-se as classes de disponibilidade (em cmol_c dm⁻³): muito baixa (< 0,1), baixa (0,1 a 0,2), média (0,2 a 0,3), boa (0,3 a 0,4) e muito boa (> 0,4).

Para estas adubações da fase de formação dos cupuaçueiros, não se leva em consideração o estado nutricional dos pomares, principalmente pela ausência de padrões nutricionais, o que poderá, no futuro, ser equacionado. Nesta fase, também não estão previstas adubações com micronu-

trientes ou correção da acidez do solo, que, se for necessária, deve ter sido realizada previamente ao plantio em área total e incorporado até os 20 cm de profundidade, quando possível operacionalmente.

Tabela 3 - Adubação fosfatada recomendada durante a fase de formação de pomares de cupuaçueiros

Ano após plantio	Disponibilidade de fósforo do solo				
	muito baixa	baixa	média	boa	muito boa
P ₂ O ₅ em kg ha ⁻¹					
Primeiro	40	30	20	0	0
Segundo	50	40	30	10	0
Terceiro	60	50	40	20	10

Tabela 4 - Adubação potássica recomendada durante a fase de formação de pomares de cupuaçueiros

Ano após plantio	Disponibilidade de potássio do solo				
	muito baixa	baixa	média	boa	muito boa
K ₂ O em kg ha ⁻¹					
Primeiro	30	20	10	0	0
Segundo	50	40	30	10	0
Terceiro	70	60	50	30	10

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

Em relação ao nível de manejo fitotécnico, os pomares são classificados em nível Restrito (R) ou nível Adequado (A), dependendo da intensidade de adoção de práticas de manejo consideradas adequadas para a cultura: presença de poda, permanência de frutos estragados na área de cultivo e limpeza da área, manutenção da cobertura do solo e o cultivo em nível. Também no aspecto fitossanitário, deve ser avaliada a infestação para vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) e broca-do-fruto (*Cono-*

trachellus humeropictus), 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 de nível de manejo R. Esta classificação foi realizada em conjunto com técnicos do projeto RECA, os quais consideraram 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 disponibilidade de nitrogênio 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 de avaliação do estado nutricional para árvores de pomares com manejo Restrito e cinco níveis para árvores de pomares com manejo Adequado (Tabela 5)

Para a adubação com fósforo e potássio, consideram-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 níveis 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, atentando-se para ajustar a quantidade de calcário para ¼ da quantidade indicada para correção da acidez do solo até a profundidade de 20 cm, considerando que seria aplicada a lança, sem incorporação no solo. Também deverá ser feito o ajuste da quantidade aplicada se esta for realizada somente na rua ou na linha de projeção da copa.

Tabela 5. Recomendação de N (kg ha^{-1}) para a adubação de cupuaçueiros em pomares em fase de produção

Manejo	Estado Nutricional quanto ao N	Adubação verde	
		Sem leguminosas	Com leguminosas
		N em kg ha^{-1}	
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

Caso haja indicação de insuficiência de Mg ou de excesso de Ca, deve-se dar preferência para calcários com alto teor de Mg; para situações de excesso de Mg associado à insuficiência de Ca, os calcários com baixo teor de Mg 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 estes nutrientes ou, mesmo, pequenas aplicações de calcário dolomítico, em doses pequenas que não elevem a saturação por bases acima de 70%. Caso seja verificado 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 árvores.

Ainda para estes dois nutrientes (Ca e Mg), se for constatado estado de excesso, deve-se procurar utilizar fontes de NPK que não contenham estes nutrientes em sua composição.

Tabela 6 - Recomendação de P_2O_5 (kg ha^{-1}) para a adubação de cupuaçueiros em pomares em 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} , 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} , 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

Com relação aos micronutrientes Zn, Cu e Mn, se for constatado insuficiência de qualquer um destes nutrientes, deve-se adotar uma das diferentes formulações à base de fertilizantes com micronutrientes, na razão de 1 ml de espalhante adesivo mais o adubo foliar à razão de 3 g ou ml do produto comercial por litro de água, aplicando-se o adubo via foliar. Outra alternativa é suprir aproximadamente 3 a 4 kg ha^{-1} de qualquer um destes nutrientes, utilizando fontes solúveis em água (Zn: sulfato de zinco ou quelato de zinco; Cu: sulfato de cobre ou quelato de cobre; Mn: sulfato manganoso ou quelato de manganês). Para insuficiência de Fe, podem-se também utilizar de 3 a 4 kg ha^{-1} de Fe, na forma de quelato de ferro.

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

Estado nutricional quanto ao K	Disponibilidade de potássio do solo				
	muito baixa	baixa	média	boa	muito boa
	K_2O em $kg\ ha^{-1}$, 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 $kg\ ha^{-1}$, 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

Para Zn, Mn e Cu, tem-se a alternativa da aplicação via solo de óxidos silicatados (FTE), na dose de $40\ kg\ ha^{-1}$ do fertilizante, desde que o valor pH do solo seja inferior a 6 na zona de aplicação (camada superficial na projeção da copa).

Havendo indicação de excesso destes micronutrientes, principalmente Zn, Mn ou Cu, deve-se avaliar a possibilidade de elevar o valor pH do solo via calagem localizada ou a lanço, em toda a área. Para excesso de Fe, verificar se não há problema de drenagem do solo e, se necessário, corrigir com a construção de drenos nas ruas de plantio.

Estas recomendações para micronutrientes são genéricas devido à ausência de informações mais detalhadas sobre a nutrição do cupuaçueiro que possa quantificar melhor as quantidades a serem aplicadas.

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. Neste caso, é importante conhecer o conteúdo de nutrientes das fontes orgânicas, para

que o manejo possa ser feito de forma a proporcionar uma nutrição equilibrada para as árvores.

5.4 DRIS no monitoramento nutricional de pomares de mangueiras

A utilização do DRIS em mangueiras já foi abordado no capítulo "Diagnose Foliar da Cultura da Manga", nesta mesma obra, de modo que serão feitas apenas algumas considerações de ordem mais geral, comparativamente ao programa de adubação que vem sendo recomendado para cupuaçueiros.

Na utilização do DRIS no manejo da adubação em mangueiras, para os nutrientes N, P e K, considera-se a produtividade do pomar, e não o nível de manejo fitotécnico como indicado para o cupuaçueiro. Além disso, para N, consideram-se simultaneamente o teor do nutriente na folha e o equilíbrio nutricional determinado pelo DRIS, não se levando em consideração o manejo com adubação verde.

Por outro lado, para o Ca, o Mg e o S, e os micronutrientes, embora já se tenha normas DRIS para avaliar o estado nutricional das mangueiras quanto a estes elementos, não há até o momento recomendações para o manejo das adubações desses nutrientes com base no estado nutricional determinado pelo DRIS.

Nas pesquisas com o uso do DRIS para avaliação do estado nutricional de mangueiras, o principal esforço tem sido para o desenvolvimento de um conjunto de normas DRIS baseado em um grande volume de dados de monitoramento nutricional dos pomares. Para isto, a estratégia tem sido o desenvolvimento de normas DRIS de forma colaborativa entre a Embrapa Semiárido, a Universidade Estadual da Bahia, profissionais da assistência técnica da CODEVASF para os perímetros de irrigação, além da contribuição de consultores que atuam no manejo nutricional da cultura na região do Submédio Vale do São Francisco.

Nesta cooperação, a Embrapa Semiárido tem coordenado as ações, sendo definidos com a colaboração dos profissionais da assistência técnica

e os consultores, os procedimentos adotados na amostragem de folhas das mangueiras, inclusive quanto à padronização dos dados obtidos a respeito das informações sobre variedades, espaçamento, idade das árvores, produtividade, sistema de irrigação, entre outras informações.

Estes dados estão sendo cadastrados em banco de dados MySQL, disponível pela Internet e vinculado ao sistema DRIS, também acessível pela Internet.

Os dados são disponibilizados aos profissionais envolvidos no projeto por meio de geração das normas que podem ser obtidas pelo próprio sistema DRIS. Esta abordagem preserva informações críticas do profissional envolvido no projeto, porém permite que os dados do monitoramento nutricional sejam compartilhados cooperativamente por intermédio de suas estatísticas básicas (as quais se constituem nas próprias normas DRIS).

Estritamente do ponto de vista da ferramenta DRIS, o sistema é o mesmo utilizado para a adubação de pomares de cupuaçueiros em Rondônia; porém, sua aplicação tem sido diferente, à medida que, para o desenvolvimento das normas DRIS para a avaliação nutricional de cupuaçueiros na Amazônia, há apenas o envolvimento de produtores de uma associação local, enquanto no caso das normas DRIS para mangueiras, na região do Submédio Vale do São Francisco, estão sendo envolvidos diversos profissionais de vários municípios dos Estados da BA e de PE.

No futuro próximo, espera-se que, com a definição do melhor conjunto de normas DRIS, seja possível avançar também na modelagem das fórmulas DRIS (WADT et al., 2007) e na avaliação da acurácia dos diagnósticos nutricionais (WADT; SILVA, 2010).

5.5 Considerações finais

As pesquisas com o uso do DRIS em frutíferas têm avançado bastante na última década, tanto pela incorporação de novas metodologias na avaliação nutricional destas plantas, como pela integração do diagnóstico nutricional proporcionado pelo DRIS com a interpretação da análise de solos, ampliando consideravelmente as possibilidades de um manejo mais adequado para adubações.

5.6 Literatura citada

- 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**, v.26,p.320-325, 2004.
- AYRES, M. I. da C.; ALFAIA, S.S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçueiro em sistemas agroflorestais da Amazônia ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.957-963, 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. 132p. (**Soil Science Bulletin**, 1).
- BEVERLY, R.B. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. **Journal of Plant Nutrition**, v.10, p.901-920, 1987.
- BEVERLY, R.B.; HALLMALK, W.B. Prescient diagnostic analysis: a proposed new approach to evaluating plant nutrient diagnostic methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.23, p.633-640. 1992.
- COSTA, E.L. da. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central**. Manaus, Universidade Federal do Amazonas, 2006. 82p. (Dissertação de Mestrado).
- 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 cupuaçueiros comerciais. **Acta Amazonica**, v.40, p.37-40, 2010a.
- DIAS, J.R.M. ; PEREZ, D.V. ; SILVA, L.M. ; LEMOS, C.O. ; WADT, P.G.S. Normas DRIS para cupuaçueiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.64-71, 2010b.
- DIAS, J.R.M. ; WADT, P.G.S.; FOLLE, F.A.; SOLINO, J.S. ; DELARME LINDA, E.A.; TAVELLA, L.B. Potencial de resposta à adubação para N, P, K, Ca e Mg em cupuaçueiros avaliados por diferentes normas DRIS. **Acta Amazonica**, v.41, p.77-82, 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**, v.35,p.2083-2091,2011b
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, v.76, p.466-470, 1984.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; MOREIRA, A.; GUIMARÃES, C.M. Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.32, p.1.044-1.064, 2009.
- GUINDANI, R.H.P.; ANGHINONI, I.; NACHTIGALL, G.R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de**

- Ciência do Solo**, v.33, p.109-118, 2009.
- 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, p.785-794, 1981.
- LETZSCH, W.S. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, p.339-347, 1985.
- LOPES, C.M.D.A.; SILVA, N.M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Cointrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, p.45-49, 1998.
- MOURÃO FILHO, F.A.A.; AZEVEDO, J.C.; NICK, J.A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p.185-192, 2002.
- MOURAO FILHO, F.A.A. DRIS: concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. **Scientia Agricola**, v. 61, p.550-560, 2004.
- MOURÃO FILHO, F.A.A.; AZEVEDO, J.C. DRIS norms for 'Valencia' sweet orange on three rootstocks. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38,p.85-93, 2003.
- NACHTIGALL, G.R.; DECHEN, A.R. Dris norms for evaluating the nutritional state of apple tree. **Scientia Agricola**, v.64, p.282-287, 2007.
- NICK, J.A. DRIS para cafeeiros podados. Piracicaba:USP/ESALQ, 1998. 86p. (Dissertação – Mestrado).
- PARENT, L.E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p.321-334, 2011.
- PARENT, L.E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, v.117, p.239-242, 1992.
- RIBEIRO, G. D. (editor). Cultivo do Cupuaçu em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 2005 (Versão eletrônica Sistema de Produção, 9). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cupuacu/CultivodoCupuacuRO/index.htm>>. Acesso em: 03 jan 2012.
- RIBEIRO, G. M. **Avaliação de metodologias na diagnose nutricional do melão cantaloupe irrigado na Chapada do Apodi-RN**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido. 2008. 86p. (Dissertação Mestrado).
- RODRIGUEZ, V.; SILVA, A. da; RODRIGUES, O. Balance nutricional y número de hojas como variables de predicción del rendimiento del plátano Hartón. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.175-177, 2005.
- SANTOS, A.L.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A.J.C. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.330-334, 2004.

- SCHROTH, G.; ELIAS, M.E.A.; MACÊDO, J.L.V.; D'ANGELO, S.A.; LIBERREI, R. Growth, yields and mineral nutrition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) in two multi-strata agroforestry systems on a ferrallitic Amazonian upland soil at four fertilization levels. **Journal of Applied Botany**, v.75, p.67-74, 2001.
- SILVA, J.T.A. de; CARVALHO, J.G. de. Estabelecimento de normas DRIS para bananeira 'Prata-Anã' (AAB) sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30,p.43-51,2006.
- SOUZA, R.F.; LEANDRO, W.M.; SILVA, N.B.; CUNHA, P.C.R.; XIMENES, P.A. Diagnose nutricional pelos métodos DRIS e Faixas de Concentração para algodoeiros cultivados sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.220-228, 2011.
- TEIXEIRA, L.A.J.; SANTOS, W.R. dos; BATAGLIA, O.C. Diagnose nutricional para nitrogênio e potássio em bananeira por meio do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e de níveis críticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.530-535, 2002.
- TEIXEIRA, L.A.J.; ZAMBROSI, F.C.B.; BETTIOL NETO, J.E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no Estado de São Paulo: Normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.613-620, 2007.
- TERRA, M.M.; GERGOLETTI, I.F. PIRES, E. J.P.; BOTELHO, R.V.; SANTOS, W.R. dos; TECCHIO, M.A. Avaliação do estado nutricional da videira 'itália' na região de São Miguel Arcaño-SP, usando o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.710-716, 2007.
- TERRA, M.M.; GUILHERME, M.A.S.; SANTOS, W.R. dos; PIRES, E.J.P.; ROMMER, C.V.; BOTELHO, R. V. Avaliação do estado nutricional da videira 'itália' na região de Jales-SP, usando o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.309-314, 2003.
- WADT, P.G.S.; LEMOS, C.O. Medidas de acurácia para diagnósticos nutricionais e seu impacto no manejo das adubações. In: PRADO, R.M.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CORREIA, M.A.R.; PUGA, A.P. (Org.). **Nutrição de plantas**. diagnose foliar em hortaliças. 1.ed. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2010, v.1, p. 213-236.
- WADT, P.G.S.; SILVA, D.J. Acurácia do diagnóstico nutricional de pomares de mangueiras obtidos por três fórmulas DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p.1.180-1.188, 2010.
- WADT, P.G.S. Recomendação de Adubação para as Principais Culturas. In: WADT, P. G. S. (Org.). **Manejo do Solo e Recomendação de Adubação para o Estado do Acre**. 1.ed. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005, v. 1, p. 491-635.
- 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. 4p. (Circular Técnica).

- WADT, P.G.S.; DIAS, J.R.M.; PEREZ, D.V.; LEMOS, C.L. Fórmulas DRIS para o diagnóstico nutricional de pomares de cupuaçueiros. **Bragantia**, v.70, p.649-656, 2011.
- WADT, P.G.S.; SILVA, D.J.; MAIA, C.E.; TOME JÚNIOR, J.B.; COSTA PINTO, P.A. da; MACHADO, P.L.O. de A. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.57-64, 2007.
- WALWORTH, J.L.; SUMMER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, v.6, p.149-188, 1987.