

Manejo dos solos e a sustentabilidade da produção agrícola na Amazônia Ocidental

II Reunião de Ciência do Solo da Amazônia Ocidental

Editores

Paulo Guilherme Salvador Wadt

Alaerto Luiz Marcolan

Stella Cristiani Gonçalves Matoso

Marcos Gervasio Pereira

9. MANEJO NUTRICIONAL DE CAFEEIROS CLONAIIS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Jairo Rafael Machado Dias¹; Raquel Schmidt²; Danielly Duberstein¹; Paulo Guilherme Salvador Wadt³; Marcelo Curitiba Espindula³; Fábio Luiz Partelli⁴; Daniel Vidal Perez⁵

¹Universidade Federal de Rondônia; ²Universidade Federal do Acre; ³Embrapa Rondônia; ⁴Universidade Estadual do Espírito Santo; ⁵Embrapa Solos

Introdução

A implantação da cafeicultura na região na Amazônia Ocidental iniciou em Rondônia a partir de meados da década de 1980, impulsionada pela intensa imigração de trabalhadores e agricultores originários da região sul e sudeste do país.

Os primeiros cultivos foram com cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. (cafeeiro arábica), mas a influência de imigrantes originários do Espírito Santo influenciou na introdução de cafeeiros da espécie *Coffea canephora*. A premissa para a introdução de cafeeiros canéfora foi sua melhor adaptação ao clima quente e úmido da região, além de fatores culturais associados com a experiência destes agricultores em sua região de origem.

Os primeiros materiais de canéfora introduzidos foram do grupo botânico 'Conilon'; posteriormente, foram introduzidos outros materiais como cafeeiros dos grupos botânicos 'Robusta', 'Guarini' e 'Apoatã' (MARCOLAN et al., 2009; ROSA NETO; COLLARES, 2006). Como resultado destas introduções, diferente do estado do Espírito Santo onde predominantemente cultivava-se o cafeeiro 'Conilon', em Rondônia cultivam-se híbridos de fecundação natural desses diversos grupos botânicos, o que tem sido conhecido como cafeeiro canéfora.

Enquanto que nos demais estados da Amazônia Ocidental a cafeicultura pouco se desenvolveu, em Rondônia essa atividade compõe uma das principais fontes de renda do meio rural, envolvendo aproximadamente vinte e dois mil produtores. Sua expressão econômica coloca Rondônia como o segundo maior produtor nacional desta espécie, atrás apenas do Espírito Santo, embora ainda com baixa produtividade média ($16,4 \text{ sacas ha}^{-1}$) quando comparada à média nacional ($23,1 \text{ sacas ha}^{-1}$) (CONAB, 2014).

Entre os motivos elencados para a baixa produtividade da cafeicultura rondoniense citam-se, às práticas culturais inadequadas, à baixa fertilidade natural dos solos e o baixo uso de tecnologias e insumos (CONAB, 2014). Contudo, a região passa atualmente por um processo de renovação do parque cafeeiro onde a principal característica desta renovação tem sido a utilização de mudas clonais (propagação via estacas), em substituição às tradicionais mudas propagadas por sementes.

A utilização de clones na formação de lavouras cafeeiras apresenta vantagens competitivas sobre a cafeicultura seminal, entre elas a precocidade de produção, facilidade na realização dos tratos culturais, elevadas produtividades, maior tamanho de grãos, maior uniformidade de maturação dos frutos e melhor qualidade dos grãos e escalonamento da colheita (ciclo precoce, médio, tardio e supertardio) (ESPINDULA; PARTELLI, 2011).

Os plantios formados a partir de mudas clonais são caracterizados pela presença de poucos genótipos, o que facilita o manejo cultural por permitir a formação de lavouras uniformes quanto ao fenótipo e a necessidade de tratos culturais. Apesar, desta constante preocupação em relação à renovação do parque cafeeiro rondoniense, informações sobre o manejo nutricional dessas novas lavouras clonais, ainda são escassas.

Neste contexto, o manejo nutricional das plantas a partir da análise foliar do cafeeiro apresenta-se como alternativa por ser uma técnica de simples adoção e por possibilitar a obtenção direta de padrões nutricionais pelo monitoramento de lavouras comerciais (DIAS et al., 2013a).

Neste sentido, neste trabalho foram sugeridos novos padrões nutricionais para cafeeiros clonais cultivados em Rondônia e feita recomendação de manejo nutricional com base na avaliação do estado nutricional.

Amostragem foliar

As folhas do cafeeiro canéfora são os principais órgãos utilizados para a diagnose do estado nutricional das plantas. Isto porque, é neste órgão onde ocorrem às principais reações metabólicas da planta, além das alterações fisiológicas decorrentes de distúrbios nutricionais serem mais evidentes comparativamente a outros tecidos. Ainda o tecido foliar responde melhor às variações no suprimento do nutriente pelo solo, ou via adubações (MALAVOLTA et al., 1997).

Assim, o monitoramento do estado nutricional consiste na amostragem de um número representativo de folhas da lavoura a ser monitorada. Essas folhas são depois submetidas à análise química para a determinação dos teores dos nutrientes contidos nos tecidos foliares. Neste processo, os procedimentos analíticos estão bem estabelecidos e podem ser realizados rotineiramente por diversos laboratórios de análises de solos e plantas.

O processo crítico consiste na amostragem das folhas. Essa amostragem comumente é realizada quando a maior parte das plantas da lavoura encontra-se na fase fenológica do “grão chumbinho”, aproximadamente entre duas a seis semanas após a antese (RONCHI; DAMATA, 2007).

Em uma gleba homogênea quanto ao tipo de solo, sistema de cultivo, densidade de plantio, idade, manejo da adubação, selecionam-se aproximadamente 25 plantas ao acaso, retirando-se de cada planta quatro pares de folhas que estejam localizadas na terceira ou quarta posição de lançamento a partir do ápice dos ramos produtivos (plagiotrópicos). Cada par de folhas é retirado em um dos quatro pontos cardeais e sempre na altura mediana da copa (MALAVOLTA et al., 1997) (Figura 1).



Foto: Marcelo Curitiba Espindula

Figura 1. Detalhe do local de coleta da amostra foliar em cafeeiros canéfora.

Feita a amostragem das folhas, essas devem ser previamente limpas para retirada da poeira e colocadas imediatamente a secar, ao sol, dentro de sacos de papeis, ou preferencialmente, em estufa de secagem. A seguir, devem ser encaminhadas para laboratório de análises de plantas, para a determinação dos teores de nutrientes.

O laudo laboratorial consiste na informação sobre os teores dos nutrientes encontrados nas folhas. Esses teores podem ser interpretados de diferentes formas, seja comparando-se os teores observados em lavouras produtivas e improdutivas, seja comparando-se com valores tabelados ou mesmo, comparando a relação entre os nutrientes na lavoura com valores padrões, por meio de fórmulas matemáticas específicas. A interpretação mais frequente consiste na comparação dos valores obtidos de amostras foliares coletadas em cultivos comerciais com padrões de referência disponíveis em literatura específica (MALAVOLTA et al., 1997; KURIHARA et al., 2005; BRAGANÇA et al., 2007a; PARTELLI et al., 2006).

Métodos para interpretação da análise química foliar

Para a interpretação dos resultados da análise química foliar, os principais métodos são aqueles que comparam diretamente os nutrientes (método do nível crítico e da faixa de suficiência) ou que comparam os nutrientes por meio de relações entre dois ou mais nutrientes (método do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS e método da Diagnose da Composição Nutricional – CND).

Faixa de suficiência e nível crítico

O nível crítico (NC) e a faixa de suficiência (FS) estão entre os métodos mais empregados para interpretação da análise química foliar. Embora haja diferentes conceituações, se aceita que o NC corresponda ao teor nutricional no tecido foliar que esteja associado a 90% do crescimento e produtividade máxima. A FS compreende o intervalo da concentração nutricional foliar que ocorre entre 90 e 100% do crescimento ou produtividade máxima obtida (KURIHARA et al., 2005) (Figura 2).

Tradicionalmente a FS e NC são obtidos por meio de ensaios de calibração, que devem ser executados em diversos anos e locais e necessitam representar com precisão as condições tecnológicas da cultura. E, isso onera o custo para o estabelecimento dos padrões nutricionais, principalmente tratando-se de culturas perenes. Esses padrões são obtidos a partir de plantas saudáveis e produtivas em experimentos com repetições e controle local (PRADO et al., 2008).

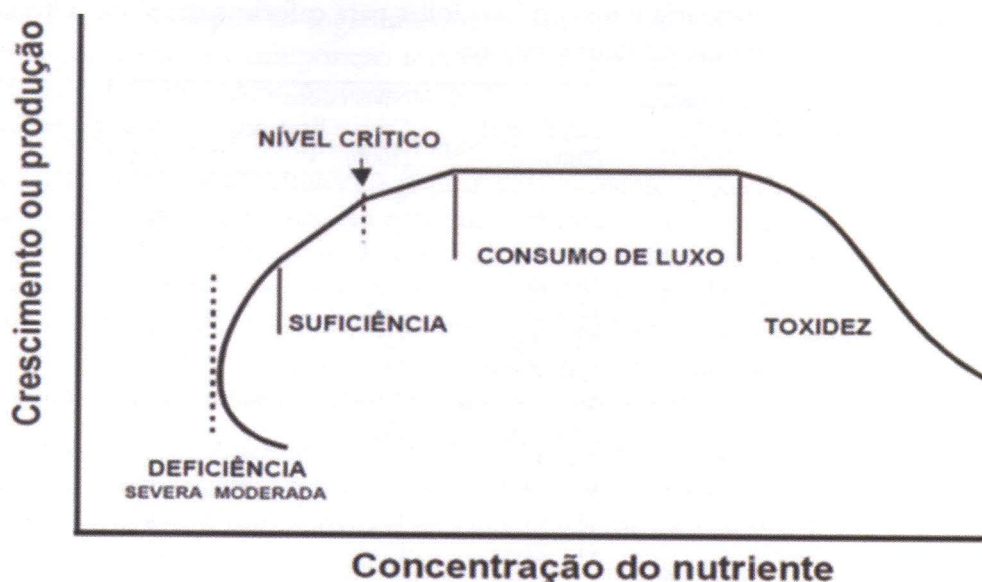


Figura 2. Relação teórica entre a concentração do nutriente no tecido e o crescimento ou produção da planta ou cultura agrícola. Adaptado de Malavolta et al (1997).

A principal limitação para o uso do NC e FS na avaliação nutricional ocorre pela forte influência dos fatores ambientais sobre a taxa de acúmulo de biomassa, tanto nas plantas sob diagnose como naquelas utilizadas para o estabelecimento da curva de calibração, o que afeta as concentrações nutricionais no tecido foliar proporcionando efeitos de diluição e, ou concentração no tecido foliar (JARREL; BEVERLY, 1981). Estes efeitos contribuem para inconsistências na diagnose, principalmente quando se utilizam padrões nutricionais obtidos de locais e condições de manejo das lavouras cafezeiras distintas da Amazônia Ocidental, como aqueles padrões nutricionais para cafeeiros canéfora propostos para o Espírito Santo e, adotados comumente em Rondônia (Tabela 1).

Apesar dos métodos da FS e NC terem sido aplicados com sucesso na cafeicultura, principalmente pela facilidade na interpretação da análise foliar, o tempo e custo elevados para obtenção desses valores padrões são os principais inconvenientes, além de limitações na sua aplicação para cafeeiros cultivados em Rondônia, pois seria necessário que as condições de crescimento das plantas sob diagnose fossem semelhantes àsquelas utilizadas na obtenção da curva de calibração (FAGERIA et al., 2009). Alternativamente, os métodos DRIS e CND têm sido propostos como ferramentas para identificar de forma acurada o impacto de um determinado nutriente sobre a produtividade do cafeeiro canéfora (PARTELLI et al., 2005; 2007; WADT; DIAS, 2012a).

Tabela 1. Faixa de suficiência e nível crítico foliar para cafeeiros canéfora cultivados no Espírito Santo, segundo diferentes autores

Nutrientes	Faixa de suficiência	Partelli et al. (2006)	Nível crítico	
	Bragança et al. (2007b)		Costa e Bragança (2000)	Prezotti e Furlin (2007)
	-----b-----g kg ⁻¹ -----			
N	29 – 32	26 – 29	30	27
P	1,2 – 1,6	1,5 – 1,7	1,2	1,2
K	20 – 25	15 – 19	21	21
Ca	10 – 15	12 – 15	14	14
Mg	3,5 – 4,0	2,9 – 4,2	3,2	3,2
S	2,0 – 2,5	1,8 – 2,3	2,4	2,4
	-----mg kg ⁻¹ -----			
Fe	120 – 150	69 – 155	131	131
Zn	10 – 15	8 – 10	12	12
Mn	60 – 80	50 – 98	69	69
B	50 – 60	45 – 63	48	48
Cu	10 – 20	11 – 21	11	11

Métodos DRIS e CND

Diferentemente dos métodos tradicionais (NC e FS), com o método DRIS para o estabelecimento dos valores padrões não há necessidade de estabelecer rígido controle experimental para as condições ecofisiológicas do local de crescimento das plantas tomadas como referência. Desta forma, os valores padrões (normas de referência) para o DRIS tornam-se mais fáceis para se desenvolver, podendo ser obtidos de cultivos comerciais (PARTELLI et al., 2005; WADT; DIAS, 2012).

A não exigência de experimentação pelo método DRIS no estabelecimento das normas de referência diminui significativamente o custo e o tempo necessário para a obtenção dos padrões de referência nutricional, de modo que tem motivado, cada vez mais, pesquisas com DRIS para culturas perenes na região Amazônica, como, por exemplo, a pimenta-longa no estado do Acre (WADT et al., 2012), laranjeira no Amazonas (DIAS et al., 2013a; 2013b; 2013c), cupuaçuzeiro (DIAS et al., 2010a; 2010b; 2011) e o próprio cafeeiro (WADT; DIAS, 2012), ambos em Rondônia.

O método DRIS foi proposto por ser capaz de realizar diagnósticos nutricionais independentes das condições locais de crescimento das plantas ou das condições de desenvolvimento fenológico da cultura sob diagnose (BEAUFILS, 1973), pelo uso de relações nutricionais bivariadas (BEAUFILS, 1973) ou multivariadas (PARENT, 2011) que minimizam as variações nos teores nutricionais resultantes de diferentes taxas de acumulação de biomassa (WADT, 2008).

O método DRIS tradicional utiliza relações bivariadas ($N/P=16,3$; $N/K= 0,96$ e $N/Ca= 1,40$ com seus respectivos desvios padrão, por exemplo) para a diagnose foliar (BEAUFILS, 1973). No entanto, uma variação deste método proposta por Parent e Dafir (1992) sugere a utilização de relações multivariadas ($\ln(N/mGeo) = 1,57$; $\ln(P/mGeo) = -1,19$; $\ln(K/mGeo) = 1,63$ com seus respectivos desvios padrão,

onde Ln, corresponde ao logarítmico neperiano da relação multivariada e mGeo a média geométrica da composição nutricional, o que se convencionou denominar de Diagnose da Composição Nutricional (CND).

O método CND comparativamente ao DRIS mostra-se mais vantajoso por considerar a interação simultânea de todos os nutrientes, e não apenas as interações duais como no DRIS propriamente dito, além de ser menos complexo em seus cálculos. E, isso aliado a um melhor embasamento estatístico, quando se usa princípios da análise do componente principal, propicia maior potencial para melhorar a diagnose foliar (KURIHARA et al., 2005). O método CND apresenta como desvantagem a impossibilidade de se utilizar seus padrões nutricionais para número de nutrientes distintos daqueles utilizados na obtenção dos valores de referência.

Ainda, ambos os métodos (DRIS e CND) possibilitam o ordenamento do grau de limitação dos nutrientes (desde o mais limitante até o mais excessivo), apresentam os resultados em escala normatizada e seus índices são de fácil interpretação.

Neste texto, será abordado o método CND para avaliação do estado nutricional do cafeeiro canéfora.

Estabelecimento de padrões nutricionais

Normas CND

As normas CND são basicamente as estatísticas média e desvio padrão de um conjunto de lavouras consideradas como a população de referência (WADT et al., 2012).

Essa população de referência pode ser identificada com base em diferentes critérios, como para cupuaçuzeiros cultivados na Amazônia que se considerou o estado sanitário, qualidade do manejo fitotécnico e tipo do sistema de produção (monocultivo e sistemas agroflorestais) (DIAS et al., 2010a); ou como para pomares de laranjeiras no estado do Amazonas (DIAS et al., 2013c) e lavouras cafeeiras de Rondônia (WADT; DIAS, 2012) onde se utilizou diferentes conjuntos de lavouras baseados na produtividade comercial. Entretanto, comumente lavouras de alta produtividade na definição da população de referência (PARTELLI et al., 2006; 2007; DIAS et al., 2013a).

Todo conjunto de normas CND ou DRIS são tidas preliminares, à medida que o contínuo monitoramento nutricional acrescenta novas informações ao banco de dados e portanto, novas estatísticas podem ser obtidas. No momento, sugere-se para cafeeiros clonais (*Coffea canephora*) cultivados na Amazônia Ocidental um conjunto de normas CND, obtidas a partir da média aritmética e desvio padrão das relações multivariadas de 124 lavouras comerciais de monitoramento realizado na fase fenológica do “grão chumbinho” nos municípios de Alta Floresta D'Oeste, Alto Alegre dos Parecis e Nova Brasilândia D'Oeste, na safra 2013/2014 (Tabela 2).

Tabela 2. Normas CND foliares: N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn e matéria seca (MS) para cafeeiros clonais (*Coffea canephora*) na fase fenológica do “grão chumbinho” cultivados em Rondônia

Parâmetro	mN	mP	mK	mCa	mMg	mB	mCu	mFe	mMn	mZn	mMS
Média	3,42	0,44	2,98	2,47	0,99	2,99	-3,93	2,67	-2,74	-5,05	7,09
Desvio padrão	0,13	0,23	0,21	0,19	0,29	0,20	0,25	0,34	0,55	0,09	0,08

Fonte: Autores – informações não publicadas.

Esse conjunto de normas CND pode ser utilizado em planilhas eletrônicas ou softwares específicos, para a obtenção dos índices CND.

O índice CND é um indicador que quanto menor for seu valor, maior será a deficiência nutricional do elemento monitorado comparativamente aos demais nutrientes envolvidos na diagnose. No entanto, quando o índice CND for alto e positivo, indica excesso relativo do nutriente, em relação aos demais nutrientes avaliados.

Outro critério adotado na interpretação dos índices CND consiste no método do potencial de reposta a adubação (PRA) que agrupa os nutrientes em cinco classes quanto ao estado nutricional (maior insuficiência, insuficiência, equilibrado, excesso e maior excesso) (WADT, 2005). Outros autores preferem utilizar o intervalo entre $\pm 2/3$ do desvio padrão (DP) dos índices CND das amostras foliares sob diagnose para determinação da amplitude do equilíbrio nutricional. De modo que neste último caso, amostras foliares que apresentem índices CND, em módulo fora do intervalo de $\pm 2/3$ do DP são consideradas em condições de desequilíbrio nutricional, seja pela deficiência ou excesso nutricional (BEAUFILS, 1973).

Faixas de suficiência e nível crítico

Para a estimativa da faixa de suficiência (FS) e do nível crítico foliar (NC) pelo método DRIS comumente utilizam-se conjuntos de plantas em condições de equilíbrio nutricional, entretanto por meio de abordagens distintas (KURIHARA et al., 2005). Por exemplo, Partelli et al. (2007) utilizaram a média aritmética $\pm$ Desvio padrão das concentrações foliares das lavouras com produtividade igual ou superior a 50 sacas kg^{-1} de café beneficiado para estimativa da FS em dois períodos de amostragem.

De forma distinta Farnezi et al. (2009) relacionaram a concentração foliar com o respectivo índice DRIS do nutriente, tomando-se como base o fato de que o teor ótimo corresponde ao valor do índice que representa o equilíbrio nutricional, ou seja, zero. Outra abordagem interessante para estimativa da FS e NC foliar pelo método DRIS trata-se da utilização do intervalo de confiança – IC ($P \geq 0,05$ ou $P \geq 0,01$) da concentração foliar para cada um dos nutrientes, utilizando-se como base o conjunto de plantas nutricionalmente equilibradas determinadas pelo método CND (DIAS et al., 2013b).

Atualmente em Rondônia está sendo finalizada uma dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre, sob orientação e co-orientação de pesquisadores da Embrapa Rondônia, da Fundação Universidade Federal de Rondônia respectivamente, que versa o tema “Aplicação do método DRIS no cultivo de cafeeiros clonais na Amazônia Ocidental”, que por si tem como um dos objetivos específicos, além de estabelecer normas CND (descrito anteriormente), disponibilizar para Rondônia o nível crítico foliar e a faixa de suficiência nutricional para cafeeiros clonais (*Coffea canephora*) cultivados em Rondônia sem considerar a especificidade do genótipo (Tabela 3).

Tabela 3. Nível crítico foliar e faixa de suficiência nutricional para cafeeiros clonais (*Coffea canephora*) cultivados em Rondônia, na fase fenológica do “grão chumbinho”, estimados pelo método CND, a partir de 124 amostras foliares (n = número de lavouras envolvidas para estimativa)

Nutrientes	N	Nível crítico	Faixa de suficiência
N (g kg ⁻¹)	78	24	24 – 25
P (g kg ⁻¹)	72	1,1	1,1 – 1,3
K (g kg ⁻¹)	62	15	15 – 16
Ca (g kg ⁻¹)	65	9	9 – 10
Mg (g kg ⁻¹)	72	1,9	1,9 – 2,3
B (mg kg ⁻¹)	78	38	38 – 41
Cu (mg kg ⁻¹)	66	15	15 – 16
Fe (mg kg ⁻¹)	95	52	52 – 58
Mn (mg kg ⁻¹)	53	51	51 – 65
Zn (mg kg ⁻¹)	61	4,9	4,9 – 5,3

Fonte: Autores – Informações não publicadas.

Dessa forma, considera-se como faixa normal a amplitude do IC, expressando-se os resultados em g kg⁻¹ e mg kg⁻¹ para macro e micronutrientes, respectivamente. Os teores de nutrientes foliares das amostras sob diagnose quando abaixo e acima dos limites inferior e superior do IC representam deficiência e excesso nutricional (consumo de luxo e, ou, toxidez), respectivamente. E, o limite inferior da faixa normal pode ser considerado como uma estimativa NC do nutriente, pois representa o limite entre acima do qual a probabilidade de resposta à adubação é mínima.

Perspectivas para o futuro da aplicação do DRIS na cafeicultura clonal

Estabelecimentos de padrões nutricionais específicos por genótipos (clones)

A renovação das lavouras cafeeiras de Rondônia tem sido feita com a introdução de mudas propagadas vegetativamente nas novas lavouras, conhecidas como mudas clonais. Neste sistema de cultivo comumente utiliza-se apenas um clone em toda extensão da linha de plantio, variando-se os genótipos entre as entrelinhas (sistema

clone em linha). Esse manejo permite maior facilidade no manejo cultural, principalmente nas práticas fitossanitárias, podas, desbrotas e no escalonamento da colheita (ESPINDULA; PARTELLI, 2011).

Com a renovação gradativa do parque cafeeiro de Rondônia a partir da adoção do sistema clone em linha, pode ser necessária a definição de padrões nutricionais específicos para cada genótipo, dada as diferenças fenotípicas entre os diferentes clones, principalmente no ciclo de maturação, nas demandas nutricionais, e nos diferentes períodos e taxas de acúmulo de nutrientes pelos frutos em sua fase de crescimento e maturação. Segundo Gomes (2013), o estabelecimento de padrões nutricionais a partir do conjunto de genótipos (variedade clonal) pode diminuir a precisão da diagnose foliar, o que normalmente reflete-se em perdas econômicas.

No estado do Espírito Santo, por exemplo, pesquisas avançam avaliando o estabelecimento de padrões nutricionais específicos por genótipo, o que garante equilíbrio nutricional para cada clone separadamente (Tabela 4).

Tabela 4. Concentrações nutricionais foliares e coeficiente de variação (CV) de 20 lavouras constituídas por sete genótipos de *Coffea canephora* var. Vitória Incaper 8142 em cafeeiros com produtividade acima de 100 sacas ha⁻¹ de café beneficiado

Nutrientes	Genótipos (clones)							CV
	5V	6V	8V	9V	10V	12V	13V	
N	26,32b	27,02b	28,77a	29,08a	26,56b	29,89a	27,82b	8,7
P	1,15b	1,26b	1,43a	1,43 a	1,24b	1,31b	1,37a	15,3
K	15,92a	15,75a	16,90a	15,87 a	16,41a	14,70a	15,84a	18,3
Ca	15,21c	14,74c	21,16a	17,78b	22,30a	20,89a	15,34c	17,8
Mg	2,60c	3,25b	3,75a	3,28b	3,47a	3,68a	3,17b	21,6
S	1,06d	1,31c	1,77a	1,64b	1,08d	1,86a	1,42c	18,4
B	78,40b	65,35b	86,25a	93,25a	77,05b	86,10a	73,16b	26,2
Cu	11,00a	10,70a	14,85a	14,15a	11,21a	14,45a	15,53a	50,2
Fe	118,30a	96,55a	105,10a	115,10a	106,70a	115,80a	86,68a	36,1
Mn	119,60a	115,20a	111,70a	130,70a	128,20a	112,70a	115,40a	58,6
Zn	9,60a	9,950a	13,45a	11,25 a	11,95a	12,90a	10,37a	52,5

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Adaptado de Gomes (2013). Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em g kg⁻¹ e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) em mg kg⁻¹.

Dentre os sete genótipos da variedade Vitória Incaper 8142 observam-se as maiores variações nutricionais para os macronutrientes, em especial Ca, Mg e S. Para K, e os micronutrientes, com exceção do B as demandas nutricionais foram semelhantes entre os genótipos.

Ressalta-se que o estabelecimento de padrões nutricionais para cada genótipo pode proporcionar melhor ajuste entre as exigências nutricionais e o desenvolvimento de cada genótipo (GOMES, 2013).

Neste sentido, uma possibilidade para o futuro será a obtenção de padrões nutricionais específicos para cada tipo de clone; entretanto, a viabilidade técnica desta prática ainda não está definida, uma vez que não se pode afirmar que os diagnósticos

nutricionais produzidos por cada clone resultam em maior quantidade de diagnoses corretas em relação ao uso de padrões mais genéricos.

Além, disto, ressalva-se que esta abordagem não é condizente com o propósito da utilização de relações nutricionais como nos métodos DRIS e CND, que teriam o efeito de reduzir variações atribuídas a fatores não nutricionais. Por exemplo, ao se fazer a relação dos teores médios de N (tabela 4) com os teores médios dos demais nutrientes (tabela 4), obtém-se as relações bivariadas de N com os demais nutrientes (Tabela 5).

Tabela 5. Relações nutricionais de N com os demais nutrientes em 20 lavouras constituídas por sete genótipos de *Coffea canephora* var. Vitória Incaper 8142 em cafeeiros com produtividade acima de 100 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (Adaptado de Gomes, 2013). Valores adimensionais

Nutrientes	Genótipos (clones)						
	5V	6V	8V	9V	10V	12V	13V
N/P	22,88696	21,44444	20,11888	20,33566	21,41935	22,81679	20,30657
N/K	1,653266	1,715556	1,702367	1,832388	1,618525	2,033333	1,756313
N/Ca	1,73044	1,833107	1,359641	1,635546	1,191031	1,430828	1,813559
N/Mg	10,12308	8,313846	7,672	8,865854	7,654179	8,122283	8,776025
N/S	24,83019	20,62595	16,25424	17,73171	24,59259	16,06989	19,59155
N/B	0,335714	0,413466	0,333565	0,31185	0,344711	0,347154	0,380262
N/Cu	2,392727	2,525234	1,937374	2,055124	2,369313	2,068512	1,791372
N/Fe	0,222485	0,279855	0,273739	0,25265	0,248922	0,258117	0,320951
N/Mn	0,220067	0,234549	0,257565	0,222494	0,207176	0,265217	0,241075
N/Zn	2,741667	2,715578	2,139033	2,584889	2,222594	2,317054	2,682739

Calculando-se a magnitude da diferença percentual entre a média do teor em cada clone com o teor médio obtido para o conjunto dos clones, tanto para os teores nutricionais dos nutrientes como para as relações bivariadas do N com os demais nutrientes, obtém-se a variação percentual de cada variável em relação ao valor médio encontrado para o conjunto dos clones (Tabela 6).

A relação bivariada implica em duas fontes de variação (por exemplo, a relação N/P varia em função de N e de P), enquanto que o teor nutricional consiste de uma relação univariada em que se sua variação é atribuída somente ao nutriente sendo avaliado (por exemplo, o teor de N varia apenas em função das variações de N no tecido amostrado).

Entretanto, de modo geral, o uso das relações bivariadas reduziu a amplitude da variação percentual (diferença entre a máxima e a mínima variação) para as relações N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, N/S, N/B, N/Cu e N/Zn, sendo as únicas exceções às relações N/Fe e N/Mn (Tabela 7).

Tabela 6. Variação percentual dos teores de nutrientes em relação à média dos genótipos e das relações bivariadas do N com os demais nutrientes, em 20 lavouras constituídas por sete genótipos de *Coffea canephora* var. Vitória Incaper 8142 em cafeeiros com produtividade acima de 100 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (Adaptado de Gomes, 2013)

	Genótipos (clones)						
	5V	6V	8V	9V	10V	12V	13V
Teores dos nutrientes*							
	----- % -----						
N	94	97	103	104	95	107	100
P	88	96	109	109	94	100	104
K	100	99	106	100	103	92	100
Ca	84	81	116	98	123	115	84
Mg	78	98	113	99	105	111	96
S	73	90	122	113	75	128	98
B	98	82	108	117	96	108	92
Cu	84	82	113	108	85	110	118
Fe	111	91	99	108	100	109	82
Mn	100	97	94	110	108	95	97
Zn	85	88	118	99	105	114	91
Relações							
	----- % -----						
N/P	107	101	94	95	100	107	95
N/K	94	98	97	104	92	116	100
N/Ca	110	117	87	104	76	91	115
N/Mg	119	98	90	104	90	96	103
N/S	124	103	81	89	123	81	98
N/B	95	117	95	88	98	99	108
N/Cu	111	117	90	95	110	96	83
N/Fe	84	106	103	95	94	97	121
N/Mn	93	100	109	94	88	113	102
N/Zn	110	109	86	104	89	93	108

* Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em g kg⁻¹ e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) em mg kg⁻¹. ** Valores adimensionais.

Tabela 7. Amplitude das variações percentuais entre os teores dos nutrientes e entre as relações nutricionais de N com os demais nutrientes em 20 lavouras constituídas por sete genótipos de Coffea canephora var. Vitória Incaper 8142 em cafeeiros com produtividade acima de 100 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (Adaptado de Gomes, 2013)

Nutrientes		Variações		Nutrientes		Variações	
	Amplitude	Mínima	Máxima		Amplitude	Mínima	Máxima
----- % -----				----- % -----			
--				--			
N	13	94	107				
P	21	88	109	N/P	13	94	107
K	14	92	106	N/K	24	92	116
Ca	42	81	123	N/Ca	41	76	117
Mg	35	78	113	N/Mg	29	90	119
S	55	73	128	N/S	44	81	124
B	35	82	117	N/B	29	88	117
Cu	37	82	118	N/Cu	34	83	117
Fe	30	82	111	N/Fe	37	84	121
Mn	16	94	110	N/Mn	25	88	113
Zn	34	85	118	N/Zn	24	86	110

Antecipações da amostragem foliar

O processo de amostragem das folhas é um dos pontos primordiais para o diagnóstico preciso. Como já comentado anteriormente, para cafeeiros o procedimento de amostragem foliar para fins de diagnose, ocorre comumente com a cultura na fase fenológica do “grão chumbinho” (MALAVOLTA et al., 1997). Contudo, a amostragem nessa época torna o manejo da adubação limitado, uma vez que, as principais fertilizações já foram realizadas.

Partelli et al. (2013a) estabelecendo faixas adequadas para cafeeiro conilon na pré-florada e granação no norte do Espírito Santo, observaram para todos os nutrientes, com exceção do B, que ocorreu variação nos teores nutricionais entre uma amostragem e outra (Tabela 8). Isso indica que as exigências nutricionais podem estar variando entre as épocas de amostragem, havendo necessidade de se avaliar a necessidade da obtenção de diferentes conjuntos de padrões nutricionais para cada época.

A amostragem foliar realizada no período da pré-florada, desde que já se tenha padrão nutricional disponível para a respectiva época, permite a diagnose nutricional antecipada, o que auxilia no manejo da adubação principal.

Faz-se necessário, contudo, avaliar se o diagnóstico antecipado produziria mesmo nível de acerto na identificação das deficiências nutricionais que o diagnóstico realizado na época convencional.

Tabela 8. Faixa de suficiência (FS), média aritmética (MA), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e teste F (ANOVA) dos teores foliares de 20 lavouras de caféiro conilon de alta produtividade em duas épocas de amostragem no norte do Estado do Espírito Santo

Nutrientes	Amostragem foliar na Pré-florada				Amostragem foliar na Granação				CV	Teste F
	FS	MA	DP	CV	FS	MA	DP	CV		
N (g kg ⁻¹)	23,1 – 28,7	25,9	2,77	10,7	25,2 – 30,6	27,9	2,68	9,6	**	
P (g kg ⁻¹)	1,01 – 1,44	1,22	0,21	17,7	1,10 – 1,53	1,31	0,21	16,5	**	
K (g kg ⁻¹)	9,90 – 14,9	12,4	2,52	20,3	13,0 – 18,8	15,9	2,91	18,2	**	
Ca (g kg ⁻¹)	15,2 – 26,5	20,9	5,62	26,9	13,8 – 22,6	18,2	4,35	23,9	**	
Mg (g kg ⁻¹)	2,57 – 4,65	3,6	1,04	28,8	2,53 – 4,11	3,31	0,78	23,6	**	
S (g kg ⁻¹)	1,02 – 1,71	1,36	0,34	25,2	1,05 – 1,85	1,45	0,39	27,2	*	
B (mg kg ⁻¹)	50,7 – 99,2	74,9	24,27	32,3	57,6 – 102	79,9	22,27	27,8	ns	
Cu (mg kg ⁻¹)	4,36 – 14,5	9,42	5,06	53,7	6,41 – 19,8	13,1	6,72	51,2	**	
Fe (mg kg ⁻¹)	67,0 – 195	131,1	64,14	48,9	67,3 – 145	106,4	39,01	36,6	**	
Mn (mg kg ⁻¹)	62,4 – 226	144,0	81,67	56,7	50,4 – 188	119,1	68,66	57,6	**	
Zn (mg kg ⁻¹)	4,85 – 8,05	6,45	1,60	24,8	5,36 – 17,3	11,3	5,98	52,7	**	

ns = Não significativos; ** = Significativo ($P \leq 1\%$); * = Significativo ($P \leq 5\%$).

Manejo nutricional em lavouras clonais de caféiros

O manejo nutricional adequado na lavoura caféiera clonal é uma das ferramentas disponíveis para alcançar elevadas produtividades.

A partir da definição do estado nutricional de cada elemento, tido como essencial para a planta, associado a outras informações como produtividade esperada, taxa de exportação de nutrientes pela colheita, processos biofísicos e fertilidade do solo, permite-se quantificar os nutrientes a serem aplicados, além de orientar quanto à fonte de fertilizante a ser utilizada.

Além da determinação da quantidade e da fonte de fertilizante a ser utilizada durante a adubação de produção, para o manejo nutricional ideal faz-se necessário conhecimento prévio sobre a exigência nutricional, partição dos nutrientes nos diferentes órgãos da planta, ciclo de maturação do fruto e considerar as particularidades nutricionais de cada genótipo constituinte da lavoura clonal.

Exigências nutricionais e partição de nutrientes

O caféiro tem como particularidade alta exigência nutricional devido à grande extração (raízes, caules, ramos, folhas, flores e frutos) e exportação de nutrientes (colheita). Sendo assim, o manejo nutricional deve priorizar tanto à produção de grãos, bem como atender a demanda de nutrientes para a produção de novos ramos, folhas e raízes (LAVIOLA et al., 2008; PARTELLI et al., 2014).

Os nutrientes mais exigidos pela cultura do caféiro na fase de produção, em ordem decrescente são: N>Ca>K>Mg>S>P>Fe>Mg>B>Zn>Cu (BRAGANÇA et al.,

2007b, 2008). Abaixo, encontram-se as quantidades, em média de cada nutriente, necessárias para a lavoura cafeeira vegetar e produzir uma saca de 60 kg beneficiada de café arábica (Tabela 9). Matiello (2010) relata que a necessidade por saca não varia muito entre regiões. O que varia são as produtividades das lavouras, podendo-se, assim, utilizar esses valores para estimar a necessidade de nutrientes nos cafezais adultos.

Tabela 9. Quantidade de nutrientes necessária para o cafeeiro vegetar e produzir uma saca de 60 kg de café arábica beneficiado.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
kg saca ⁻¹						g saca ⁻¹				
6,2	0,6	5,9	3,0	1,9	0,3	110	10	10	8,8	6,5

Adaptado de Matiello et al. (2010)

Para cafeeiros canéfora aos, 72 meses (seis anos de idade), a avaliação do conteúdo de nutrientes nas partes vegetativas (raízes, tronco + ramos ortotrópicos, folhas, ramos plagiotrópicos) e frutos demonstraram que os maiores conteúdos de N, K, Ca, Mg, S, Mn e B são encontrados nas folhas; P e Cu no tronco + ramos ortotrópicos; e, Fe e Zn nas raízes. Em contraste, as menores concentrações nutricionais são encontradas nos ramos plagiotrópicos (N, P, K, S, Fe e B); nos frutos (Ca, Mg, Mn e Cu); e, no tronco + ramos ortotrópicos (Zn) (Tabela 10).

Tabela 10. Teor de macro e micronutrientes nos diferentes órgãos da planta de cafeeiro 'Conilon' aos 72 meses (seis anos de idade).

Órgãos	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu
	g planta ⁻¹						mg planta ⁻¹				
Raízes	49,6	2,1	18,9	19,7	10,7	5,8	3.390	88	48	146	16
Tronco+orto	60,5	4,8	34,7	61,6	9,6	5,0	434	244	104	16	32
Folhas	70,7	3,4	40,2	70,4	12,6	7,2	370	378	112	20	22
Frutos	43,2	2,2	26,6	19,0	3,0	3,8	366	55	37	23	2
Ramos plagio	25,5	1,6	16,3	44,0	6,4	1,9	156	264	11	36	16

Adaptado de Bragança et al. (2007b, 2008)

Vale ressaltar que as quantidades de nutrientes acumuladas além dos órgãos e tecidos podem variar com a espécie, o genótipo, o local, a época do ano e a idade. Além disso, a partição destes nutrientes dentro de uma planta lenhosa, como o cafeeiro, depende da distribuição de matéria seca e dos teores de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos (PREZZOTI; FULLIN, 2007).

Ciclos de maturação e as particularidades nutricionais dos genótipos

Devido as plantas de cafeeiro canéfora serem alógamas e auto incompatíveis, caso as mudas utilizadas no plantio do cafezal sejam seminíferas, existe tendência para formação de lavouras heterogêneas quanto à época e uniformidade de maturação de

frutos. Entretanto, em lavouras oriundas de mudas clonais, em que as características da matriz já são conhecidas, é possível planejar o plantio da lavoura, de forma que possibilite o escalonamento e a qualidade dos frutos após a colheita (FONSECA, 1999).

O ciclo reprodutivo do cafeeiro é composto por diversas fases, iniciando com a formação das gemas, floração, chumbinho, expansão rápida, granação até a maturação do fruto (PARTELLI et al., 2014). Normalmente a floração dos diferentes genótipos ocorre na mesma época, entre os meses de agosto e setembro, devido às "chuvas de florada" (RONCHI; DAMATTA, 2007). Entretanto, o período posterior, entre a abertura da flor até a completa maturação do fruto (colheita), pode ser diferente para cada genótipo, caracterizado pelo ciclo como precoce (34 semanas, com colheita em maio), intermediário (41 semanas, com colheita em junho) e tardio (45 semanas, com colheita em julho) (BRAGANÇA et al., 2001).

As diferenças de padrões de crescimento e maturação de cada genótipo implicam no manejo nutricional, pois os picos de exigência nutricional (acúmulo de nutrientes) tendem a ser diferentes para cada caso. Assim, os cafeeiros precoces necessitam receber nutrientes antecipadamente, em relação às plantas de ciclo intermediário e tardio. Quando realizada a aplicação dos fertilizantes de forma semelhante, a eficiência da adubação poderá ser comprometida causando perdas econômicas, pois, nos clones precoces, os últimos parcelamentos poderão coincidir com a fase em que os frutos já estão fisiologicamente maduros. Entretanto, no caso dos genótipos de maturação tardia, a fertilização pode ser anterior ao período de maior exigência nutricional.

Além da diferenciação entre genótipos, os ciclos de maturação variam ainda em função das condições edafoclimáticas regionais e microclimáticas e do sistema de cultivo empregado na lavoura (PETEK et al., 2009). Durante a fase reprodutiva do cafeeiro, os frutos são os drenos preferenciais por nutrientes, no entanto, grande parte do crescimento vegetativo ocorre simultaneamente, aumentando a demanda nutricional da planta (PARTELLI et al., 2013b; 2014). De modo que para precaver prejuízos, o fornecimento de nutrientes minerais deve ser satisfatório tanto para suprir as demandas dos órgãos reprodutivos, quanto daqueles vegetativos (LAVIOLA et al., 2008).

Crescimento vegetativo

O crescimento vegetativo do cafeeiro canéfora está vinculado à produtividade do ano posterior da lavoura, pois por meio do crescimento da haste principal (ortotrópico) ocorre a emissão dos ramos produtivos (plagiotrópicos). E, nestes serão formadas as novas gemas que originaram as inflorescências e os frutos de café. No entanto, o crescimento vegetativo é complexo e possuidor da periodicidade sazonal de crescimento, que está atrelada a inúmeras causas, sendo necessários estudos para conhecimento das suas particularidades.

Avaliando o crescimento vegetativo de diferentes genótipos para as condições do norte do Espírito Santo, Partelli et al. (2013b) verificaram que no período

compreendido entre os meses de outubro a maio ocorrem às maiores taxas de crescimento. E, de junho até meados de setembro estabiliza-se o crescimento, pois somente a partir deste último período os ramos retomam o crescimento. Essa menor taxa de crescimento está relacionada a baixas temperaturas ocorridas neste período, sendo mais perceptível quando a temperatura mínima média fica abaixo de 17,2 °C. Além da variação sazonal de crescimento da planta durante o ano, ocorre também distinção de crescimento vegetativo específica para cada genótipo (Figura 3).

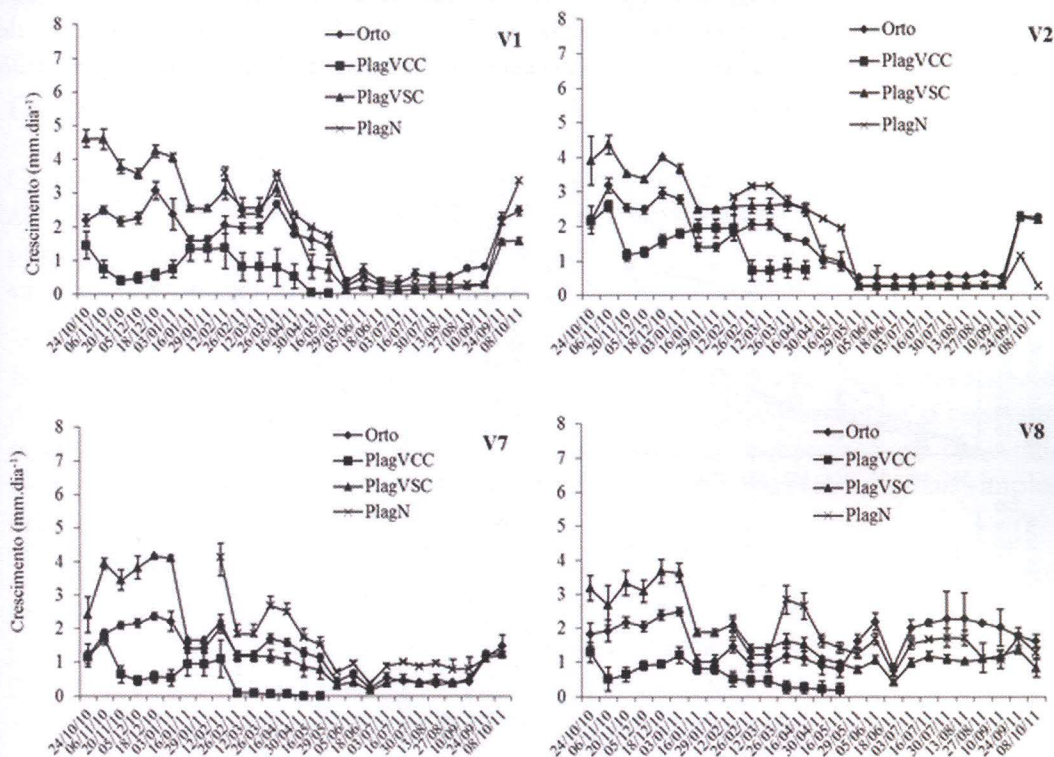


Figura 3. Taxa de crescimento vegetativo de ramos ortotrópicos (Orto), plagiotrópicos velho com fruto (PlagVCC), sem fruto (PlagBSC) e novo (PlagN) em quatro genótipos de cafeeiro canéfora. Fonte: Partelli et al. (2013b).

Diante dos resultados apresentados verifica-se que a maior demanda por nutrientes para manutenção do crescimento vegetativo ocorre no período com maior temperatura e precipitação, entre a segunda quinzena de setembro até a segunda semana de maio (PARTELLI et al., 2013b). Vale ressaltar que juntamente a esta fase de maior crescimento ocorre o período reprodutivo. Dessa forma, necessitando de maior atenção quanto ao manejo nutricional, devido à alta demanda de fotoassimilados, principalmente na floração e enchimento de grãos.

Para a região amazônica, a ausência do período de baixa temperatura pode impactar no crescimento do cafeeiro. Porém, até o momento, não há informações que possam orientar conclusivamente na prática da adubação das lavouras.

Acúmulo de nutrientes nos frutos de genótipos distintos de cafeeiro

O conhecimento das curvas de acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro torna-se importante ferramenta para estimar as necessidades nutricionais da cultura, possibilitando identificar os momentos em que a planta mais carece de nutriente e a época adequada para aplicação de fertilizantes, com maior aproveitamento, evitando perdas e aumentando a eficiência do produto aplicado.

Em estudo com quatro genótipos com distintos ciclos de maturação nota-se que os clones precoce, intermediário e tardio (12V, 10V e 13V) apresentam curvas de acúmulo semelhantes entre si, no entanto estes se distinguem do genótipo supertardio (Ipiranga 501) (Figura 4).

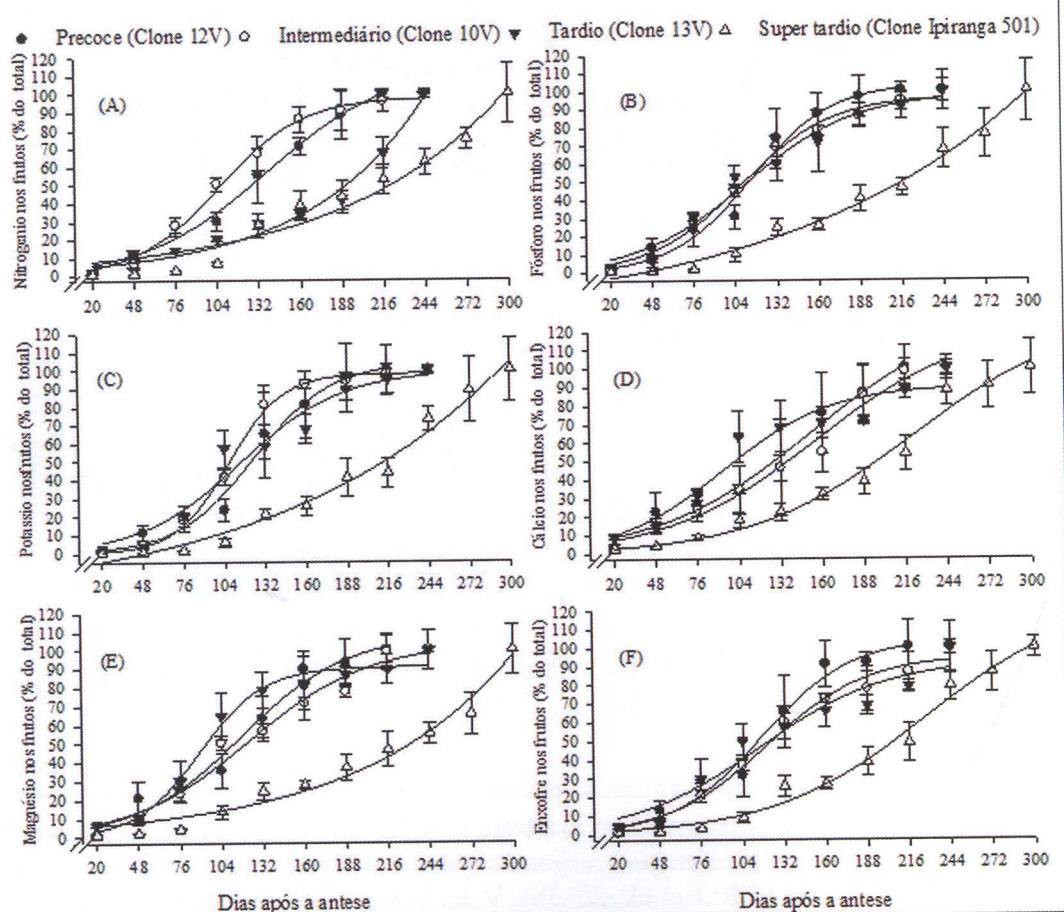


Figura 4. Acúmulo de macronutrientes nos frutos (% do total acumulado) de quatro genótipos de cafeeiro canéfora com ciclos de maturação distintos entre a antese e a maturação. Adaptado de Partelli et al. (2014).

Este fato evidencia que nos genótipos com menor ciclo de maturação, o acúmulo de nutrientes nos frutos ocorre precocemente e, em maior velocidade

comparativamente aos clones tardios e supertardios, que demandam tempo maior para fechar o ciclo total.

Até o momento não existem informações quanto à marcha de acúmulo de nutrientes nas lavouras cafeeiras do sudoeste da Amazônia, não se sabendo, por exemplo, se as semelhanças entre os diferentes materiais genéticos irão se manter ou não, sendo que a recomendação mais viável no momento seria realizar adubações diferenciadas quanto a época de aplicação, apenas para materiais de ciclo supertardio, em relação aos demais materiais genéticos cultivados na região.

Conclusões

Os investimentos para a renovação do parque cafeeiro e o custo de manutenção das novas lavouras deverão ser mais elevados que aqueles dos plantios tradicionais, principalmente requerendo maiores quantidades de reposição dos nutrientes exportados para que não haja esgotamento da fertilidade dos solos.

O monitoramento nutricional das lavouras de cafeeiros clonais cultivados na Amazônia Ocidental pode ser uma ferramenta adicional para introdução em sistemas de recomendação de adubação, com a vantagem adicional de possibilitar o constante refinamento dos padrões nutricionais, seja para técnicas de interpretação do estado nutricional mais complexas (métodos CND e DRIS), como para técnicas mais simples, como o método do Nível Crítico e das Faixas de Suficiência.

Há necessidade, entretanto, de avaliar se as demandas nutricionais distintas entre os diferentes genótipos cultivados resultarão em recomendação de adubação específica para cada clone, ou se será possível adotar padrões únicos e recomendações mais generalistas. Outro aspecto que deve ser observado é quanto aos materiais de ciclo de maturação mais longo que poderão requerer manejo diferenciado.

Referências

- BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Bloemfontein: University of Natal, 132 p. 1973.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v36 n.5 765-770, 2001.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. Revista Ceres, v.54 n.314 p.398-404, 2007b.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ V, V. H.; LANI, J. A. Accumulation of

macronutrients for the conilon coffee tree. *Journal of Plant Nutrition*, v.31 n.1 p.103-120, 2008.

BRAGANCA, S. M.; PREZOTTI, L. C.; LANI, J. A. Nutrição do cafeeiro conilon. In: FERRAO, R. G.; FONSENCA, A. F. A.; BRAGANA, S. M.; FERRAO, M. A. G.; MUNER, L. H. *Café conilon*. Vitoria: INCAPER, p. 299-325, 2007a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2014, segundo levantamento. Brasília: CONAB, 2014. 67p.

COSTA, A. N.; BRAGANÇA, S. M. Software DRIS café: Sistema integrado de diagnose e recomendação de adubação para o café conilon. Vitória: INCAPER, 2000. (Documentos, 001) CD-ROM.

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

DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; PEREZ, D. V.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; TOMIO, D. B. Antecipação do período de diagnose foliar em laranjeira 'Pêra' no Amazonas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, n.7, p. 757-764, 2013a.

DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; SILVA, A. M.; SANTOS, J. Z. L. Níveis críticos e faixas de suficiência em laranjeira-pera na Amazônia central obtidos pelo método DRIS. *Acta Amazônica*, v.43, n.1, p.239-246, 2013b.

DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA, S. V. Normas DRIS multivariadas para avaliação do estado nutricional de laranjeira 'Pera' no Estado do Amazonas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 2, p. 251-259, 2013c.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. de O.; SILVA, L. M. DRIS formulas for the evaluation of the nutritional status of cupuaçu trees. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 35, n.6, p. 2088-2091, 2011.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; SAMPAIO, F. R.; PITTELKOW, F. K.; MIOTTI, A. A.; ROSA, M. R. Estabelecimento de Normas DRIS para cupuaçuzeiro na região Amazônica. *Revista Caatinga*. v. 23, n 4, p. 121-128, 2010b.

ESPINDULA, M. C.; PARTELLI, F. L. Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiros canéfora (Conilon e Robusta). Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011. 16p. (Documentos, 144).

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; MOREIRA, A.; GUIMARAES, C. M. Foliar fertilization of crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, v. 32, n.1, p. 1044-1064,

2009.

FARNEZI, M. M.; SILVA, B. E.; GUIMARÃES, P. T. G. Diagnóstico nutricional de cafeeiros na região do Alto Jequitinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n.1 p. 969-978, 2009.

FONSECA, A. F. A. Análises biométricas em café Conilon (*Coffea canephora* Pierre). 121 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

GOMES, W. R. Padrões foliares para cafeeiro conilon no norte do Espírito Santo: pré-florada e granação. Dissertação 60 f. (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo, 2013.

JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, v.34, p.197-224, 1981.

KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; ALVAREZ, V. V. H. Interpretação de resultados de análise foliar. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Colombo; Embrapa Florestas, 2005. 42p. (Documentos, 74).

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.; ROSADO, L. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de N P K em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. *Bioscience Journal*, v.24, n.1, p.19-31, 2008.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; COSTA, J. N. M.; JÚNIOR, J. R. V.; OLIVEIRA, S. J. DE M.; FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. Cultivo dos Cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 3. ed., 2009. (Sistema de Produção, 33).

MATIELLO, J. B.; SNATINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Cultura de café no Brasil: manual de recomendações. Edição 2010. Rio de Janeiro/Varginha, MAPA/PROCAFÉ, 2010. 542 p. ok

PARENT, L. E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n.1, p. 321-334, 2011.

PARENT, L. E.; DAFIR, M. A. The oretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, v. 117, n. 2, p. 239-242, 1992.

PARTELLI, F. L.; ESPÍNDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, n.1, p.214-222, 2014.

PARTELLI, F. L.; GOMES, W. R.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M. Normas Dris para o cafeeiro conilon na região norte do Espírito Santo: pré-florada e granação. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2013, Salvador. Resumo expandido... In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, p. 1-5, 2013a.

PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. *Journal of Agricultural Science*, v.5 n. 8108-116, 2013b.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; CARVALHO, V. B.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms, Sufficiency Range, and Nutritional Evaluation of Arabian Coffee in Two Sampling Periods. *Journal of Plant Nutrition*, v. 30, n. 10, p. 1651-1667, 2007.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; COSTA, A. N. Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. *Ciência Rural*, v. 35, n.6, p. 1456-1460. 2005.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MARTINS, M. A. Nutritional diagnosis of the organic Conilon coffee trees (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn): sufficiency range approach for leaves and soil. *Coffee Science*, v. 01, n.1, p. 43-49, 2006.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. *Bragantia*, v.68, n.1, p.169-181, 2009.

PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W. do; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. de. Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: FCAV, Capes/Fundunesp, 2008. 301p.

PREZOTTI, L. C.; FULLIN, E. A. Avaliação da Fertilidade do Solo e do Estado Nutricional das Plantas. In: PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. (Org.). Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo. 5 ed. Vitória: SESA, 2007, v. 5, p. 11-42.

RONCHI, C. P.; DAMATA, F. N. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. Café conilon. Vitória: Incaper, 2007. p. 93-119.

ROSA NETO, C.; COLLARES, D. G. A importância da agricultura familiar no contexto do agronegócio café em Rondônia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XLIV, 2006, Ceará.

Anais do XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza - CE: Sober, 2006. p.1-17.

WADT, P. G. S. Análise foliar para recomendação de adubação em culturas agrícolas. In: PRADO; R.M.; ROZANE, D.E.; VALE, D. W. do; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. de. (Org.). Nutrição de plantas. Diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: Fundenesp, 2008, v. 1, p. 115-133.

WADT, P. G. S. Relations chips between soil class and nutritional status of coffee crops. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n.2, p. 227-234, 2005.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M. Normas DRIS regionais e inter-regionais na avaliação nutricional de café conilon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.6, p. 822-830, 2012.

WADT, P. G. S.; SILVA, L. M.; CATANI, V. Normas DRIS Multivariadas para Avaliação do Estado Nutricional de Pimenta Longa. Rio Branco: Embrapa Acre, 2012. 6p. (Circular Técnica, 60).