

RAQUEL SCHMIDT



RIO BRANCO - AC

2015

RAQUEL SCHMIDT

**AMOSTRAGEM FOLIAR NA FLORAÇÃO PARA AVALIAÇÃO
NUTRICIONAL DE CAFEIROS CLONAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr Paulo G. Salvador Wadt
Co-orientador: Prof. Dr Jairo R. M. Dias

RIO BRANCO - AC

2015

©SCHMIDT, R., 2015.

SCHMIDT, Raquel. **Amostragem foliar na floração para avaliação nutricional de cafeeiros clonais**. Rio Branco, 2015. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, 2015.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S349a Schmidt, Raquel,1990-

Amostragem foliar na floração para avaliação nutricional de cafeeiros clonais / Raquel Schmidt. Rio Branco: UFAC/Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.

44f. ; 30 cm.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Inclui bibliografia

Orientador: Profº. Dr. Paulo G. Salvador wadt

Co-orientador: Profº Dr. Jairo R. M. Dias

1. *Coffea canephora*. 2. CND. 3. Diagnose foliar. 4. Equilíbrio nutricional.

I. Título.

CDD: 633.73098111

CDU: 633.73(811.1)

Agostinho Sousa crb11/547

Rio Branco - Acre
2015

DEDICATÓRIA

A Deus, primeiramente, que é fonte da vida, do amor e da perseverança.

Dedico ao meu bondoso pai Ademar Schmidt, a minha honrosa mãe Vilma Nedes Dubberstein Schmidt, por preencher a minha vida de ensinamentos, amor, cuidados, por apostar em mim os seus sonhos, e permitir que realize os meus. Dedico esta obra a eles, cafeicultores que respeito, admiro e me orgulho. A eles meu amor incondicional.

Dedico, com amor e respeito.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Universidade Federal de Rondônia e a Embrapa Solos pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa, ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Paulo Guilherme Salvador Wadt que soube me ajudar por meio de seus incentivos, corretivos e pela paciência, Obrigada.

Ao meu co-orientador Jairo Rafael Machado Dias, que tive o prazer de conhecer ainda na graduação (orientador), e que hoje é um grande exemplo de estudo e objetivo.

Agradeço a Professora Regina Lúcia Felix Ferreira (coordenadora/2013) da pós-graduação pelo esforço em disponibilizar recursos para a execução do projeto. Também ao Pesquisador Daniel Vidal Perez da Embrapa Solos que viabilizou as análises foliares.

A minha família, Ademar Schmidt, Vilma Nedes Dubberstein Schmidt, Rutte Paula Schmidt, Hugo Alípio, Raíssa Schmidt e Marcos Alípio, pelo suporte, carinho e me ajudaram a aguentar tudo o que passei. E pelo apoio logístico (sítio ouro verde)

E aos amigos rondonienses, que facilitaram a adaptação as novas terras. E aos novos amigos acreanos, que me fizeram muito bem neste novo lar. Na etapa em Porto Velho agradeço ao Jonathan Schmidt e a Sol Mattos que estiveram comigo no dia-a-dia.

Aos amigos e colaboradores que me ajudaram na parte de campo e tornaram a cansativa tarefa de fazer tudo rápido de forma alegre, sendo: Gleice Bento, Ronaldo Willian, Edilaine Traspadini, Danilo Arcanjo, Cleiton Domingues, Douglas Silva, Eversson Massocatto, Thaimã Rodrigues, Carolina Augusto, Danielly Dubberstein, Marcelo Curitiba, Jairo Rafael, Paulo Wadt (a eficiência é o nosso sobrenome).

Aos colegas de república: Waldiane Almeida, Marinês Cadês, Andréia Aker, Carolina Augusto, Caroline Vivian, Danielly Dubberstein, Werverson e Thaimã e família Rodriguês (obrigada por estarem junto a mim e acolher em seus lares).

“Sempre haverá um tempo
entre o céu e a terra para amar,
perdoar e fazer o que é justo.”

Raquel Schmidt

RESUMO

O café (*Coffea canephora* Pierre ex Floehner) é cultura perene mais difundida no estado de Rondônia. No entanto, a média de produtividade ainda permanece baixa. Algumas medidas tem sido implantadas para reverter essa realidade, como a implantação das lavouras clonais formadas por meio da estaquia (propagação assexuada), consideradas altamente produtivas. O sucesso para alta produtividade é uma lavoura nutricionalmente equilibradas. O monitoramento do estado nutricional da planta através da análise foliar para o cafeeiro ocorre no estágio fenológico “grão chumbinho” considerado tardio para a recomendação de adubação. Neste sentido, objetivou-se avaliar a antecipação da amostragem foliar em lavouras comerciais de cafeeiros canéforas clonais utilizando o método CND para o diagnóstico do estado nutricional das lavouras cafeeiras. Para tanto, foram monitoradas 113 lavouras cafeeiras em três municípios de Rondônia, em duas épocas de amostragem a primeira coleta de folhas foi no período de “antese”, em agosto de 2013 e a segunda coleta de folhas ocorreu na fase do “grão chumbinho” foram submetidas à análise de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn e B, e obtidos as normas CND e IBNm e comparando o potencial de resposta a adubação sob três classes de interpretação foi realizado o diagnóstico entre a floração e o grão chumbinho, avaliando o número de casos concordantes para as duas épocas de amostragem. Foram estabelecidas as duas normas específicas para as épocas de amostragem e observadas não significância para os macronutrientes. No entanto, a porcentagem do casos concordantes para as lavouras em desequilíbrio foram considerados baixos, tornando a antecipação uma precipitação para a recomendação de adubação. Conclui-se que a amostragem foliar precoce não pode ser recomendada para determinar a demanda de nutrientes para o cafeeiro devido a baixa concordância com o período do grão chumbinho.

Palavras chave: *Coffea canephora*, CND, diagnose foliar, equilíbrio nutricional.

ABSTRACT

Coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Floehner) crops is one of the most important agricultural activity in Rondonia state. However, the average yield per hectare is low. Strategies to reverse this situation are new clonal crops and improved fertilization system. However, improvement of fertilization system depends on knowledge of nutritional status of these crops and identification of limiting nutrients. Moreover, it has been necessary for nutritional assessment occurs prior to the nutrients application in these crops. Early diagnosis must be made in the flowering season, but there are nutritional standards only for the initial fruit growth period, and thus, it difficult to use the nutritional diagnosis for fertilizer recommendation. In this study, we tested the early diagnosis for N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn and B as compared with the normal diagnosis period using the method CND. We monitored hundred and thirteen coffee crops in three counties of the Rondonia state. The Fertilizer Potential Response method was used for interpretation of the CND indices. The results showed a low concordance between early diagnosis and normal period diagnosis. Overall, the concordance degree was low for all nutrients considered nutritionally unbalanced. We conclude that the early foliar sampling cannot be recommended to determine the nutrients demand in the fastest coffee grains period growing.

Keywords: *Coffea canephora*, CND, leaf analysis, nutritional balance.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Média, desvios padrões (DP), coeficiente de variação (CV%), valores máximos e mínimos dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e B em lavouras cafeeiras clonais (n= números de lavouras envolvidas). -----24
- Tabela 2 – Média e Desvio-Padrão e número de amostras utilizadas para as normas de diagnose da composição nutricional (CND) para coffeea canephora no estágio fenológico floração e no estágio fenológico “grão chumbinho” (n= número de lavouras envolvidas).-----27
- Tabela 3 – Distribuição da frequência (%) de lavouras cafeeiras clonais do total de casos avaliados que estão em deficiência, equilíbrio, excesso em alta e baixa produtividade, para as duas épocas de amostragem floração e grão chumbinho. (n= número de lavouras envolvidas).-----28

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Diagnósticos concordantes em lavouras de alta e baixa produtividade, nas duas épocas de amostragem foliar (floração e grão chumbinho). -----30
- Gráfico 2 – Diagnósticos concordantes em casos de deficiência em lavouras de alta e baixa produtividade. -----31
- Gráfico 3 – Diagnósticos concordantes em casos excessivos em lavouras de alta e baixa produtividade.-----33
- Gráfico 4 – Diagnósticos concordantes em casos de equilíbrio em lavouras de alta e baixa produtividade.-----33

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 2.1 CAFEEIROS CANÉFORA | 11 |
| 2.2 EXIGÊNCIAS MINERAIS | 12 |
| 2.3 DIAGNOSE FOLIAR..... | 15 |
| 2.4 MÉTODOS DE INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR | 16 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5 CONCLUSÃO | 34 |
| REFERÊNCIAS | 35 |
| APÊNDICES | 40 |

1 INTRODUÇÃO

No parque cafeeiro rondoniense predominam lavouras cultivadas com cafés canéfora (*Coffea canephora* Pierre ex Floehner). Em 2014, a produção rondoniense foi de aproximadamente 1,6 milhões de sacas de café beneficiado, o que denomina Rondônia como o principal produtor da região Norte e o segundo a nível nacional no cultivo desta espécie. Apesar da expressão geográfica, a produtividade média permanece menor (16 sacas café beneficiado ha⁻¹) em relação ao Espírito Santo maior produtor da espécie (CONAB, 2014).

Recentemente, tem sido crescente a implantação das lavouras clonais formadas por mudas propagadas vegetativamente (estaquia) em substituição as lavouras mais antigas que eram propagadas por sementes. As vantagens das lavouras clonais em relação as propagadas por semente são a maior estabilidade da produção e facilidade de padronização dos tratos culturais, como podas, desbrotas e manejo fitossanitário. No entanto, essas lavouras podem requerer adubações diferenciadas, alguns autores sugerem até mesmo a adubação sendo ajustada por linha de plantio e em função do material clonal cultivado (ESPINDULA; PARTELLI, 2012).

Entre os métodos para quantificar e monitorar a necessidade de nutrientes para o manejo das adubações destaca-se o uso da análise de solo e a análise foliar. O mais utilizado consiste na interpretação dos resultados da análise do solo, o qual avalia os estoques de nutriente no solo. A análise de solo tem sido a principal ferramenta adotada para a recomendação de adubação para cafeeiros arábica cultivados em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999) e para cafeeiros canéfora cultivados no Espírito Santo (FERRÃO et al., 2007).

Outro método que auxilia o manejo das adubações é o monitoramento do estado nutricional das plantas, realizado por meio da análise química de tecidos. Normalmente, as folhas são utilizadas, embora possam ser utilizados outros órgãos da planta como o pecíolo e o fruto (MALAVOLTA, 1989; PRADO, 2008).

Especificamente para cafeeiros Malavolta (1989) recomenda que se utilize as folhas do 3° ou 4° nó a partir do ápice do ramo plagiotrópicos, coletadas de 25 plantas por talhão homogêneo, na fase fenológica de “grão chumbinho”. A análise química foliar é considerada uma ferramenta eficaz na avaliação nutricional das plantas, dado

que as plantas são consideradas melhores extratores de nutriente do solo do que os extratores químicos usados nas análises de fertilidade dos solos (MALAVOLTA, 1989).

Entretanto, uma das maiores dificuldades para o uso da análise foliar no manejo das adubações em cafeeiros está no período de realização da amostragem foliar. Por exemplo, Guimarães et al. (1999) recomendam para o cafeeiro que as amostragens sejam realizadas trinta dias após o parcelamento da adubação no solo ou a adubação foliar no intuito de monitoramento da adubação. Essa recomendação, no entanto, é incompatível com o uso da análise foliar para a recomendação de adubação, uma vez que para ser efetiva o uso da avaliação do estado nutricional por meio da análise foliar, a amostragem foliar e a diagnose do estado nutricional deveriam estar disponíveis antes da adubação, e não após a prática da adubação ter sido realizada, como ocorre na recomendação de Guimarães et al. (1999).

A época recomendada para a realização da amostragem foliar corresponde ao período do desenvolvimento da cultura onde há maior correlação entre os teores foliares e a produtividade (PRADO, 2008). No entanto, a antecipação da amostragem foliar para cafeeiros é indicada para cafeeiros arábica e conilon (PARTELLI et al., 2007; GOMES, 2013).

Dos métodos que utilizam a análise foliar, o método do nível crítico (NC) e a faixa de suficiência (FS) estão entre aqueles mais rotineiramente utilizados. Apresentam como vantagem a facilidade na interpretação dos resultados, no entanto como desvantagens necessitam de curvas de calibração (KURIHARA et al., 2005).

Outros métodos de interpretação da análise foliar podem apresentar menor dependência do período amostral, como por exemplo, os métodos do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e o método da Diagnose da Composição Nutricional (CND) que possibilita o uso das relações bivariadas e multivariadas respectivamente, permitindo-se identificar quais nutrientes estão mais limitantes (BEAUFILS, 1971; PARENT, 2011).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a antecipação da amostragem foliar em lavouras comerciais de cafeeiros canéforas clonais utilizando o método CND para o diagnóstico do estado nutricional das lavouras cafeeiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A exportação de nutrientes pelos cafeeiros tem sido, historicamente, superior as quantidades aplicadas via fertilizantes e as entradas naturais (descargas elétricas, retorno da palhada a lavoura) levando a uma extração de nutrientes nos cultivos. Em longo prazo, essa exportação poderá comprometer a manutenção da produtividade do parque cafeeiro, mesmo para aqueles sistemas já adubados rotineiramente.

Por sua vez, o custo elevado dos nutrientes exige que as adubações sejam feitas de forma equilibrada e ajustada as demandas de cada lavoura, requerendo-se para isto métodos de diagnósticos que possam orientar a prática da fertilização em cada safra.

2.1 CAFEEIROS CANÉFORA

O cultivo de cafeeiros canéforas (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) surgiu no século XIX, em resposta ao surto de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em cafezais cultivados com *Coffea arabica* na Ásia (FERRÃO et al., 2007).

No Brasil, os cafeeiros canéforas são cultivados principalmente nas regiões de menores altitudes e sujeitas a temperaturas elevadas, principalmente nos estados do Espírito Santo, Rondônia, Bahia e Mato Grosso (MARCOLAN et al., 2009).

O *Coffea canephora*, pertence à Classe Dicotyledonea, Ordem Rubiales, Família Rubiaceae, Gênero *Coffea*, Seção Eucoffea, Subseção Erithorocoffea. Constituem-se por plantas perenes, bem adaptadas ao clima tropical, com porte arbustivo, caule lenhoso, multicaulinar e o sistema radicular pivotante. Seus frutos predominantemente vermelhos geralmente são maiores que as demais espécies do mesmo gênero (FERRÃO et al., 2007).

Os cafeeiros canéforas são diploides ($2n = 22$ cromossomos), apresentando auto incompatibilidade do tipo gametofítica, autoestéril e alógamas, de forma que a fecundação das flores dependente da fertilização cruzada pela ação dos ventos e de insetos (FERRÃO et al., 2007).

Devido as essas características reprodutivas, as plantas de cafeeiros canéfora possuem grande variabilidade genética. As mudas oriundas de sementes podem

segregar essa variabilidade, resultando em lavouras com grande variabilidade quanto ao potencial produtivo e às exigências nutricionais.

Por isto, a reprodução assexuada, a partir de mudas geradas por estaquias (do ramo ortotrópico) tem sido indicada para a formação de lavouras, como forma de proporcionar maior homogeneidade fenotípica e maior controle do potencial produtivo. A reprodução assexuada também proporciona facilidade na identificação de matrizes com resistência a pragas (como o bicho mineiro – *Leucoptera coffeella*) e doenças (como a ferrugem – *Hemileia vastatrix* ou a cercosporiose – *Cercospora coffeicola*), na tolerância ao déficit hídrico e no porte da planta (PARTELLI et al., 2006a).

2.2 EXIGÊNCIAS MINERAIS

Dentre os nutrientes absorvidos pelas plantas, há aqueles que são necessários para o desenvolvimento das etapas do ciclo de vida do vegetal ou que atuam de forma direta em algum composto ou processo que sem o qual a planta não sobrevive ou não completa seu ciclo (crescimento, desenvolvimento, reprodução e frutificação), sendo considerados nutrientes essenciais (MALAVOLTA, 1989; PRADO, 2008). Além dos essenciais, há também os nutrientes benéficos e os elementos tóxicos.

Para as plantas em geral, os nutrientes que tiveram sua essencialidade comprovada foram o C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl, Co, Mo e Ni (BRAGANÇA et al., 2007a; EPSTEIN, E. 1975; MALAVOLTA, 1989).

A presença de um determinado nutriente no tecido vegetal não é indicativa de sua demanda metabólica, dado que as plantas podem acumular em seus órgãos elementos químicos e não utilizá-los em processo fisiológico. Podem também acumular quantidades maiores de nutrientes que aquelas requeridas para seu desenvolvimento. Nesse caso pode-se dizer que o acúmulo é maior que a exigência.

Há também casos em que o nutriente é absorvido em menor quantidade que sua demanda metabólica, havendo então maior exigência do que as quantidades indicadas pelo acúmulo em seus órgãos.

Apesar destas restrições, o acúmulo de nutriente em cafeeiros tem sido bastante estudado, com indicações de que a taxa de acúmulo possa ser influenciada por fatores genéticos e edafoclimáticos, pela partição de matéria seca entre os órgãos

e tecidos do cafeeiro e pela intensidade dos processos fisiológicos (BRAGANÇA et al., 2007a).

Prezotti e Bragança (2013) observaram em cafeeiros clonais e seminais cultivados no Estado do Espírito Santo que o total de nutriente acumulado na planta foi dependente do total de biomassa produzido e do material genético (clonal ou seminal). Esses autores observaram que nos frutos ocorreu o maior acúmulo de nutrientes, enquanto que no caule houve o menor acúmulo. Nos frutos este maior acúmulo foi atribuído ao processo de realocação dos nutrientes das folhas, no período da frutificação, enquanto que no caule o menor acúmulo foi atribuído a maior presença de células xilemáticas neste órgão. O acúmulo de nutrientes não foi acompanhado de proporções iguais de acúmulo de matéria seca, que foi maior no caule, seguido pelos frutos e pelas folhas, respectivamente de 42%, 19% e 12%.

Ainda no Espírito Santo, Bragança et al. (2008) relatam maior acúmulo na planta, em cafeeiros canéfora aos 72 meses, para N, seguido por Ca, K, Mg, S e P entre os macronutrientes. Nas folhas K acumulou mais que Ca mantendo os demais nutrientes a mesma ordem. Diferentemente do P, onde o maior acúmulo foi observado nos troncos e ramos ortotrópicos, enquanto que para o Ca, os menores acúmulos foram observados nas raízes e frutos. Para micronutrientes Bragança et al. (2007a) observaram a seguinte ordem de acúmulo para a planta inteira: Fe > Mn > B > Zn > Cu.

O ciclo de maturação dos frutos também pode influenciar o acúmulo de nutrientes nos órgãos das plantas. Partelli et al. (2014) verificaram que o acúmulo de nutriente variou de acordo com os períodos avaliados e principalmente de acordo com o ciclo de maturação dos frutos, indicando que materiais mais tardios podem acumular mais lentamente os nutrientes que as taxas observadas nos materiais mais precoces.

Os materiais supertardios, tardios e intermediários acumularam nos frutos, respectivamente, 38%, 52% e 96% do total de N acumulado pelo material, à época da colheita do material precoce. Baseados nisso, os autores concluíram que alterações nas duas últimas adubações (março e maio) seriam indispensáveis visando atender as necessidades nutricionais de cada genótipo estudado (PARTELLI et al., 2014).

Valarini et al. (2006) estudando, em Minas Gerais, a concentração dos macronutrientes em folhas e frutos de 14 cultivares de café arábica observaram

diminuição da concentração dos nutrientes nas folhas no período de dezembro a fevereiro, sendo que o nutriente de maior realocação para o fruto foi o K seguido do N.

Os autores sugerem que a diminuição dos teores foliares relacionada a frutificação. Neste período o fruto se encontra na fase chumbinho com grande divisão celular. Para os demais macronutrientes S, P, Mg, a concentração linear decrescente foi observada na fase de fruto verde a maturação. O cálcio comportou-se de forma discrepante em relação aos demais, a concentração foliar aumentou com o passar do tempo, indicando a baixa mobilidade do nutriente na planta.

O nitrogênio, além de ser o nutriente mais exigido e acumulado pelo cafeeiro, relaciona-se com a produtividade e recuperação da lavoura, principalmente após estresses relacionados à prática da poda e renovação da lavoura, conforme relatado por Diaz et al. (2011) ao testar doses crescentes de N em lavouras de café canéfora em Cuba. A alta demanda da planta por N pode ser explicada pelo fato desse elemento ser responsável pela síntese de aminoácidos e de outros compostos como enzimas, purinas, alcaloides, ácidos nucléicos, e nucleotídeos, o que explica seus teores foliares normalmente encontrados em plantas cafeeiras (BRANGANÇA et al., 2008).

O segundo nutriente mais acumulado é o cálcio, podendo corresponder a uma imobilização da ordem de 500 kg ha⁻¹. O Ca é considerado vital para a divisão celular e para manter a estabilidade da parede celular (BRANGANÇA et al., 2007a).

O potássio é o terceiro nutriente na ordem de acúmulo no cafeeiro. Esse elemento tem papel relevante na síntese de amido e em diversos processos fisiológicos (BRANGANÇA et al., 2007a). Valadares et al. (2013) observaram que o uso de K nas adubações de cafeeiros arábica reduz o efeito da bianualidade ao favorecer a recuperação das lavouras após a colheita. Os mesmos autores verificaram que a maior demanda de K para o cafeeiro ocorre no período de frutificação.

O magnésio e o enxofre estão correlacionados com o processo fotossintético sendo que o Mg atua na fotossíntese e na produção de fotoassimilados, enquanto que o S atua nas principais reações bioquímicas no ciclo de Krebs (BRANGANÇA et al., 2008).

O fósforo é o macronutriente menos acumulado pelo cafeeiro, entretanto, possui papel relevante para o processo de transferências de energia nas células. Os diferentes níveis fosfato influenciam no acúmulo de matéria seca na planta durante a

fase de formação na lavoura, afetando indiretamente na produtividade das lavouras, cujas respostas a fertilização deste nutriente dependem do material genético cultivado (MARTINS et al., 2013).

Os efeitos observados para os macronutrientes são afetados pelas interações entre os diferentes elementos presentes no solo, com destaque para o Al que pode influenciar na produção de matéria seca, no crescimento radicular e na absorção de Ca e P em cafeeiros arábica e canéfora (MATIELLO et al., 2008). Assim, a presença de Al em concentrações elevadas na solução do solo interfere na disponibilidade de Ca e P na folha, além de prejudicar o crescimento radicular.

Também o Si pode ter efeito benéfico na interação com os demais nutrientes. Neste sentido, Pozza et al. (2009) testando doses de silicatos de cálcio em lavouras cultivadas com cafeeiros arábica, verificaram maior eficiência na absorção dos demais nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe e Mn) na presença dos silicatos de cálcio, o que foi atribuído ao efeito do Si no aumento do porte da planta e na maior resistência ao estresse hídrico, além do efeito positivo na melhoria do pH da rizosfera das plantas (POZZA et al., 2009).

Para os micronutrientes têm-se a seguinte ordem de exigência para o cafeeiro canéfora: $Fe > Mn > B > Zn > Cu$. O acúmulo é crescente com o avanço da idade da planta, atingindo valores máximos em torno do 72º mês de crescimento da lavoura. Nas folhas, tem sido observado maior concentração de B e Mn, enquanto que no tronco + ramos ortotrópicos a maior concentração observada foi para Cu, Fe e Zn (BRAGANÇA et al., 2007b). Diferenças no sistema de cultivo parecem não afetar a ordem de requerimento dos nutrientes. De acordo com Carmo et al. (2012) os teores de micronutrientes nas folhas de cafeeiros arábica conduzidos em sistemas agroflorestais não diferiram daqueles encontrados no sistema convencional sendo a ordem decrescente de concentração $Mn > Fe > B > Cu > Zn$.

2.3 DIAGNOSE FOLIAR

Na avaliação do estado nutricional, normalmente utilizam-se as folhas como órgão a ser amostrado, uma vez que nas folhas ocorrem a maioria das reações fisiológicas (MALAVOLTA, 1989; MARTINEZ et al., 2003).

Embora seja esperado que haja correspondência entre a intensidade dos processos fisiológicos e a concentração dos nutrientes nas folhas, no processo de interpretação dos resultados da análise química foliar faz-se necessário neutralizar outras interferências que possam afetar o diagnóstico, como aspectos fitossanitários, de manejo da lavoura e os fatores edafoclimáticos (MALAVOLTA, 2006).

Por este motivo, tem sido comum a recomendação de que a amostragem foliar deve ser feita em talhões homogêneos quanto ao manejo, idade da cultura, tratos culturais e material genético, realizando-se a coleta de quatro pares de folhas retiradas no terço médio e nos pontos cardeais, da terceira ou quarta folha madura dos ramos plagiotrópicos a partir do ápice em vinte a vinte cinco plantas (BATAGLIA; SANTOS, 2001; CINTRA et al., 2015).

Também a época de amostragem é um fator variável no processo de interpretação do estado nutricional do cafeeiro, tanto que Malavolta (1989) recomendam que a amostragem foliar em cafeeiros deve ser realizada quando os frutos estiveram na fase “grão chumbinho”, ou então no período de verão nas principais regiões cafeeiras (BATAGLIA; SANTOS, 2001).

Partelli et al. (2007) trabalhando com cafeeiros arábica em Minas Gerais avaliaram a amostragem foliar em duas épocas (verão e inverno) e observaram padrões distintos tanto para as normas DRIS como para os teores nutricionais entre os dois períodos, concluindo que deveriam ser obtidos normas DRIS específicas para cada uma das épocas do ano.

2.4 MÉTODOS DE INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR

Existem vários métodos para interpretação da análise foliar, dentre eles os mais utilizados são os métodos do nível crítico (NC) e o da faixa de suficiência (FS), que são considerados de fácil interpretação e utilização.

Nível crítico corresponde ao teor do nutriente na folha, que abaixo do qual a planta terá o crescimento vegetativo e a produção diminuídos, e acima do qual não haveria resposta econômica positiva. Esse nível geralmente corresponde de 80 a 95% da produtividade máxima esperada. Faixa de suficiência (FS) trata-se de uma amplitude dos teores nutricionais considerados ótimos para produtividades elevadas (KURIHARA et al., 2005).

Uma das dificuldades da aplicação destes métodos consiste na obtenção dos valores de referência, dado que esses valores precisam ser calibrados localmente para cada região de cultivo e sistema de produção. Esse processo de calibração demanda tempo, espaço e recursos humanos e financeiros, dificultando a constante validação dos padrões nutricionais a serem utilizados (KURIHARA et al., 2005).

Uma alternativa a esse processo tem sido o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), que foi desenvolvido por E. R. Beaufils em 1970. Esse método possibilita o diagnóstico nutricional sem a necessidade de ensaios de calibração para se obter os padrões nutricionais (RODRIGUEZ; RODRIGUEZ 2000).

A vantagem de métodos como o DRIS em comparação a métodos como do Nível Crítico (NC) e das Faixas de Suficiência (FS) reside no fato de que o uso de relações bivariadas entre os nutrientes pode minimizar os efeitos não controlados dos fatores não nutricionais sobre os teores dos nutrientes, que se expressam pela variabilidade no acúmulo de biomassa e resultam nos efeitos de diluição e concentração observados na análise dos teores nutricionais (RODRIGUEZ; RODRIGUEZ, 2000).

Ao se minimizar os efeitos não controlados, torna-se possível a obtenção de padrões nutricionais sem a necessidade de instalação de experimentos de longa duração, os quais podem então ser obtidos tanto de dados experimentais como daqueles provenientes do monitoramento de lavouras comerciais (RODRIGUEZ; RODRIGUEZ, 2000).

Outro método semelhante, denominado Diagnóstico da Composição Nutricional (CND), proposto originalmente por Parent e Dafir (1992), utilizam relações multivariadas ao invés das relações bivariadas adotadas pelo DRIS.

Na prática, as diferenças entre os dois métodos são pequenas. Por exemplo, Serra et al. (2010) comparando os métodos CND e DRIS no diagnóstico nutricional do algodoeiro constataram elevado grau de semelhança na identificação de estado nutricional, cujos diagnósticos alcançaram grau de concordância de até 90%. Politi et al. (2013) também encontraram elevado grau de concordância entre os métodos DRIS e CND na avaliação nutricional de mangueiras.

Um dos desafios atuais para a utilização da análise foliar na recomendação de adubação está na limitação do período indicado para a realização da amostragem

foliar ser muito tarde para permitir que seus resultados possam servir para definir as quantidades e os parcelamentos das adubações a serem realizadas.

Avaliando a antecipação da amostragem em laranjeiras cultivada na região centro-norte do Amazonas Dias et al. (2013) observaram diferenças nos teores e nos diagnósticos obtidos, para a maioria dos nutrientes e em todas as épocas avaliadas. Em geral, o grau de concordância nos diagnósticos foi inferior a 65%. Concluíram existir a necessidade de se estabelecer normas específicas para cada um dos períodos de amostragem.

Zambello Junior et al. (1980), avaliando o estado nutricional da cana de açúcar entre quatro épocas de amostragem pelo método DRIS, observaram que o nutriente mais limitante foi comum em todas as épocas avaliadas.

Em cafeeiros, baseando-se no fato de que materiais genéticos demandam diferentes necessidades nutricionais em função do tamanho do ciclo reprodutivo (materiais precoces, intermediários, tardios e supertardio), tem-se proposto o uso de parcelamentos da adubação e padrões nutricionais distintos específicos para diferentes épocas de amostragem, para cada material genético (GOMES, 2013; PARTELLI et al., 2014), baseado na premissa de que a antecipação do período de avaliação do estado nutricional ou sua aplicação em diferentes estádios fenológicos seria o melhor entendimento das relações fonte e dreno que ocorrem no cafeeiro .

Neste sentido, Partelli et al. (2007) trabalhando com café arábica, em Minas Gerais, com duas épocas de amostragem, verão (grão chumbinho) e inverno (granação), indicaram que as normas DRIS deveriam ser específicas para cada época amostrada.

Gomes (2013), utilizando o DRIS na avaliação do estado nutricional de cafeeiros canéfora no Espírito Santo, e avaliando duas épocas fenológicas distintas de amostragem (pré-florada e granação), sugere que as normas sejam específicas para cada estágio fenológico.

Assim, nota-se a necessidade de avaliar a viabilidade da antecipação da amostragem foliar em lavouras de cafeeiros canéforas clonais cultivados no Estado de Rondônia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram monitoradas 113 lavouras de cafeeiro (*Coffea canephora*) com idade variando de três a nove anos e provenientes de mudas propagadas vegetativamente por estaquia. As lavouras foram amostradas nos municípios da zona da mata de Rondônia, sendo 16 lavouras em Alto Alegre dos Parecis, 43 lavouras em Alta Floresta D'Oeste e 54 lavouras em Nova Brasilândia D'Oeste. Em cada lavoura foram caracterizadas no ato da primeira amostragem foliar, informações sobre a densidade de plantio, número médio de hastes ortotrópicas, podas, desbrotas e o uso de irrigação (Apêndice A).

As amostragens foliares ocorreram em duas épocas distintas: a primeira coleta de folhas foi no período de “antese”, em agosto de 2013 e a segunda coleta de folhas ocorreu na fase do “grão chumbinho”, considerada essa como sendo a época padrão de amostragem para o cafeeiro (BATAGLIA; SANTOS, 2001), e que correspondeu ao período de 60 a 70 dias após o florescimento da lavoura.

Para cada lavoura foram amostradas ao acaso vinte plantas, descartando-se aquelas com alta heterogeneidade dentro de cada lavoura amostrada. Foram retiradas as folhas no terço médio de cada planta, nos pontos cardiais, localizadas no terceiro ou quarto par de folhas a partir do ápice do ramo plagiotrópicos, conforme indicado na literatura (BATAGLIA; SANTOS, 2001; PARTELLI et al., 2006b).

Os materiais vegetais coletados foram acondicionados em sacos de papel e transportados para estufa onde foram secos até atingir massa constante; posteriormente as amostras foram moídas e submetidas às análises dos teores dos nutrientes. Utilizou-se o método de digestão química nitroperclórica para os nutrientes P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu seguida pela determinação analítica por espectrometria de plasma para Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu (ICP-OES); P foi determinado por espectrofotometria molecular e K por fotometria de chama. O nitrogênio total foi obtido por digestão sulfúrica e determinado após destilação por Kjeldahl (CARMO et al., 2000).

A produtividade das lavouras foi estimada no período da colheita, em abril e maio 2014. Para a estimativa da produtividade foram colhidas seis plantas por lavoura. Foram derriçados os frutos sobre a lona plástica e medida a quantidade em litros de grãos de café para o total de seis plantas por lavoura. Deste volume, foi posteriormente

retirado uma subamostra de dois litros, cujos grãos foram colocados a secar até atingir 12 % de umidade, medindo-se peso seco. Após secas, as amostras foram beneficiadas com auxílio de um moinho elétrico para calcular o rendimento de café beneficiado.

A produtividade em hectare foi obtida pela expressão:

$$P = (M \times V \times S) / 720$$

Onde:

P = produtividade de café beneficiado em sacas ha⁻¹;

M = massa seca de café beneficiado, em quilogramas;

V = volume de café colhido por unidade de seis plantas, em litros;

S = stand, número de plantas por hectare.

Para este trabalho as lavouras foram classificadas em alta e baixa produtividade. Utilizando para este trabalho o desvio-padrão do conjunto das lavouras para critério de estabelecimento das faixas. Foram consideradas de alta produtividade toda lavoura cuja produtividade estimada foi acima da média + 0,5 desvio padrão da produtividade das lavouras monitoradas.

A avaliação do estado nutricional das lavouras foi realizada pelo método da Diagnose da Composição Nutricional (CND) (PARENT; DAFIR, 1992). A aplicação do método inclui as seguintes etapas: determinação dos valores de referência (normas CND), cálculo dos índices nutricionais multivariados (índices CND) e definição do estado nutricional pela interpretação dos índices CND pelo método do Potencial de Resposta a Adubação (PRA).

Para determinação das normas as concentrações dos teores dos nutrientes foliares foram ajustadas para mesma unidade de medida (g kg⁻¹). A seguir, para cada nutriente, os teores fora do limite da média ± 2,33 desvios padrões (1% dos dados) foram excluídos, mantendo-se apenas aqueles contidos no limite estipulado. A seguir, calculou-se para cada amostra o complemento da biomassa foliar (valor R) pela expressão: $R = 1000 - (vN + vP + vK + vCa + vMg + vCu + vFe + Mn + vZn + vB)$.

Onde:

R= complemento da biomassa para total de 1000 gramas

vN, vP,, vZn, vB= valor correspondente aos teores dos nutrientes em g kg⁻¹.

Após obter o valor R calculou-se a média geométrica das concentrações dos nutrientes nas folhas considerando o complemento da biomassa foliar (Valor R).

Fórmula para cálculo da média geométrica:

$$m_{Geo} = \sqrt[n]{v_N v_P v_K \dots v_n v_R}$$

Onde:

m_{Geo} = média geométrica do teores totais na amostra, em $g\ kg^{-1}$.

$v_N, v_P \dots v_K \dots$; valor de cada nutrientes expressados em $g\ kg^{-1}$

R = conteúdos dos nutrientes não avaliados.

n = número de nutrientes avaliados

Após a obtenção da média geométrica de cada amostra, calculou-se a variável multinutriente (z_X) de cada amostra utilizando o logaritmo natural (ln):

$$z_X = \ln(v_X/m_{Geo})$$

Onde:

z_X = variável multinutriente para um nutriente qualquer, adimensional.

v_X = valor correspondente ao teor de um nutriente qualquer, expresso em $g\ kg^{-1}$

m_{Geo} = média geométrica, em $g\ kg^{-1}$.

As normas CND consistiram da média e desvio padrão obtidos do conjunto de lavouras de alta produtividade, da variável multinutriente (z_X) de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidas para cada uma das épocas de amostragem (florescimento pleno e de grão chumbinho).

Obtidas as normas CND, foram calculados os índices CND, pela expressão

$$I_X = (z_X - m_X) / s_X$$

Onde:

I_X = índice CND de cada nutriente x qualquer

z_X = variável multinutriente para um nutriente x qualquer

m_X = média aritmética da variável multinutriente nas lavouras de alta produtividade

s_X = desvio-padrão da variável multinutriente nas lavouras de alta produtividade

Após calcular os índices CND foram obtidos o índice do balanço nutricional médio (IBNm), pela expressão:

$$IBNm = \frac{|I_N| + |I_P| + |I_K| + \dots + |I_B|}{m}$$

Onde:

IBNm = índice do balanço nutricional médio, adimensional;

$|I_N| |I_P| |I_K|$ = valor em módulo dos índices CND, de cada um dos nutrientes avaliados na amostra, adimensional; e

m = número de nutrientes avaliados na amostra.

O estado nutricional das lavouras foi diagnosticado pelo método Potencial de Resposta a Adubação (PRA) (WADT; DIAS 2012) considerando-se três classes de estado nutricional: equilibrado ($|I_X| < IBNm$), insuficiente ($|I_X| > IBNm$ e $I_X < 0$) e excesso ($|I_X| > IBNm$ e $I_X > 0$).

Para a comparação dos diagnósticos produzidos pelas diferentes normas CND, adotou-se o critério do grau de concordância do estado nutricional das lavouras para as épocas avaliadas.

Para isto, para cada lavoura e nutriente, comparou-se o estado nutricional (insuficiente, equilibrado, excesso) de cada uma das duas épocas de amostragem (floração e grão chumbinho). Sendo os diagnósticos iguais entre as duas épocas, esse foi considerado concordante; sendo diferentes, esse foi considerado divergente. Os resultados concordantes foram expressos em porcentagem em relação ao total de diagnósticos realizados para cada nutriente.

Foi também calculada a frequência com que cada lavoura amostrada foi considerada insuficiente, equilibrada ou em excesso. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Para comparação entre resultados observados nas duas épocas de amostragem (floração e grão chumbinho) e os resultados da literatura utilizou-se o teste t de Student.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os nutrientes avaliados para todo o conjunto populacional, os teores nutricionais médios entre as duas épocas de amostragem, foram superiores na amostragem realizada no período de grão chumbinho. Entre os macronutrientes, as exceções foram: Ca, cujo teor foi menor na segunda época e Mg, onde não houve diferença estatística entre as duas épocas de amostragem. Entre os micronutrientes, Fe e Mn apresentaram maiores teores na primeira época de amostragem (Tabela 1).

Tabela 1 - Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), valores máximos e mínimos dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e B em lavouras cafeeiras clonais (n= números de lavouras envolvidas).

| Parâmetros | N | P | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn | B |
|---|-----------------------------------|------|-------|-------|------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| | ----- (g kg ⁻¹) ----- | | | | | ----- (mg kg ⁻¹) ----- | | | | |
| Teores em Lavouras Clonais na Floração (TLCF) | | | | | | | | | | |
| Média | 19,4 | 1,1 | 14,0 | 10,1 | 2,1 | 13 | 128 | 75 | 3 | 31 |
| DP | 2,1 | 0,3 | 3,3 | 2,2 | 0,7 | 7,4 | 45,3 | 31,4 | 0,5 | 9,0 |
| Min | 15,1 | 0,7 | 6,1 | 5,0 | 0,6 | 3 | 58 | 26 | 2 | 16 |
| Max | 26,3 | 2,0 | 22,2 | 15,2 | 3,9 | 50 | 312 | 169 | 5 | 56 |
| CV | 11% | 27% | 24% | 22% | 33% | 56% | 35% | 42% | 13% | 29% |
| n | 109 | 110 | 112 | 110 | 111 | 109 | 108 | 110 | 110 | 110 |
| Teores em Lavouras Clonais no Grão chumbinho (TLCGC) | | | | | | | | | | |
| Média | 24,5 | 1,2 | 15,7 | 9,5 | 2,2 | 15 | 52 | 59 | 5 | 40 |
| DP | 2,5 | 0,3 | 2,9 | 1,9 | 0,7 | 3,2 | 11,0 | 31,7 | 0,5 | 7,1 |
| Min | 19,5 | 0,7 | 8,8 | 5,2 | 1,1 | 8 | 33 | 15 | 4 | 21 |
| Max | 30,7 | 1,9 | 22,8 | 13,7 | 3,8 | 24 | 85 | 141 | 6 | 55 |
| CV | 10% | 25% | 18% | 20% | 32% | 20% | 21% | 54% | 10% | 18% |
| n | 111 | 110 | 110 | 112 | 109 | 110 | 109 | 111 | 111 | 110 |
| Teste t | | | | | | | | | | |
| TLCF Vrs TLCGC | * | * | * | * | ns | * | * | * | * | * |
| Teores em Lavouras Convencionais (TLVGC) ¹ | | | | | | | | | | |
| TLVGC Vrs TLCGC | 26,4* | 1,4* | 18,5* | 11,6* | 3,6* | 12 ^{ns} | 106* | 85* | 10,9* | 62,4* |
| Teores em Lavouras Orgânicas (TLOGC) ¹ | | | | | | | | | | |
| TLOGC Vrs TLCGC | 27,6* | 1,6* | 16,7* | 13,5* | 3,5* | 16,1* | 112* | 73,9* | 8,9* | 54,5* |

ns = não significativo; * médias que diferiram entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t bicaudal. ¹ Partelli et al. (2006c)

Na região amazônica há duas estações definidas: o período seco (abril – setembro) e o período chuvoso (outubro-março) (RONDÔNIA, 2012). A floração do cafeeiro ocorre no final do período seco; este fato pode ajudar a explicar os menores teores dos nutrientes observados na época da floração (agosto-setembro) (Tabela 1), uma vez que a baixa disponibilidade de água no solo contribui para que haja também uma menor acumulação de nutrientes nas folhas. Resultados semelhantes foram observados por Partelli et al. (2007) que também avaliando os teores foliares dos nutrientes no verão e inverno em cafeeiros arábica, observaram menores teores no inverno (junho a agosto), período de menor disponibilidade hídrica também na região sudeste.

Outro fator que correlaciona-se é o fato da planta está em fase de floração, considerado forte dreno para a planta que encontra-se sob estresse. Laviola et al. (2006) observaram que as flores são considerados fortes drenos para N e K absorvendo de 20 a 25% dos nutrientes acumulados nas folhas no momento da floração.

Quando se observa o desenvolvimento dos frutos, os maiores teores na fase de grão chumbinho relaciona-se ao fato de que o fruto do cafeeiro apenas começa acumular nutriente (dreno) em maiores quantidades a partir da expansão rápida. Assim, Partelli et al. (2014) observaram em frutos de cafeeiro conilon com diferentes ciclos de maturação para o N, P, K, Ca, S, onde o maior acúmulo de nutriente no fruto iniciou-se na fase expansão rápida. Laviola et al. (2007) observaram efeitos semelhantes em grãos de cafeeiros arábica cultivados em diferentes altitudes, que o período de expansão rápida correspondeu aquele onde se obteve o maior acúmulo de Ca, Mg e S.

Isto sugere que nos dois períodos amostrais (floração e grão chumbinho), o dreno de nutrientes observados em maior atividade na expansão rápida dos grãos ainda não encontrava-se ativo, permitindo que as folhas acumulassem nutrientes em proporções maiores que o acúmulo de biomassa nestes órgãos, fazendo então com que houve maiores teores no segundo período amostral (LAVIOLA et al., 2007).

Nitrogênio foi o elemento que apresentou menor variabilidade (menor CV) nos teores nutricionais, nas duas épocas de amostragem, e o Mg apresentou a maior variabilidade (Tabela 1). A ausência de diferença nos teores médios de Mg entre as

duas épocas de amostragem pode ser explicada pelo elevado CV observado para esse nutriente.

Entre os micronutrientes, a menor variabilidade foi para o Zn, em ambas as épocas de amostragem e a maior variabilidade foi observada para Mn na segunda época de amostragem e para Cu na primeira época de amostragem.

Os teores médios de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e B, avaliados nos dois estádios de amostragem foram inferiores aos relatados por Partelli et al. (2006c) em lavouras convencionais e orgânicas capixabas (Tabela 1). Somente os teores de Cu não diferiram estatisticamente pelo teste t entre as lavouras convencionais capixabas e as rondonienses na época de amostragem grão chumbinho.

Esses valores inferiores podem estar relacionados a vários fatores, como ao fato que a prática da adubação das lavouras em Rondônia são pouco difundidas, comparativamente ao que ocorre no estado do Espírito Santo. Assim como, as condições edafoclimáticas dos Estados e principalmente os materiais genéticos distintos cultivados, faz com que as plantas tenham aceleração do crescimento e as concentrações de nutrientes distintas devido à alta taxa de concentração e diluição (TAIZ; ZEIGER, 2013). Essas distinções nos teores foliares e no manejo de adubação também foram observadas por Wadt; Dias (2012) ao estabelecer normas DRIS multivariadas regionais e inter-regionais com lavouras cafeeiras de Rondônia e do Espírito Santo.

Dos macronutrientes, N, Ca, K estão entre aqueles demandando em maiores quantidades pelo cafeeiro, enquanto que P é o macronutriente com menor demanda absoluta (BRAGANÇA et al., 2008). Em relação aos micronutrientes o Fe é o elemento mais acumulado no cafeeiro, porém Bragança et al. (2007) observaram que apenas 8% do total acumulado pelo cafeeiro aos 72 meses de idade encontrava-se nos tecidos foliares.

Das 39 lavouras consideradas de alta produtividade (88 sacas ha⁻¹) e utilizadas para estabelecimento das normas CND, em Alto Alegre dos Parecis foram obtidas sete lavouras, dezoito lavouras em Alta Floresta D'Oeste e quatorze lavouras de Nova Brasilândia D'Oeste. Setenta e quatro lavouras foram consideradas de baixa produtividade.

Para o estabelecimento das normas CND utilizou-se o conjunto de dados das lavouras consideradas de alta produtividade. As normas CND para as duas épocas

de amostragens houve variação nos índices multivariados relacionados aos teores dos nutrientes, sendo que houve diferença pelo teste t apenas para os micronutrientes Cu, Fe, Mn, Zn (Tabela 2). As normas CND podem apresentar valores negativos ou positivos, quando o teor médio de cada nutriente está acima ou abaixo da média geométrica, respectivamente.

Tabela 2 - Média e Desvio-Padrão e número de amostras utilizadas para as normas de diagnose da composição nutricional (CND) para *Coffea canephora* no estágio fenológico floração e no estágio fenológico “grão chumbinho” (n= número de lavouras envolvidas).

| Parâmetros | N | P | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn | B |
|---|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Normas para Floração (NF) | | | | | | | | | | |
| Média | 3,17 | 0,34 | 2,86 | 2,55 | 0,94 | -4,28 | -1,83 | -2,47 | -5,33 | -3,19 |
| DP | 0,17 | 0,26 | 0,19 | 0,23 | 0,32 | 0,45 | 0,39 | 0,41 | 0,16 | 0,30 |
| n | 37 | 37 | 38 | 36 | 38 | 37 | 37 | 38 | 37 | 37 |
| Normas para Grão chumbinho (NGC) | | | | | | | | | | |
| Média | 3,41 | 0,46 | 2,96 | 2,53 | 0,96 | -3,98 | -2,68 | -2,79 | -5,04 | -2,92 |
| DP | 0,15 | 0,30 | 0,20 | 0,22 | 0,26 | 0,23 | 0,20 | 0,51 | 0,17 | 0,11 |
| n | 36 | 37 | 36 | 37 | 37 | 37 | 36 | 37 | 37 | 36 |
| Flo Vs. GC | ns | ns | Ns | Ns | ns | * | * | * | * | ns |
| Normas inter-regionais (NIR) ¹ | | | | | | | | | | |
| Média | 0,39 | -2,61 | 0,21 | -0,19 | -1,75 | - | - | - | - | - |
| DP | 0,17 | 0,19 | 0,22 | 0,19 | 0,26 | - | - | - | - | - |
| n | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | - | - | - | - | - |
| NGC Vs. NIR | * | * | * | * | * | - | - | - | - | - |
| Normas regionais (NR) ¹ | | | | | | | | | | |
| Média | 0,24 | -2,53 | 0,29 | -0,07 | -1,85 | - | - | - | - | - |
| DP | 0,12 | 0,18 | 0,19 | 0,13 | 0,27 | - | - | - | - | - |
| n | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | - | - | - | - | - |
| NGC Vs. NR | * | * | * | * | * | - | - | - | - | - |

ns= não significativo; * médias distintas pelo teste t ao nível de 5%. ¹Wadt e Dias (2012).

As normas CND estabelecidas neste trabalho diferiram entre si para os micronutrientes e também diferiram pelo teste t em relação as normas CND regionais e inter-regionais estabelecidas por Wadt e Dias (2012) para macronutrientes em Rondônia. Os autores entretanto observaram alto grau de concordância nos diagnóstico utilizando as duas normas. Esse resultado não foi observado neste trabalho apesar das normas não diferirem para as macronutrientes.

No presente trabalho, os resultados indicaram que para a maioria dos macronutrientes, a porcentagem de casos de deficiência nutricional foi maior nas lavouras de baixa produtividade que nas de alta produtividade (Tabela 3), sendo exceção o N e o P cujas frequências foram semelhantes entre as lavouras de baixa e alta produtividade.

Entre os micronutrientes, também se observou maior frequência de lavouras deficientes na classe de baixa produtividade para o período de floração; porém, no período de grão chumbinho, houve inversão desta tendência para os micronutrientes Cu e Zn (Tabela 3), onde a frequência de lavouras deficientes foi menor na classe de baixa produtividade.

Tabela 3 – Distribuição da frequência (%) de lavouras cafeeiras clonais do total de casos avaliados que estão em deficiência, equilíbrio, excesso em alta e baixa produtividade, para as duas épocas de amostragem floração e grão chumbinho. (n= número de lavouras envolvidas).

| Nutriente | n | Deficiência | | Equilíbrio | | Excesso | |
|----------------|-----|-------------|------|------------|------|---------|------|
| | | Alt | Baix | Alt | Baix | Alt | Baix |
| Floração | | | | | | | |
| N | 109 | 6 | 8 | 23 | 38 | 6 | 19 |
| P | 111 | 9 | 10 | 17 | 45 | 8 | 10 |
| K | 112 | 8 | 17 | 21 | 31 | 7 | 16 |
| Ca | 110 | 8 | 16 | 15 | 38 | 11 | 12 |
| Mg | 111 | 7 | 19 | 18 | 32 | 10 | 14 |
| Cu | 109 | 7 | 11 | 19 | 34 | 8 | 20 |
| Fe | 108 | 7 | 17 | 19 | 38 | 8 | 10 |
| Mn | 110 | 8 | 13 | 21 | 31 | 6 | 21 |
| Zn | 110 | 6 | 14 | 22 | 41 | 6 | 11 |
| B | 110 | 6 | 21 | 19 | 38 | 9 | 6 |
| Grão chumbinho | | | | | | | |
| N | 109 | 6 | 8 | 17 | 47 | 10 | 11 |
| P | 109 | 6 | 9 | 21 | 48 | 8 | 8 |
| K | 108 | 6 | 11 | 18 | 33 | 10 | 21 |
| Ca | 111 | 7 | 15 | 17 | 41 | 10 | 9 |
| Mg | 108 | 9 | 13 | 20 | 34 | 6 | 18 |
| Cu | 110 | 11 | 8 | 16 | 33 | 7 | 25 |
| Fe | 109 | 7 | 20 | 17 | 34 | 9 | 12 |
| Mn | 110 | 13 | 16 | 13 | 26 | 9 | 23 |
| Zn | 110 | 5 | 4 | 24 | 54 | 5 | 8 |
| B | 110 | 7 | 32 | 20 | 23 | 6 | 12 |

Quando se relaciona as duas épocas de amostragem observou-se que para N permaneceu constante em lavouras de baixa e alta produtividade nas duas épocas de

amostragem. Com 6% dos casos em deficiência nas lavouras de alta produtividade e 8% em lavouras cafeeiras de baixa produtividade. E o B o elemento com maior amplitude das porcentagens (Tabela 3). As maiores porcentagens de casos em excesso também foram observadas nas lavouras de baixa produtividade (Tabela 3).

Esse fato pode estar relacionado à baixa exportação aos frutos. Valarini et al. (2005) ao avaliarem as taxas de remobilização dos nutrientes das folhas para os frutos em três épocas de amostragem (grão chumbinho, granação e fruto verde) observaram que a produtividade das lavouras influenciaram nos teores foliares, apesar dos teores observados nas duas classes de produtividades apresentarem pouca variação. Os autores relatam também que a remobilização de nutrientes pode acontecer de outros órgãos da planta como folhas mais velhas distintas das utilizadas na amostragem utilizadas.

Farnezi et al. (2009) ao comparar de maneira geral a frequência dos casos em deficiência em lavouras de café arábica em Minas Gerais com as faixas obtidas na literatura observaram que o K seguido do N são os macronutrientes que apresentaram maior deficiência e mantiveram-se constantes ao comparar com demais autores na literatura. Entre os micronutrientes apenas o Zn apresentou frequência deficiente, os demais se apresentaram excessivos.

Esses resultados são diferentes aos obtidos neste trabalho com lavouras de café canéfora, onde o método de se obter a frequência foi mais detalhado em relação aos autores em comparação. O Mg foi o macronutriente que apresentou maior frequência de deficiência, enquanto os micronutrientes o B indicou maior porcentagem. Corroborando parcialmente com os resultados obtidos por Wadt; Dias (2012) quando utilizando normas específicas para as lavouras cafeeiras, obtiveram baixa frequência na classe de insuficiência para os macronutrientes N, 28%; Ca, 26%; P e Mg, 22%; e K, 18%.

Barbosa et al. (2006) observaram através da frequência de índices negativos que para as lavouras cafeeiras de arábica do Noroeste Fluminense que o Ca, B, Zn e K foram os nutrientes limitantes. Esses resultados são similares aos obtidos neste trabalho para Zn e K apesar de apresentar métodos diferentes de verificação. É relevante ressaltar que a frequência observadas pela aleatoriedade dentro das faixas do potencial de resposta a adubação e da classe de produtividade é uma forma ímpar de avaliação que ainda não está sendo explorada em massa.

Ao observar as porcentagens dos diagnósticos concordantes somente nas duas classes de produtividade, de maneira geral, apresentaram baixa concordância entre as épocas avaliadas. Para as lavouras de baixa produtividade esses casos obtiveram porcentagem relativamente superior aos diagnósticos relacionados a alta produtividade.

Para as lavouras de baixa produtividade os nutrientes que apresentaram maior grau de concordância foram P (70%) e Mn (64%). Nas lavouras de alta produtividade os macronutrientes obtiveram concordância na faixa de 50 a 60% com exceção do K (70%) destacando os valores do N (58%) e para Mn (74%) (Gráfico 1).

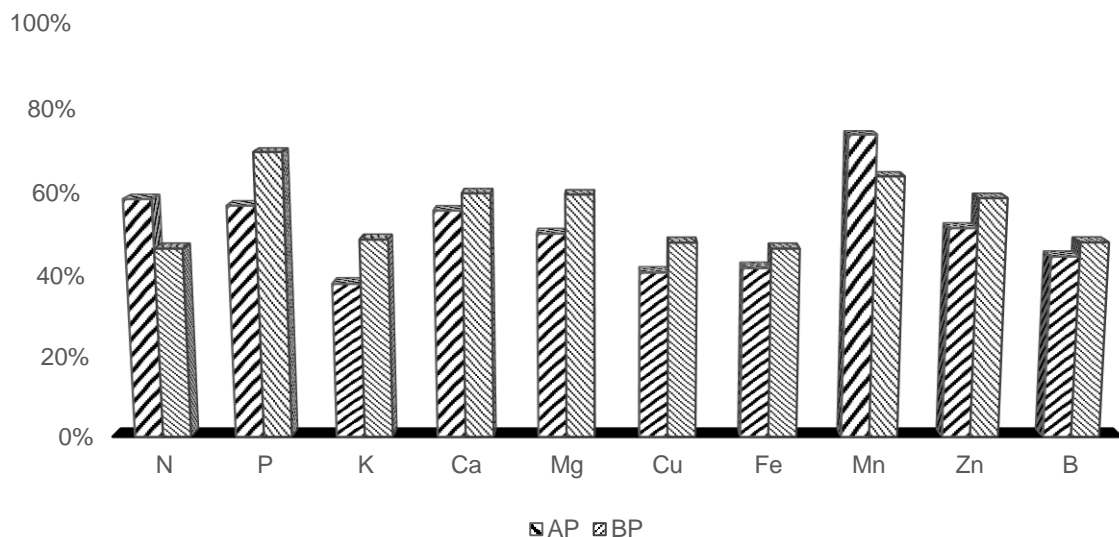


Gráfico 1 – Diagnósticos concordantes em lavouras de alta e baixa produtividade, nas duas épocas de amostragem foliar (floração e grão chumbinho).

Ao comparar os diagnósticos concordantes de maneira geral, apenas para as classes de produtividade observou-se concordância baixa para a maioria dos nutrientes avaliados, obtendo a maior em 74% para Mn, para as lavouras de alta produtividade e 70% para P em lavouras de baixa produtividade (Gráfico 1). Diferente da literatura observada (WADT; DIAS 2012; FARNEZI et al., 2009; BARBOSA et al., 2006) que encontraram alto grau de concordância.

Dias et al. (2013) observam que o estágio fenológico influenciou no estado nutricional da planta, esses autores indicaram que os baixos graus de concordância, evidenciam que os usos das normas devem ser específicos para os estádios

fenológicos da planta possibilitando o manejo nutricional balanceado. Contudo, não há garantia de que o diagnóstico feito com padrões antecipados corresponda ao real estado nutricional das plantas.

Mesmo para a situação do P, que obteve grau de concordância de 70% entre os diagnósticos, não se pode afirmar que o uso das normas antecipadas seria conveniente, neste caso, de cada 10 plantas efetivamente deficientes, três delas não teriam a deficiência indicada. Por outro lado, mesmo o baixo índice de identificação precoce da deficiência em P pode ser vantajosa. Reis et al. (2013) observaram em folhas de cafeeiro arábica que os teores aumentaram de acordo com o aumento das doses aplicada. Esses autores relatam ainda a época de aplicação desse adubo geralmente ocorrida em setembro ser tardia para as plantas absorverem e disponibilizar aos frutos uma vez que a disponibilidade desse nutriente tornam as plantas mais produtivas.

Considerando os diagnósticos concordantes nas classes de produtividade observou-se que a antecipação da época para floração em lavouras de alta produtividade obteve porcentagem abaixo de 40% para N, P, K, Mg, Fe, Zn e B. Apresentando altas apenas para Ca e Mn (Gráfico 2).

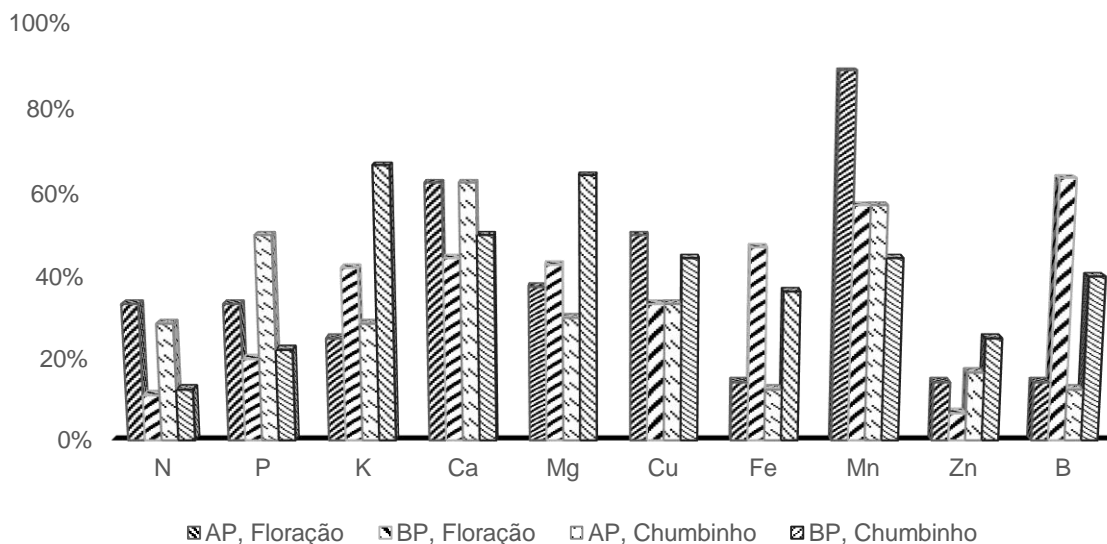


Gráfico 2 – Diagnósticos concordantes em casos de deficiência em lavouras de alta e baixa produtividade.

Relacionando as lavouras de baixa produtividade na mesma época de amostragem (Floração) essa tendência se repete, no entanto, para K, Ca, Mg, Fe

mantiveram-se na classes de 40%, o N, P e Zn obtiveram o menor grau de concordância com 11, 20 e 7 % respectivamente (Gráfico 2).

No presente trabalho o baixo grau de concordância observado indica restrição na possibilidade de antecipação da amostragem uma vez que se observou porcentagem baixa de identificação de nutrientes em deficiência na fase da floração. Diferente de Partelli et al. (2007) que indicam a viabilidade de normas específicas para as distintas épocas de amostragem em lavouras cafeeiras de arábica em Minas Gerais.

No trabalho realizado em Minas Gerais por Partelli et al. (2007), foram obtidos números de amostras distintas para o verão (158) e inverno (42) no decorrer dos dois anos de estudo. Como os autores adotaram na avaliação da produtividade, a média das duas colheitas, e considerando-se o número distinto de lavouras, subentende-se que não foram as mesmas lavouras avaliadas, nas respectivas amostragens. Além disto, neste trabalho, os autores não realizaram o diagnóstico comparando as duas épocas e o número de casos concordantes em relação ao estado nutricional das plantas, uma vez que esse diagnóstico seria inadequado, pois o número de amostras foi distinto.

Resultados parecidos ao de Partelli et al. (2007) foi observado por Gomes (2013) que também salientou a necessidade de normas específicas para cada época amostrada pois as relações nutricionais (bivariadas) foram semelhantes em apenas 23%.

Para o estado nutricional de excesso, foram observados altos graus de concordância entre os diagnósticos, como para N e Mn, que foram de 83% e 100%, respectivamente em lavouras de alta produtividade. Por outro lado, no período da floração, o grau de concordância foi baixo para Fe (9%) em lavouras de baixa produtividade (Gráfico 3).

Observou-se que a norma antecipada não foi possível prever quais nutrientes seriam os mais limitantes, ou excessivos para as lavouras cafeeiras de alta e baixa produtividade. Esse tipo de interpretação para a antecipação da época de amostragem, sem considerar o grau de concordância dos diagnósticos com o período considerado adequado, pode levar a conclusões precipitadas, dado que não há certeza se o diagnóstico produzido em uma determinada época antecipada corresponderá ao diagnóstico nutricional corresponde ao período de maior acúmulo de nutrientes nos órgãos das plantas.

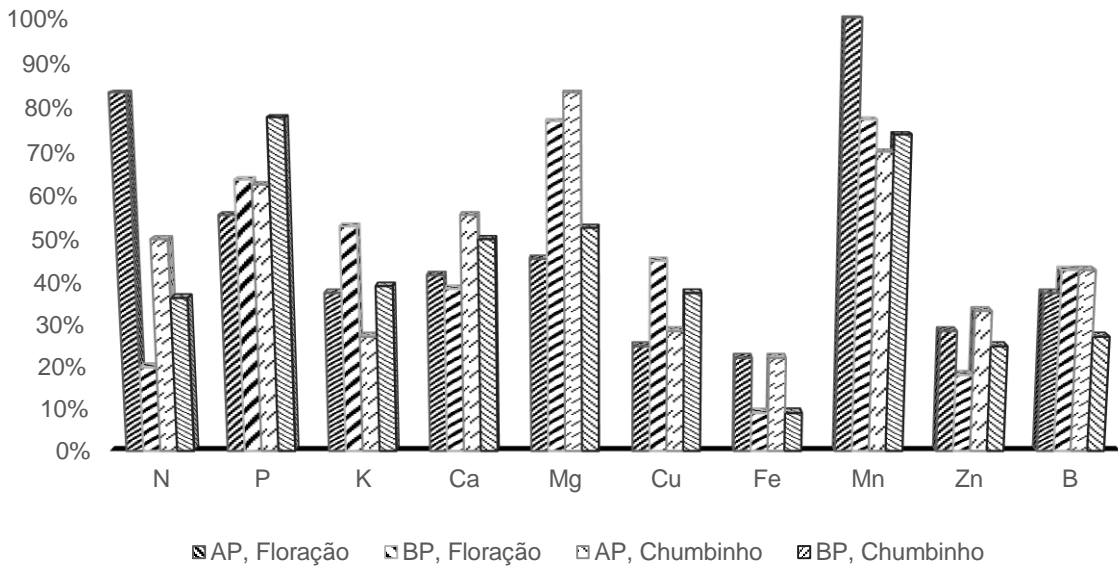


Gráfico 3 – Diagnósticos concordantes em casos excessivos em lavouras de alta e baixa produtividade.

Por sua vez, o grau de concordância entre os diagnósticos das lavouras que apresentaram equilíbrio nutricional foram maiores (Gráfico 4). Para as lavouras de alta produtividades as porcentagens se mantiveram na classe entre 57 e 70%, a exceção foi para K e Cu (43%) para o período de floração. As lavouras de baixa produtividade esses diagnósticos foram mais expressivos mantendo-se acima de 50%, apenas o B apresentou-se inferior a isso com 40%.

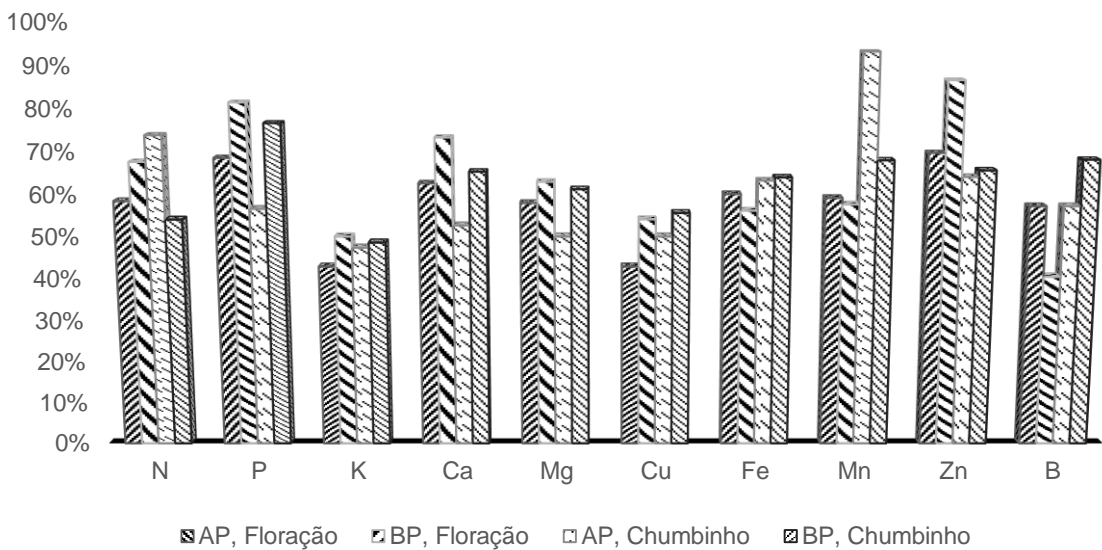


Gráfico 4 – Diagnósticos concordantes em casos de equilíbrio em lavouras de alta e baixa produtividade.

A utilização das três classes de diagnóstico proporcionou baixo grau de concordância para deficiência e excesso. No entanto, as lavouras equilibradas obtiveram diagnóstico com alto grau de concordância. Avaliando o grau de concordância para o diagnóstico antecipado em cultura de arroz em cultivos sequeiros Tomio et al. (2015) observou resultados semelhantes ao utilizar as três classes (insuficiência, equilibrado e excessivo) porém quando utilizou apenas duas classes (suficiente e insuficiência) os diagnósticos apresentaram maior grau de concordância, pela simples redução do número de classes avaliadas.

Esses resultados indicam que a antecipação da época de amostragem foliar pode não ser segura se considerada apenas a obtenção de normas específicas para cada uma das épocas.

5 CONCLUSÃO

A antecipação da época de amostragem para a avaliação do estado nutricional de lavouras cafeeiras em Rondônia não se apresenta promissor, devido ao baixo grau de concordância entre os diagnósticos obtidos na época de floração e de grão chumbinho, em relação às lavouras consideradas deficientes e em excesso.

REFERÊNCIAS

- BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improvising maize production based on principles developed for rubber trees. **Fert. Society South African Journal**, n. 1, p. 1-30, 1971.
- BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, R. M. de. Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do cafeeiro arábica na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36 n.6 Nov./Dez. 2006.
- BATAGLIA, O. C; SANTOS, W. R. dos. Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento. **Informações agrônômicas**. Campinas, SPv.1, n.96 – dez. 2001.
- BRAGANÇA, S. M.; PREZOTTI, L.C.; LANI, J.A. Nutrição do cafeeiro conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de (Ed). **Café conilon**. Vitória: Ed. do Incaper, 2007a, p. 299-325.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ. V. H. V.; LANI. J. A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, MG v. 54 n. 5 p.398-404, jul./ago, 2007b.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. H. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, V.H.; LANI, J.A. Accumulation of Macronutrients for the Conilon Coffee Tree. **Journal of Plant Nutrition**, Georgia, v. 31, n. 1, p.103-120, jan. 2008.
- CARMO, C. A. F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p.
- CARMO, D. L. DO.; NANNETTI, D. C.; LACERDA, T. M.; NANNETTI, A. N. ESPÍRITO SANTO, D. J DO.. Micronutrientes em solo e folha de cafeeiro sob sistema agroflorestal no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 76-83, jan./abr. 2012.
- CINTRA, A. C. de O.; ROZANE, D. E.; NATALE, W. SILVA, S. H. M. G. da; BARBOSA, J.C.; LOPES, M. D. C. Amostragem de plantas em cafeeiro para avaliação do estado nutricional. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 122 - 130, jan./mar. 2015.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2012, primeira estimativa**. Brasília: CONAB, 2012. 14p.
- DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; PAULO WADT, P. G.S.; PARTELLI, F. L.; PEREZ, D. V.; ESPINDULA, M. C.; TOMIO, D. B. Antecipação do período de diagnose foliar em laranjeira 'Pêra' no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.757-764, jul. 2013.

DÍAZ, A. P.; GONZÁLEZ, C. A. B.; ALONSO, G. M. M.; ESPINOSA, R. A. R.; NUÑEZ, R. V.; CASTRO, M. I. R. Fertilización nitrogenada después de la poda del café robusta em Cambisoles. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília - DF, v.46, n.8, p.935-943, ago. 2011.

ESPÍNDULA, 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).

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo/ Rio de Janeiro, Ed. da Universidade de São Paulo e livros técnicos e Científicos. 1975. 34p.

FARNEZI, M. M. de M.; SILVA, E. de B.; GUIMARÃES, T. G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região do Alto Jequitinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.33 n.4 jul./ago. 2009.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de (Ed). **Café conilon**. Vitória: Ed. do Incaper, 2007.

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.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V., V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F.D.; MONTEIRO, A. V. C.; OLIVEIRA, J. A. de. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais**. Viçosa: Ed. UFV, v.5, 1999. 359p.

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

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B. de; VENEGAS, V. H. A. Dinâmica de N e K em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 33-47, Set/Dez. 2006.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa- Mg v.31 n.6 Nov/Dez 2007.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do fosfato, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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, ed. 3, 2009. (Sistema de Produção, 33).

MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V., V.H.; GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; BRAGANÇA, S. M.; RODRIGUES, W. N.; REIS, E. F. dos. Nutritional Efficiency in Clones of Conilon Coffee for Phosphorus. **Journal of Agricultural Science**. Ottawa, Canada. v. 5, n. 1. jan. 2013.

MATTIELLO, E. M., PEREIRA, M. G.; ZONTA, E.; MAURI, J.; MATIELLO, J. D.; MEIRELES, P.G.; SILVA, I. R. da.. Produção de matéria seca, crescimento radicular e absorção de cálcio, fósforo e alumínio por *coffea canephora* e *Coffea arabica* influência da atividade do alumínio em solução. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - Mg v.32, n.1 p.425-434 2008.

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

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

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO, A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.41, n.6, p.949-954, jun. 2006a.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H. Comparação de dois métodos DRIS para o diagnóstico de deficiências nutricionais do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.41, n.2, p.301-306, fev. 2006b.

PARTELLI, F.; L.; VIEIRA, H. D. MONNERAT, P. H.; VIANA, A. P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v. 30 n. 3 p.443-451, mai./jun. 2006c.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; CARVALHO, V.B. de; MOURÃO FILHO, F. de A.A. Diagnosis and recommendation integrated system norms, sufficiency range, and nutritional evaluation of Arabian coffee in two sampling periods. **Journal of Plant Nutrition**, Weinheim, v.30, p.1651-1667, 2007.

PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, 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**, Viçosa - MG n.38 p.214-222, 2014.

PRADO, R. de M. Introdução a nutrição de plantas. In:_____ (Ed) **Nutrição de plantas**. São Paulo: Ed. da UNESP, 2008. Cap. 1 p. 7- 46.

PREZOTTI, L. C.; BRAGANÇA, S. M. Acúmulo de massa seca, n, p e k em diferentes materiais genéticos de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 284-294, jul./set. 2013.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. da; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. de C.; PRADO, R. de M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.17, n.1, p.11–18, 2013.

POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G. de; GUIMARES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; ARAÚJO, A. R. Suprimento do silicato de cálcio e a eficiência nutricional de variedades de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v.33 n. 5. p.1705-1714, set./out. 2009.

REIS, T. H. P.; FURTINI NETO, A. E.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUERRA, A. F.; OLIVEIRA, C. H. C. de. Estado nutricional e frações foliares de P no cafeeiro em função da adubação fosfatada. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.765-773, jul. 2013.

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P. T. G; ALVARES, V. H. V. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais**. Viçosa: UFV, v.5, 1999. 359p.

RONDÔNIA. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. **Boletim climatológico de Rondônia, ano 2010**. Porto Velho: SEDAM, 2012. 34p.

RODRÍGUEZ, O.; RODRÍGUEZ, V. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas: una revisión. **Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)**, Barquisimeto. v. 17, p. 449-470, 2000.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A.. Desenvolvimento de normas DRIS e CND e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG vol.34 n1 Jan./Feb. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918 p.

TOMIO, D. B.; UTUMI, M.M.; PEREZ, D. V.; DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.. Antecipação da diagnose foliar em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.3, p.250-258, mar. 2015.

VALARINI, V. BATAGLIA, O. C.; FAZOULI, L. C. Macronutrientes pelas folhas e frutos em cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v.64, v.64, n.4, p.661-672, 2006.

VALADARES, S. V.; NEVES, J. C. L.; ROSA, G. N. G. P.; MARTINEZ, H. E. P.; VENEGAS, V. H. A.; LIMA, P. C. de. Produtividade e bienalidade da produção de cafezais adensados, sob diferentes doses de N e K. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF v.48, n.3, p.296-303, mar. 2013.

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

ZAMBELO JÚNIOR. E.; HAAG. H. P.; ORLANDO FILHO. J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação para diferentes solos e épocas de amostragem foliar em soqueira de cana-de-açúcar (*saccharum spp.*). **Anais da ESALQ – Piracicaba, SP.** v. 37 p. 241-289, 1980.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Número do talhão, uso de irrigação, espaçamento entre plantas e linhas, idade da lavoura (anos), número de hastes por planta e produtividade das lavouras monitoradas nos três municípios (Alto Alegre dos Parecis, Alta Floresta D'Oeste e Nova Brasilândia D'Oeste) da Zona da Mata de Rondônia.

(continua)

| MUNICÍPIO | Nº talhão | Irrigação | Espaçamento | Idade | Nº hastes | Produtividade |
|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-----------|---------------|
| AAP | 1 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 71 |
| AAP | 2 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 38 | 123 |
| AAP | 3 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 36 | 104 |
| AAP | 4 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 54 |
| AAP | 5 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 95 |
| AAP | 6 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 36 | 68 |
| AAP | 7 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 39 | 93 |
| AAP | 8 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 57 |
| AAP | 9 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 39 | 57 |
| AAP | 10 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 36 | 82 |
| AAP | 11 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 101 |
| AAP | 12 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 37 | 97 |
| AAP | 13 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 39 | Ind* |
| AAP | 14 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 31 |
| AAP | 15 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 42 | 82 |
| AAP | 16 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 39 | 65 |
| AAP | 17 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 35 | 99 |
| AAP | 18 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 33 | Ind* |
| AAP | 19 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | Ind* |
| AFO | 1 | SIM | 3,0/2,0 | 5 | 48 | 51 |
| AFO | 2 | SIM | 3,0/1,0 | 5 | 29 | 106 |
| AFO | 3 | SIM | 3,0/1,0 | 3 | 40 | 117 |
| AFO | 4 | SIM | 2,5/2,0 | 3 | 46 | 84 |
| AFO | 5 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 44 | 93 |
| AFO | 6 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 105 |
| AFO | 7 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 42 | 100 |
| AFO | 8 | NÃO | 3,0/2,0 | 4 | 33 | 28 |
| AFO | 9 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 42 | Ind* |
| AFO | 10 | SIM | 3,5/2,5 | 3 | 38 | 28 |
| AFO | 11 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 38 | 78 |
| AFO | 12 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 100 |
| AFO | 13 | SIM | 3,0/1,5 | 4 | 40 | 113 |
| AFO | 14 | SIM | 3,0/1,5 | 3 | 40 | 80 |
| AFO | 15 | SIM | 3,0/1,5 | 4 | 40 | 144 |
| AFO | 16 | NÃO | 3,0/1,5 | 4 | 40 | 56 |
| AFO | 17 | NÃO | 3,0/1,5 | 3 | 42 | 48 |
| AFO | 18 | SIM | 3,0/1,80 | 3 | 27 | 109 |
| AFO | 19 | SIM | 3,0/1,5 | 4 | 34 | 94 |

APÊNDICE A- Número do talhão, uso de irrigação, espaçamento entre plantas e linhas, idade da lavoura (anos), número de hastes por planta e produtividade das lavouras monitoradas nos três municípios (Alto Alegre dos Parecis, Alta Floresta D'Oeste e Nova Brasilândia D'Oeste) da Zona da Mata de Rondônia.

(continuação)

| | | | | | | |
|-----|----|-----|----------|----|----|------|
| AFO | 20 | SIM | 3,0/1,2 | 3 | 31 | 141 |
| AFO | 21 | SIM | 3,0/1,2 | 3 | 28 | 126 |
| AFO | 22 | SIM | 3,0/1,0 | 3 | 38 | Ind* |
| AFO | 23 | SIM | 3,0/1,5 | 4 | 38 | 66 |
| AFO | 24 | SIM | 2,8/2,0 | 5 | 32 | 39 |
| AFO | 25 | SIM | 3,0/2,0 | 7 | 40 | 60 |
| AFO | 26 | SIM | 2,80/1,7 | 7 | 37 | 75 |
| AFO | 27 | NÃO | 2,5/2,0 | 6 | 38 | Ind* |
| AFO | 28 | SIM | 3,0/2,0 | 4 | 44 | 68 |
| AFO | 29 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 16 | 45 |
| AFO | 30 | SIM | 3,0/2,0 | 4 | 22 | 29 |
| AFO | 31 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 15 | 26 |
| AFO | 32 | NÃO | 3,0/2,0 | 4 | 40 | 39 |
| AFO | 33 | NÃO | 3,0/,20 | 4 | 45 | 77 |
| AFO | 34 | NÃO | 3,0/2,0 | 6 | 44 | 101 |
| AFO | 35 | NÃO | 3,0/2,0 | 3 | 40 | 78 |
| AFO | 36 | NÃO | 3,0/2,0 | 2 | 36 | Ind* |
| AFO | 37 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 40 | 104 |
| AFO | 38 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 38 | 96 |
| AFO | 39 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 38 | 78 |
| AFO | 40 | SIM | 3,0/2,0 | 4 | 40 | 93 |
| AFO | 41 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 36 | 108 |
| AFO | 42 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 37 | 95 |
| AFO | 43 | NÃO | 3,0/2,0 | 4 | 32 | Ind* |
| AFO | 44 | SIM | 3,0/2,0 | 4 | 39 | 74 |
| AFO | 45 | SIM | 3,0/2,0 | 4 | 38 | 36 |
| AFO | 46 | NÃO | 3,0/2,0 | 5 | 40 | 57 |
| AFO | 47 | SIM | 3,0/2,0 | 3 | 38 | 61 |
| AFO | 48 | NÃO | 3,0/2,0 | 4 | 30 | 48 |
| NBO | 1 | SIM | 3,5/1,5 | 9 | 29 | 29 |
| NBO | 2 | SIM | 3,5/1,5 | 10 | 31 | 74 |
| NBO | 3 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 35 | 117 |
| NBO | 4 | SIM | 3,5/1,5 | 6 | 30 | 118 |
| NBO | 5 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 31 | 89 |
| NBO | 6 | SIM | 3,5/1,5 | 13 | 44 | 92 |
| NBO | 7 | SIM | 3,5/1,5 | 7 | 31 | 88 |
| NBO | 8 | SIM | 3,5/1,5 | 5 | 23 | 70 |
| NBO | 9 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 28 | 97 |

APÊNDICE A- Número do talhão, uso de irrigação, espaçamento entre plantas e linhas, idade da lavoura (anos), número de hastes por planta e produtividade das lavouras monitoradas nos três municípios (Alto Alegre dos Parecis, Alta Floresta D'Oeste e Nova Brasilândia D'Oeste) da Zona da Mata de Rondônia.

(continuação)

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---------|---|----|------|
| NBO | 10 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 29 | 114 |
| NBO | 11 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 23 | Ind* |
| NBO | 12 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 28 | 43 |
| NBO | 13 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 29 | 77 |
| NBO | 14 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 23 | 55 |
| NBO | 15 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 33 | 41 |
| NBO | 16 | SIM | 3,5/1,5 | 6 | 39 | 49 |
| NBO | 17 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 37 | 55 |
| NBO | 18 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 41 | Ind* |
| NBO | 19 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 23 | 63 |
| NBO | 20 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 24 | 77 |
| NBO | 21 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 49 | 77 |
| NBO | 22 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 38 | 59 |
| NBO | 23 | SIM | 3,5/1,5 | 7 | 37 | 95 |
| NBO | 24 | SIM | 3,5/1,5 | 6 | 48 | 51 |
| NBO | 25 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 44 | 56 |
| NBO | 26 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 39 | 59 |
| NBO | 27 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 48 | 60 |
| NBO | 28 | SIM | 3,5/1,5 | 5 | 40 | 84 |
| NBO | 29 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 34 | 88 |
| NBO | 30 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 29 | 45 |
| NBO | 31 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 43 | 90 |
| NBO | 32 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 49 | 70 |
| NBO | 33 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 29 | 87 |
| NBO | 34 | SIM | 3,5/1,5 | 5 | 43 | 104 |
| NBO | 35 | SIM | 3,5/1,5 | 5 | 31 | 81 |
| NBO | 36 | SIM | 3,5/1,5 | 5 | 40 | 79 |
| NBO | 37 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 37 | 75 |
| NBO | 38 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 45 | 101 |
| NBO | 39 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 37 | 67 |
| NBO | 40 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 19 | 96 |
| NBO | 41 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 37 | 64 |
| NBO | 42 | SIM | 3,5/1,5 | 5 | 39 | 60 |
| NBO | 43 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 36 | 59 |
| NBO | 44 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 38 | 52 |
| NBO | 45 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 33 | 76 |
| NBO | 46 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 29 | 50 |
| NBO | 47 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 29 | 56 |
| NBO | 48 | SIM | 3,5/1,5 | 3 | 24 | 45 |

APÊNDICE A- Número do talhão, uso de irrigação, espaçamento entre plantas e linhas, idade da lavoura (anos), número de hastes por planta e produtividade das lavouras monitoradas nos três municípios (Alto Alegre dos Parecis, Alta Floresta D'Oeste e Nova Brasilândia D'Oeste) da Zona da Mata de Rondônia.

(conclusão)

| | | | | | | |
|------------|----|-----|---------|---|----|----|
| NBO | 49 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 27 | 91 |
| NBO | 50 | NÃO | 3,5/1,5 | 3 | 27 | 48 |
| NBO | 51 | NÃO | 3,5/1,5 | 2 | 38 | 62 |
| NBO | 52 | NÃO | 3,5/1,5 | 5 | 59 | 83 |
| NBO | 53 | NÃO | 3,5/1,5 | 4 | 36 | 33 |
| NBO | 54 | NÃO | 3,5/1,5 | 4 | 34 | 64 |
| NBO | 55 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 42 | 62 |
| NBO | 56 | SIM | 3,5/1,5 | 4 | 42 | 64 |

AAP = ALTO ALEGRE DOS PARECIS; **AFO** = ALTA FLORESTA D'OESTE; **NBO** = NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE; *Indeferida (lavouras excluídas).