

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central map of the state of Amazonas, with a five-pointed star in the upper right corner. The map is flanked by two laurel branches. Above the map, there are three smaller stars. The outer ring of the seal contains the text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" at the top and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" at the bottom, separated by two small black dots.

AMOSTRAGEM FOLIAR PARA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO
GUARANAZEIRO

ERILENE ROMEIRO ALVES

MANAUS - AM

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

ERILENE ROMEIRO ALVES

AMOSTRAGEM FOLIAR PARA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO
GUARANAZEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci

Co-orientador: Prof. Dr. Jairo Rafael Machado Dias

MANAUS, AM

2015

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A474a Alves, Eriene Romeiro
AMOSTRAGEM FOLIAR PARA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO
GUARANAZEIRO / Eriene Romeiro Alves. 2015
81 f.: 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci
Coorientador: Prof. Dr. Jairo Rafael Machado Dias
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Paullinia cupana (Guaraná). 2. Diagnose foliar. 3. Correlação.
4. Exportação de nutrientes. I. Tucci, Prof. Dr. Carlos Alberto
Franco II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ERILENE ROMEIRO ALVES

AMOSTRAGEM FOLIAR PARA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO
GUARANAZEIRO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 14 de maio de 2015

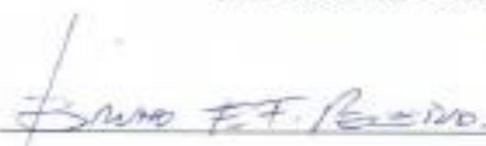
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci, Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. José Ferreira da Silva, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Bruno Fernando Faria Pereira, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Aos meus amados pais, pelo incentivo e confiança.

Rosa da Cruz Alves

Idemar Romeiro Alves

Dedico.

iv

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, pela oportunidade de concluir mais uma etapa na minha vida.

Aos meus pais, por me apoiarem nesse período longe de casa e da família, por ensinar que o amor ultrapassam limites, ter fé em Deus e dedicação alcançaremos nossos objetivos.

A Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade de realizar o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical.

O CNPq, pelo apoio financeiro.

Ao Dr. Carlos Alberto Franco Tucci pela orientação, ensinamentos, dedicação, paciência e confiança, meus sinceros agradecimentos.

Ao Dr. Jairo Rafael Machado Dias, pela orientação, paciência e os “puxões de orelha”.

Aos docentes do Programa Pós-Graduação em Agronomia Tropical–PGATR da Universidade Federal do Amazonas, pelos ensinamentos e dedicação ao passar o conhecimento.

Ao grupo AMBEV da Fazenda Santa Helena - Maués pelo apoio, mão de obra e liberação de uma área para realização do trabalho. A Miriam Frota, Roosevelt, Ernandes, Pitágoras, Rui pela recepção, hospitalidade e apoio para realizar este trabalho no campo, serei eternamente grata.

As minhas amigas e segunda família em Manaus, que me receberam de braços abertos, vocês fizeram a diferença nessa jornada em todos os momentos, mesmo todas estando longe da família havia apoio uma à outra, foram muitos choros, risadas, estudos, conversas e muito companheirismo, Poliana Perrut e Edilaine D’Avila, serei eternamente grata, vocês são demais!

Aos amigos Terezila Jacinto, Jucimara Santos vocês fizeram parte dessa etapa da minha vida, aos colegas do PGATR, Alexandre, Tainah, Silvio, Aldilane e Iza.

“O senhor é meu rochedo, e o meu lugar forte, e o meu libertador; o meu Deus, a minha fortaleza, em quem confio...”Salmo (18:2).

RESUMO

A cultura do guaranazeiro na região amazônica tem grande importância econômica e social, porém há carência de informações em relação à amostragem foliar e avaliação nutricional das plantas. Nesse sentido, esta pesquisa teve o objetivo de padronizar a época, posição da folha no ramo e posição do folíolo na folha composta para amostragem foliar e avaliar a correlação entre os nutrientes no solo, folhas e frutos e o acúmulo de nutrientes no fruto. O experimento foi conduzido nas instalações da AmBev, na fazenda Santa Helena, em Maués, AM. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. As folhas para a amostragens foram retiradas nas posições inicial, média e final no ramo do guaranazeiro, cinco posições dos folíolos 1°, 2°, 3°, 4° e 5° em quatro diferentes épocas: agosto e novembro de 2013; fevereiro e maio de 2014. A avaliação da produtividade do guaranazeiro foi no período de frutificação e quantificados os teores de macro e micronutrientes do solo, folhas e grãos. As épocas não influenciaram os teores na amostragem de N, Ca, S, Cu, Zn, com exceção de P, K, Mg indicado em fevereiro de 2014 (período vegetativo), B em maio de 2014 (período vegetativo) e Fe e Mn em novembro de 2013 (período de frutificação). Os teores dos minerais das folhas na posição final no ramo, com exceção do N na posição inicial e na posição dos folíolos 4° e 5° refletiram melhor o estado nutricional do guaranazeiro. Os teores dos nutrientes nas folhas e grãos tiveram boa correlação. As concentrações de nutrientes mais extraídas da planta pelos frutos obedeceram a seguinte ordem: N>K>Ca>Mg>P>S>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Palavras - chave: *Paullinia cupana*, diagnose foliar, correlação, exportação de nutrientes.

ABSTRACT

The guarana culture in the Amazon region has great economic and social importance, but there is a lack of information regarding the sampling of foliage and nutritional evaluation of the plants. In this sense, this research aimed to standardize the time, leaves positions in the branch and leaflet position on the composite sheet for leaf sampling and evaluate the correlation between nutrients in the soil, leaves and fruit and the nutrient accumulation in the fruit. The experiment was conducted in AmBev's facilities on the farm St. Helens in Maues, AM. The experimental design was a randomized block with four replications. The leaves for the samples were taken in early position, middle and end in guarana branch, five positions of the leaflets 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th at four different times: August and November 2013; February and May 2014. The evaluation of guarana productivity, was the fruiting period and quantified the macro and micronutrients from soil, leaves and grains. The epochs did not affect the content in N sampling, Ca, S, Cu, Zn, with the exception of P, K, Mg indicated in February 2014 (vegetative period), B in May 2014 (vegetative period) and Fe and Mn in November 2013 (fructification period). The leaves of mineral levels in the final position in the business, with the exception of N from the home position and the position of the leaflets 4th and 5th reflected better the nutritional status of guaranazeiro. Os levels of nutrients in the leaves and grains correlated well. The concentration of most nutrients extracted by the plant fruits obeyed the following order: N> K> Ca> Mg> P> S> Fe> Zn> Mn> Cu> B.

Key words: *Paullinia cupana*, leaf analysis, correlation, nutrient export.

LISTA DE FIGURA

Pág.

Figura 1. Posição da folha no ramo (Inicial, média, final), sentido do ápice para a base da planta (A), posição dos folíolos na folha (1°, 2°, 3°, 4°, 5°) (Fonte: CORRÊA, 1989) (B).....31

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Características químicas do Latossolo sob cultivo de guaraná, na fazenda Santa Helena, Maués, AM.....30

Tabela 2. Teores foliares de macronutrientes no guaranazeiro, em quatro épocas de amostragem, valores médios para posição do ramo e folíolos.33

Tabela 3. Teores foliares de micronutrientes no guaranazeiro, em quatro épocas de amostragem, valores médios para posição do ramo e folíolo.....36

Tabela 4. Desdobramento das interações posição no ramo x posição do folíolo nas diferentes épocas amostradas (agosto de 2013, novembro de 2013 e fevereiro de 2014).40

Tabela 5. Teores foliares de macro e micronutrientes em função da posição no ramo produtivo de guaranazeiro, valores médios para os folíolos.....43

Tabela 6. Teores foliares de macro e micronutrientes em função da posição da coleta do folíolo da folha composta do guaranazeiro, valores médios para as posições do ramo.47

Tabela 7. Quantidade de nutrientes exportados por grãos frescos de guaraná, com uma produtividade média de 4,84 kg/planta.....69

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Descrição botânica	14
2.2 Importância econômica e social do guaranazeiro	15
2.3 Amostragem foliar	16
2.4 Diagnose foliar	18
2.5 Concentração foliar de nutrientes	21
2.6 Exportação de nutrientes pelos frutos	23
3 CAPÍTULO I: POSIÇÃO DA FOLHA NO RAMO E POSIÇÃO DO FOLIOLO NA FOLHA COMPOSTA EM DIFERENTES ÉPOCAS PARA ANÁLISE FOLIAR DO GUARANAZEIRO	
3.1 Introdução	27
3.2 Material e métodos	29
3.3 Resultados e discussão	32
3.4 Conclusões	48
3.5 Referências	50

4 CAPÍTULO II: TEORES DE NUTRIENTES: CORRELAÇÕES E EXPORTAÇÃO PELOS GRÃOS DO GUARANÁ

4.1 Introdução	63
4.2 Material e métodos	64
4.3 Resultados e discussão	66
4.4 Conclusões	71
4.5 Referências	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

O guaranazeiro é uma dicotiledônea, da família Sapindaceae, em seu habitat natural, cresce como uma liana até atingir a parte superior da floresta, porém em área de cultivo, possui formato de arbusto subereto (CAVALCANTE, 1976). Encontrado em estado nativo nas regiões compreendidas entre os rios Amazonas, Maués, Paraná dos Ramos e Negro (estado do Amazonas) e na bacia do Orinoco (Venezuela) (SUFRAMA, 2003).

A cultura do guaraná é de grande importância econômica e social para região Amazônica (ATHOCH, 2009). O Brasil é praticamente o único produtor mundial de guaraná e atende ao mercado nacional e internacional (ATROCH et al., 2011). O cultivo do guaranazeiro nas últimas décadas expandiu-se além da fronteira da Amazônia, destacando-se comercialmente nos estados brasileiros da Bahia e Mato Grosso (IBGE, 2013; NASCIMENTO FILHO et al., 2001). O estado da Bahia destaca-se por ser o principal produtor brasileiro, cuja produção corresponde a 70,8% do total nacional, seguido pelo Amazonas (23,3%), Mato Grosso (5,5%), Acre (0,1%) e Pará (0,4%) (IBGE, 2015).

Atualmente, a maior parte da produção de guaraná é comercializada no mercado interno, porém, a exportação está aumentando anualmente, principalmente, na forma de extrato concentrado seco e pó (ATROCH, 2009). Estima-se que, da oferta de frutos de guaraná, 44% são utilizados pelos fabricantes de refrigerantes, 24,5% são comercializados em forma de xarope, pó e extrato para o consumo interno, 21% para laboratórios e 10,5% exportação *in natura* (CONAB, 2013).

O Amazonas, além de possuir uma política de comercialização do guaraná favorável, possui condições edafoclimáticas adequadas para o cultivo desta espécie na região. Entretanto, o nível tecnológico dos pomares de guaranazeiros cultivados no Amazonas (174 kg ha^{-1}) encontra-se bem abaixo de outros estados produtores, em especial o estado da Bahia (400 kg ha^{-1}), principal produtor do Brasil (IBGE, 2015).

Dentre os fatores que justificam a menor competitividade do produtor de guaraná manauara comparativamente ao baiano, destaca-se o fato da criação das áreas cultivadas com guaranazeiros no Amazonas não terem sido acompanhadas pela geração de informações locais quanto à demanda de nutrientes pelas plantas, que viabilizariam a avaliação técnica do estado nutricional desta cultura no Amazonas.

Assim, a ausência dessas informações faz com que o diagnóstico nutricional seja bastante empírico, dependendo de ensaios de calibração realizados em locais distintos da Amazônia brasileira, como ocorre para outras espécies agrícolas de expressão econômica cultivadas na região amazônica (FERNANDES et al., 2010; FERNANDES et al., 2013).

Para o diagnóstico nutricional de plantas cultivadas, o tecido foliar é o mais indicado, considerando que é neste órgão onde ocorrem as principais reações metabólicas da planta (TAIZ e ZEGER, 2013). Assim, o conhecimento do estado nutricional permite a correção de eventuais problemas ocasionados por deficiência de nutrientes no solo (SARCINELLI et al. 2004; MOREIRA e FAGERIA, 2009).

Neste sentido, a diagnose torna-se uma ferramenta importante para planejar, avaliar e ajustar a recomendação de fertilizantes (CORRÊA et al., 2001). De modo que as análises de folhas e solo quando utilizadas de forma conjunta (monitoramento nutricional) possibilitam ajustes finos no manejo da adubação do sistema, otimizando-o de forma equilibrada.

A primeira etapa para a análise foliar é uma correta amostragem das folhas do guaranazeiro, para se amostrar corretamente é imprescindível o conhecimento da época do ano, bem como a definição da posição da folha no ramo e a posição do folíolo na folha. Entretanto estes conhecimentos de forma segura não estão disponíveis para a cultura do guaranazeiro. Desta forma, objetivou-se selecionar os indicadores que permitam realizar adequadamente a amostragem foliar do guaranazeiro e a exportação de nutrientes pelos grãos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição botânica

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma planta perene, dicotiledônea, pertencente à família Sapindaceae, originária da região Amazônica (LORENZI et al., 2006). Apresenta em suas folhas composta folíolos fortemente serrado-lobados e nas plantas jovens é desprovida de gavinhas em qualquer idade (DUCKE, 1938).

A inflorescência é um cacho, que varia de tamanho, podendo ultrapassar a 25 cm, e ocorre, geralmente, na axila das folhas ou na base de uma gavinha. As flores são dispostas no eixo principal da inflorescência, organizadas em fascículos de três a sete, e são funcionalmente unissexuais (ATROCH, 2009).

As flores femininas apresentam estames rudimentares, com anteras indeiscentes e são tricarpelares, com estigmas trifídeos. As masculinas possuem ovários atrofiados, com óvulos, estilete e estigmas pouco desenvolvidos, sendo que há oito estames, com filetes de três tamanhos distintos e dotados de pelos longos, possuindo anteras glabras (ATROCH, 2009). O cálice é composto de cinco sépalas, das quais duas são menores e externas, enquanto as outras três são mais estreitas e semelhante às pétalas (SOUZA et al., 1996).

O fruto apresenta forma de cápsula e é deiscente podendo conter de uma a três sementes, que se encontram cobertas por uma película (arilo) branca, estas são consumidas *in natura* após secas ou torradas e moídas (LORENZI et al., 2006). Possui uma coloração que vai desde amarelo-alaranjada ao vermelho-amarelada até vermelho-vivo e brilhante (ATROCH, 2009).

O guaranazeiro é uma espécie monoica, alógama com a polinização feita principalmente por abelhas (GONDIM, 1978). Por tanto, pode ocorrer considerável grau de

autofecundação, por apresentar abertura de flores de ambos os sexos em ramos diferentes, numa mesma planta (ESCOBAR et al., 1984).

2.2 Importância econômica e social do guaranazeiro

O Brasil é praticamente o único produtor comercial no mundo, à exceção de pequenas áreas plantadas na Venezuela e no Peru, onde o cultivo também é praticado. O Brasil possui uma área a ser colhida de 11.796 ha com uma produção de 3.672 toneladas de guaraná, sendo o estado da Bahia o principal produtor nacional (IBGE, 2015).

A importância econômica do guaranazeiro deve-se especialmente as suas sementes que abastecem as indústrias de bebidas e de fitoterápicos. Apresentando ainda um vasto mercado pelo potencial da cultura, evidenciado pela expansão da demanda dos produtos comercializados a partir das sementes (CONAB, 2006).

Atualmente, o guaraná é predominantemente comercializado de quatro diferentes maneiras: guaraná em grão, em bastão, guaraná em pó, xaropes e essências, tidas como alternativas de comércio e valorização do produto com agregação de valor a partir de processamento simples das sementes. A produção de xaropes e essências é exclusiva das indústrias, devido à exigência de domínio tecnológico e elevados investimentos com máquinas (CONAB, 2006).

Quanto à importância social da cultura, suas sementes são consumidas há séculos pelas populações indígenas, no entanto, nos últimos tempos, o cultivo do guaraná na região Amazônica tem sido realizado por pequenos, médios e grandes produtores, com áreas variando deste menos de um hectare chegando a atingir a 500 hectares (ATHOCH, 2001). A região apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo desta espécie.

Quanto às condições edafoclimáticas do guaranazeiro, destacam-se: temperatura média anual de 23°C a 28°C e precipitação pluviométrica de 1.500 a 3.000 mm ano⁻¹, tendo

estação seca bem definida, fator este que aparentemente induz o florescimento da planta. Essas condições são encontradas tanto na Amazônia quanto no sul da Bahia e norte do Mato Grosso, onde a cultura se desenvolve satisfatoriamente. Os solos devem ser profundos e bem drenados, uma vez que o guaraná morre ao menor sinal de acúmulo de água, e com textura variando de média a argilosa (PEREIRA, 2005).

O guaranazeiro no Amazonas é uma grande fonte de renda para alguns municípios do estado. Dentre os principais municípios produtores do Amazonas, destacam-se Maués que já foi o maior produtor do Brasil ao longo da maior parte do século XX. Entretanto, com o envelhecimento dos guaranazais e manejo fitossanitário inadequado á produtividade no estado do Amazonas declinou (ATHOCH, 2009).

A baixa produtividade, assim como para outras culturas, é devida principalmente ao baixo nível tecnológico empregado pelos produtores amazonenses nas lavouras de guaraná, este nível tecnológico inadequado é consequência direta da escassez de pesquisa, da assistência técnica ineficiente e da falta de capital para investimento (SCHLINDWEIN et al., 2012).

2.3 Amostragem foliar

A amostragem é a fase onde podem ocorrer mais erros, o que mais dificulta a correta interpretação dos resultados da análise foliar e conseqüentemente a diagnose foliar.

Pode-se afirmar que a amostragem de tecido vegetal adequada consiste naquela que represente adequadamente a população. Sodré et al. (2001) indicam que para a coleta de folhas em cacauzeiro dez plantas por gleba em área homogênea teriam representatividade para análise foliar.

Em mangueiras, Rozane et al.(2007b) para determinações químicas de macronutrientes dez plantas são suficientes, já para o micronutriente são necessárias no mínimo 20 plantas para representar a população em mangueiras.

Em cafeeiro a amostragem de folhas dos macronutrientes é necessária de 10 a 20 plantas, para o teor foliar dos micronutrientes 20 plantas por unidade amostral são suficientes para representatividade de uma população (CINTRA et al., 2015).

Segundo CFSEMG (1999), as composições minerais dos tecidos variam em relação época amostrada, idade da planta, posições no ramo da planta e disponibilidade de nutrientes. Há necessidade de padronização da amostragem para minimizar os efeitos dos diversos fatores que afetam a composição das folhas. A maior precisão é obtida por meio de amostras compostas, onde plantas distribuídas pela área são amostradas e as folhas são juntadas (BATAGLIA e SANTOS, 2001).

Para atender a melhor representatividade de uma população, a análise estatística auxilia na indicação de um número mínimo de plantas suficiente para reduzir a variação dos resultados a um nível de probabilidade aceitável, ou seja, reduzindo o número de graus de liberdade que exprimem o acaso. Com isto, tem-se uma amostra representativa da população para que os resultados da análise foliar tenham validação técnica e científica, e que recursos não sejam empregados desnecessariamente ou evitando amostragem não representativa (ROZANE et al., 2009).

Quanto à amostragem para plantas herbáceas normalmente são amostradas folhas recém-maduras e completamente desenvolvidas, para espécies perenes o recomendável é utilizar a época que tem menor variação dos nutrientes (MAIA, 2012). Normalmente, a época de amostragem foliar deve- se coincidir com maior atividade fisiológica da planta, época que se encontra a maior concentração dos nutrientes da planta, que em muitos casos ocorre no início da fase reprodutiva (PRADO, 2007). Desta forma, o conhecimento da mobilidade dos

nutrientes e dos fatores que a afetam é de importância fundamental na definição do período de amostragem (SILVA, 1996).

Segundo Rodrigues (2004), a melhor época de amostragem é aquela que exista maior estabilidade dos teores de nutrientes no interior das árvores. Prado et al. (2008) destacam que a época da amostragem deve-se preferencialmente se relacionar com estágio fisiológico da planta, provavelmente terão variação na concentrações dos nutrientes.

Em algumas plantas como citros é indicado que seja amostrado o material na frutificação com frutos com diâmetro entre 2-4 cm, coletando terceira ou quarta folha a partir do ápice de ramos, nos quatro pontos cardeais, na altura mediana da planta (MALAVOLTA et al.,1997). Já para a manga as folhas são coletadas na porção mediana da copa, nos quatro pontos cardeais, no período de florescimento da cultura (QUAGGIO, 1996).

Para o café, a amostragem é realizada no período (primavera-verão) coletando a terceira ou quarta folha de ramos frutíferos na altura mediana da planta, sendo amostradas 50 plantas por talhão (RAIJ et al., 1997). A amostragem da cultura do cacau é retirada 18 folhas por talhão, na terceira folha a partir do ápice do ramo sem fruto, localizadas no terço médio da copa (MALAVOLTA et al., 1997).

Para a amostragem em guaranazeiro, de forma empírica comumente amostram-se o segundo ou terceiro folíolo da folha composta completamente madura, localizado na altura mediana da planta, sendo na face das plantas referentes aos quatro pontos cardeais (ARRUDA et al. 2007). Os teores dos nutrientes na planta variam em diferentes posições da folha no ramo, épocas de amostragem, entre outros, são fatores importantes para padronização da amostragem do guaranazeiro.

2.4 Diagnose foliar

A análise foliar é uma ferramenta para avaliação do estado nutricional em que se analisam o tecido foliar em períodos definidos ao ciclo da planta (PRADO, 2007). Malavolta (2006) sugere que na diagnose foliar, a planta é utilizada como uma solução extratora dos elementos disponíveis no solo. Segundo Malavolta et al. (1997) e Nachtigall e Dechen (2007), o uso da folha para avaliação nutricional, geralmente responder melhor as mudanças através da adubação, via solo ou foliar, que o estado nutricional do solo.

A diagnose foliar é usada como forma de avaliar a nutrição da planta e apresenta algumas vantagens, destacando-se a quantidade de nutrientes que a planta foi capaz de absorver, considerando as condições ambientais a que está submetida, identificação de eventuais problemas de toxicidade nutricional nas plantas, com ou sem sintomas visuais, detecção de interações antagônicas entre os nutrientes, monitoramento da entrada dos nutrientes na planta, após a adubação e avaliação do balanço de nutrientes (LIMA, 2008).

Bataglia e Dechen, (1986) e Malavolta et al. (1997) ressaltam diversas aplicações da diagnose foliar como a identificação de deficiências, desequilíbrio nutricional, estabelecimento no manejo de adubação, diferenciação entre desordens nutricionais, danos por patógenos e insetos e previsão de safras. O planejamento e monitoramento operacional são eficazes quando a análise foliar é realizada corretamente, para projetos de adubação em culturas perenes e de ciclo anual (PARENT, 2011; DIAS et al., 2013).

Uma das grandes utilidades da diagnose foliar consiste no levantamento nutricional das lavouras, ao nível de propriedade agrícola, de região ou em nível de estado. Trazendo relevante contribuição quando estes dados de análise de folhas são acompanhados pela produtividade (MALAVOLTA et al., 1997).

Como desvantagem, a diagnose foliar tem os custos mais elevados em relação à análise do solo, com exigência de maior rigor durante a amostragem, dificuldade de interpretação das concentrações dos nutrientes devido aos efeitos de diluição e/ou

concentração e menor rendimento operacional durante as amostragens em se tratando de culturas perenes (MALAVOLTA et al., 1997).

A utilização da folha para análises de nutrientes deve-se ao fato desta refletir melhor o estado nutricional, isto é, responde mais à variação no suprimento de um determinado nutriente, seja pelo solo ou pelas adubações. Isso ocorre pelo fato das folhas serem o órgão onde acontecem as principais reações metabólicas e ainda por ser o órgão de maior atividade química e facilitarem o diagnóstico de deficiências até a toxidez (MALAVOLTA et al., 1997).

Segundo Malavolta et al. (1997) para a avaliação do estado nutricional da cultura, a amostragem deve-se determinar à melhor folha a ser amostrada e melhor época durante o desenvolvimento da planta.

Para avaliar o estado nutricional é importante identificar e conhecer os fatores que influenciam na concentração de nutrientes na planta, pois a concentração de nutriente é usada como referencial. Esses fatores que promovem mudanças nos valores da taxa de crescimento e absorção dos nutrientes, em consequência vão promover diferentes concentrações do nutriente no tecido vegetal (FONTES, 2001). A concentração do nutriente nos tecidos vegetais é relacionada com a produção de matéria seca ou produto comercial. Se essa concentração estiver abaixo da faixa adequada para crescimento da planta é dita deficiente (ZABINI, 2010).

Para detectar a situação nutricional equilibrada ou desequilibrada, a análise do tecido vegetal é confrontada com valores de referência (normas) são comparados teores foliares de uma gleba ou talhão comercial com valores padrões de referências obtidas em plantas sadias e de alta produtividade, estes valores de referências são encontrados na literatura (KURIHARA et al., 2005).

Os métodos utilizados para interpretação da análise foliar, como o Nível Crítico (NC), Faixa de Suficiência (FS), Índice Balanceado de Kenwortky (IBK), Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM) são os utilizados com maior frequência para o diagnóstico nutricional (CAMACHO et al., 2012; COELHO et al., 2013; PINTO et al., 2009; KURIRAHARA et al., 2005; SANTOS et al., 2013).

Entre os diversos métodos de interpretação da análise foliar, o Nível Crítico ou a Faixa de Suficiência são os mais utilizados na literatura (SANTOS et al., 2013). Esses métodos possuem a facilidade na interpretação dos resultados, quanto os valores padrões para diagnóstico nutricional na literatura são disponíveis para a maioria das culturas (CRESTE e ECHER, 2010). Porém, a Faixa de Suficiência apresenta dependência de calibração local, quando se tem as condições de crescimento diferentes das plantas de referência, como idade, material genético e condições edafoclimáticas daquelas utilizadas da curva de calibração, reduz a eficiência do diagnóstico nutricional (FAGERIA et al., 2009).

2.5 Concentração foliar de nutrientes

As concentrações de nutrientes dependem de vários fatores tais como: espécie, genótipo, clima, tratamentos culturais, sazonalidade, parte das plantas, essas características que a diferenciam na capacidade de absorção da planta pelo sistema radicular e na acumulação desses nutrientes (PREZOTTI e BRAGANÇA, 2013), idade da folha e nutriente (VALARINI et al. 2005), estágio de desenvolvimento da folha (LIMA, 2008). Segundo Malavolta et al. (1997) e Busquet (2006) afirmam que as variações dos nutrientes deve-se estágio fenológico, cultivar, clima, tratamentos culturais, época, características químicas do solo e competição entre nutrientes.

Para que a análise de tecidos vegetais possa ser uma ferramenta útil para diagnosticar o estado nutricional das plantas, aspectos como idade da folha, posição da folha na planta, variação sazonal de produção, posição da folha no ramo, exposição solar, presença e ausência de frutos nos ramos e épocas de amostragem devem ser criteriosamente consideradas na análise, esses fatores interferem na concentração foliar (MARSCHNER, 1995). É essencial que todos os fatores que causam variações sejam identificados, como número de folhas (ROZANE et al. 2007a), posição da folha na copa (AMARAL et al. 2002; LIMA et al. 2007a), sazonalidade (LIMA et al. 2008), idade e posição da folha no ramo (PRADO e NATALE, 2004; LIMA et al., 2011a).

Essas variações nos teores de nutrientes nas plantas podem ocorrer em função das diferentes estações do ano, espécie, ambiente e, principalmente, em função da oferta de nutrientes pelo solo, cujas flutuações são influenciadas pelo estado de umidade do solo e pelo regime pluviométrico local (NOVAES et al., 1990; SOUZA et al., 2008).

Os nutrientes mais móveis no floema, tais como N, P e K, tendem a diminuir seu teor com o aumento na idade da folha, porém os nutrientes pouco móveis, tais como Ca, B, Fe e Mn tendem a aumentar a concentração com a idade foliar (VALARINI et al., 2005).

A folha recém-madura e totalmente expandida são normalmente as mais recomendadas ao diagnóstico, pois apresentam o real estado nutricional da planta, além ter sofrido pouco efeito na redistribuição dos nutrientes (LIMA, 2008). A padronização da folha, para a amostragem, é importante visto que a folha mais velha apresenta maior concentração de nutrientes pouco móveis (Ca, S e micronutrientes) e a folha nova tem maior concentração de nutrientes móveis (N, P e K) (MARSCHNER, 1995; PRADO, 2007).

A concentração de nutrientes nas folhas das plantas pode aumentar ou diminuir dependendo da mobilidade do floema, com a falta de um nutriente no ápice um sinal é enviado e inicia a redistribuição das folhas maduras para as mais novas, dependendo da sua

função e mobilidade na planta (VALARINI et al., 2005). Ao longo do ciclo das culturas a concentração de nutrientes nas folhas aumenta enquanto outros decrescem, dependendo do estágio da planta, ocorrendo a translocação de nutrientes de órgãos senescentes para regiões de crescimento das plantas, como folhas novas e estruturas reprodutivas (GEORGE et al., 1989).

O conhecimento da variação de concentração de nutrientes durante as fases podem colaborar para estabelecer estádios de maior exigência nutricionais e medidas a ser adotadas para fertilização das culturas (PARTELLI et al., 2014). Assim, o conhecimento das fases de maturação do fruto é importante para o planejamento agrícola, previsão de safra, qualidade do produto e comercialização (BARDIN-CAMPAROTTO et al., 2012).

O conhecimento das quantidades de nutrientes acumulados na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas (LIMA, 2008). Com isso permitira inferir sobre as exigências metabólicas da planta, fornecendo base para o entendimento dessas variações e suas implicações no comportamento da planta no ecossistema (MARSCHNER et al., 1996).

2.6 Exportação de nutrientes pelos frutos

A quantidade de nutrientes nas plantas, e principalmente nos frutos tem grande importância para se avaliar a remoção desses nutrientes da área de cultivo é um dos componentes necessários para se recomendar adubação das culturas (COSTA, 2006).

A elevada exportação de nutrientes durante amadurecimento dos frutos, associada à baixa fertilidade dos solos e a ineficiência do aproveitamento de insumos, comprometem o crescimento e sustentabilidade dos cultivos ao longo do tempo (OSAQUI e FALESI, 1992; CARVALHO et al., 1999).

Para avaliar a exportação de nutrientes, os frutos são os mais representativos para análise (CARDOSO et al., 2010). A extração dos nutrientes depende do ambiente de cultivo, mas também da idade e o potencial genético da planta (AGUIAR NETO et al., 2014). Destes nutrientes exportados alguns apresentam em maiores concentrações nos frutos. Em guaranazeiro Cravo et al. (1999) constataram que o N e K foram exportados em maiores quantidades para os frutos. Já Tecchio et al. (2007), avaliando a exportação de videira cultivar Niagara Rosada constatou que os nutrientes exportados em maior quantidade pelos cachos, em ordem decrescente foram K, N e P.

A dinâmica dos nutrientes em frutos tem uma grande importância, em relação aos processos de desenvolvimento, como amadurecimento, senescência e as desordens fisiológicas das plantas (FERGURSON et al., 1999). Segundo Araújo et al. (2005) plantas de genótipos diferentes variam as exigências, através do comportamento vegetativo e dinâmica dos nutrientes da planta para as folhas e frutos.

Entretanto, Medeiros et al. (2005) avaliaram exportação de nutrientes na mangueira em frutos coletados na época de maturação, os macronutrientes encontrados em maiores quantidades foram Ca e K, quanto aos micronutrientes, os maiores níveis obtidos foram de Fe e Cu, seguidos do Zn e do Mn. Essa exportação depende da variedade, produção, época do ano, ambiente e manejo da cultura (LIMA, 2008).

3 CAPÍTULO I: POSIÇÃO DA FOLHA NO RAMO E POSIÇÃO DO FOLIOLO NA FOLHA COMPOSTA EM DIFERENTES ÉPOCAS PARA ANÁLISE FOLIAR DO GUARANAZEIRO

RESUMO

A carência de informações sobre a amostragem de folhas de guaranazeiro considerando-se época, posição da folha no ramo e posição do folíolo limitam uma correta amostragem foliar é um fator limitante para diagnose nutricional da cultura. Objetivou-se com este estudo determinar a melhor época e posição no ramo e folíolo para amostragem foliar e a avaliação do estado nutricional do guaranazeiro. Foram avaliadas folhas em três posições da folha no ramo (inicial, média e final), cinco posição dos folíolos (1°, 2°, 3°, 4° e 5°) e quatro diferentes épocas (agosto e novembro de 2013, fevereiro e maio de 2014). As épocas de amostragem não influenciaram os teores de N, Ca, S, Cu, Zn, com exceção de P, K, Mg em fevereiro de 2014 (período vegetativo), B em maio de 2014 (período vegetativo) e Fe e Mn em novembro de 2013 (período de frutificação). As folhas na posição final no ramo, com exceção do N na posição inicial no ramo e na posição 4° e 5° dos folíolos refletem melhor o estado nutricional do guaranazeiro.

Palavras chave: *Paullinia cupana*, épocas, amostragem foliar, diagnose foliar.

ABSTRACT

The lack of information on the sampling of guarana leaves considering age, leaf position in the field and leaflet position limit a correct leaf sampling is a limiting factor for nutritional diagnosis of the crop. The objective of this study was to determine the best time and position in the branch and leaflets for leaf sampling and evaluate the nutritional status of guarana. Leaves were evaluated in three leaf positions in the branch (initial, middle and final) five position of the leaflets (1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th) and four different epoch (August and November 2013, February and May 2014). The sampling epochs did not influence the levels of N, Ca, S, Cu, Zn except for P, K, Mg in February 2014 (vegetative period), B in May 2014 (vegetative period) and Fe and Mn in November 2013 (fructification period). Leaves the final position in the branch, with the exception of N from the home position in the field and at the 4 and 5th of leaflets better reflect the nutritional status of guarana.

Key words: *Paullinia cupana*, epochs, leaf sampling, leaf analysis

3.1 Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis*) é uma dicotiledônea, pertencente à família Sapindaceae, originária da região amazônica. Tem importância econômica e socialmente na Amazônia. O guaraná possui propriedades medicinais e estimulantes (TFOUNI, 2007). Sua maior importância está na indústria de bebidas, notadamente refrigerantes.

A nutrição da planta afeta o crescimento vegetal, a tolerância a pragas e doenças, dentre outros (NATALE, 2009). O passo inicial da diagnose foliar é a análise foliar, uma ferramenta importante. A avaliação do estado nutricional da planta é primordial, pois interfere no aspecto produtivo e qualitativo do produto. A diagnose possibilita eventual intervenção para correção de desequilíbrios nutricionais (MALAVOLTA et al. 1997).

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas em que se analisam determinadas folhas. A folha é o órgão que melhor reflete o estado nutricional das plantas é que elas respondem mais à variação do suprimento dos nutrientes do solo (MALAVOLTA et al., 1997).

Para se coletar o material vegetal para fins de avaliação do estado nutricional, é importante identificar os principais fatores que influenciam na concentração dos elementos químicos na planta, principalmente com relação à época distintas e à parte ou posição do órgão para amostragem (MAIA, 2012). A concentração foliar nos tecidos é afetada por vários fatores, tais como, épocas distintas, posição da folha no ramo, idade da folha, posição em relação aos pontos cardeais, ramos com ou sem frutos, variedades (SILVA et al., 2004). O conhecimento da variação dos teores de nutrientes nas folhas permite inferir sobre as exigências metabólicas da planta, fornecendo base para o entendimento dessas variações e suas implicações sobre seu comportamento (MARSCHNER, 1995).

Dentre os fatores que causam variação dos teores foliares em plantas a posição da folha no ramo teve destaque por vários pesquisadores, tais como Prado e Natale (2004) trabalhando com carambola e Lima et al. (2011a) com pinhão manso. Com mesmo objetivo Amaral et al. (2002) recomendam a utilização de folhas na posição no terço mediano ou basais para diagnóstico nutricional da aceroleira. Em pinhão manso, a posição para amostragem varia em função do nutriente (LIMA et al., 2011a).

Em razão da composição das diferentes partes da planta serem diferentes é devido ao estágio de crescimento, sendo necessário estabelecer a parte da planta que deve ser amostrada e a época. A padronização da amostragem essencial para o sucesso da diagnose foliar (PRADO e NATALE, 2004; LIMA et al., 2008).

Objetivou-se com este estudo determinar a melhor época, posição no ramo e do folíolo para amostragem foliar e a avaliação do estado nutricional do guaranazeiro.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Maués (AM), nas instalações da AmBev, na Fazenda Santa Helena, situado com as coordenadas S 03° 26' 34,1'' e W 057° 38' 32,4'', altitude de 55 m, com temperatura e pluviosidade média anual de 26°C e 2.400 mm, no período agosto de 2013 a maio de 2014 em plantas de guaranazeiro, cultivar BRS-Maués, com 10 anos de idade, plantados no espaçamento de 5x4, com uma densidade de plantio de 500 plantas ha⁻¹. O guaranazal está implantado sob um Latossolo Amarelo e textura muito argilosa.

As plantas são adubadas anualmente de acordo com Pereira (2005), com 360 g de N, 300 g de P₂O₅, 120 g de K₂O, 50 g de Mg, 10 g de B e 10 g de Zn, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, bórax e sulfato de zinco, respectivamente, são realizadas o parcelamento da adubação em duas vezes, sendo a

primeira adubação no final do período produtivo (janeiro) e a segunda após a poda de frutificação, no período vegetativo (abril). Os adubos são distribuídos a lanço, na projeção da copa do guaranazeiro. A calagem é realizada na projeção da copa das plantas, em quantidade equivalente de 200g/planta.

Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm com auxílio de um trado tipo holandês, retirando a amostra na projeção da copa nos quatro pontos cardeais da planta conforme sugere CFSEMG (1999), sendo realizadas quatro coletas, nas mesmas épocas das amostragens foliares.

As amostras foram homogeneizadas, destorroadas, seco ao ar, passado em peneira de 4 mm de abertura. Foi realizada análise química de rotina segundo pela metodologia descrita pela Embrapa (2009), na Universidade Federal de Lavras no Laboratório de Rotina de Fertilidade do Solo, os resultados estão expressos na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do Latossolo sob cultivo de guaraná, na fazenda Santa Helena, Maués, AM.

Época	pH	MO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	T	SB	V
	H ₂ O	dag kg ⁻¹	cmol dm ⁻³						
Agosto/13	4,5	2,37	0,22	0,12	1,62	8,64	9,1	0,45	4,83
Novembro/13	4,6	3,45	0,45	0,20	1,55	9,42	10,21	0,78	5,34
Fevereiro/14	4,47	2,81	0,45	0,17	1,57	9,37	10,12	0,75	7,24
Mai/14	4,2	2,78	0,22	0,12	1,75	10,24	10,71	0,36	4,30

Época	K ⁺	P	S	Fe	Mn	Cu	B	Zn	m
	mg dm ⁻³								
Agosto/13	42,5	6,23	15,26	197,04	1,99	0,17	0,08	1,26	79,17
Novembro/13	52	7,85	13,87	176,55	2,38	0,21	0,13	1,87	66,53
Fevereiro/14	50	8,06	19,23	160,16	2,40	0,22	0,12	2,63	68,42
Mai/14	46,5	5,73	17,70	183,76	1,77	0,15	0,15	1,81	70,66

O delineamento experimental foi utilizado em blocos ao acaso, com 4 (quatro) repetição. A análise estatística foi realizada em parcelas subdivididas, com as posições da folha no ramo produtivo em três níveis (inicial, médio e final), no sentido do ápice para a base da planta, sendo dispostos nas parcelas principais e a posição dos folíolos na folha com cinco níveis (1°, 2°, 3°, 4° e 5°) nas subparcelas. As amostragens foram realizadas em

diferentes épocas: agosto de 2013, novembro de 2013, fevereiro de 2014 e maio de 2014, correspondendo fenologicamente: período de florescimento (PFI), período frutificação (PF) e período vegetativo (PV), respectivamente e estavam dispostos na subsubparcela.



Foto (A, B): ALVES, 2015

Figura 1. Posição da folha no ramo (Inicial, média, final), sentido do ápice para a base da planta (A), posição dos folíolos na folha (1°, 2°, 3°, 4°, 5°) (Fonte: CORRÊA, 1989) (B).

Cada unidade experimental foi constituída por 10 plantas distribuídas ao acaso, as quais foram amostradas aleatoriamente. Em cada planta selecionada foram amostrados folíolos que estavam totalmente expandidos, livres de pragas e doenças, sem sintomas visuais de deficiência de nutrientes, coletadas na posição da folha no ramo e posição do folíolo, localizados na altura mediana da planta, nos quatro pontos cardeais, totalizando 120 folhas composta por cada unidade experimental. As plantas foram marcadas em campo, de modo que todas as amostragens foliares sempre fossem realizadas nas mesmas.

As folhas amostradas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, em seguida lavadas com água deionizada (JONES JÚNIOR et al., 1991) e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até atingir o peso constante. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, passadas em peneira de malha de 20 mesh e acondicionadas em recipientes de polietileno com tampa hermética.

Foram quantificados os teores foliares referentes à N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Fe e Cu em todas as amostragens. As análises do teor nutricional foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de plantas da Universidade Federal de Lavras de acordo com a proposta pela Malavolta et al. (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com F da ANOVA foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Assistat 7,7.

3.3 Resultados e discussão

Observa-se no resumo da ANOVA (Tabela 1A) que houve interação terceira ordem entre os fatores posição do ramo x folíolo x época de amostragem para os teores de nutrientes nas folhas de guaranazeiro, com exceção ao Cu e Zn. Discutiremos inicialmente o fator época de amostragem, pois esta é dentre os fatores que causam variação na concentração foliar de nutrientes o primeiro a ser observado no processo de amostragem (MAIA, 2012). Após a posição do ramo x posição dos folíolos, suas interações de segunda ordem, dentro de diferentes épocas e finalmente os efeitos isolados de posição do ramo e folíolo (Tabela 2A).

Para os macronutrientes observou-se diferenças significativas apenas para os teores de P, K e Mg (Tabela 2) nas diferentes épocas de amostragens. A variação dos teores depende de vários fatores tais como: idade das plantas, estação do ano, posição da copa, disponibilidade de nutrientes no solo, características das espécies (CALDEIRA et al., 1999). Entretanto, Villela e Lacerda (1992) apontam que as variações na concentração dos elementos minerais nas folhas podem estar fortemente relacionadas aos mecanismos de absorção e de translocação destes nutrientes.

A época do ano ou a fase de desenvolvimento fenológico merece destaque para fins de avaliação e adubação, pois este deverá indicar o melhor momento para a amostragem e a

correção de eventuais deficiências nutricionais (LIMA et al., 2008; MAIA, 2012; SOUZA et al., 2013).

Tabela 2. Teores foliares de macronutrientes no guaranazeiro, em quatro épocas de amostragem, valores médios para posição do ramo e folíolo.

Épocas de amostragem	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Agosto de 2013	31,15a	2,11b	11,78b	5,89a	2,06b	2,18a
Novembro de 2013	31,16a	2,14ab	11,90ab	5,93a	2,13a	2,19a
Fevereiro de 2014	31,21a	2,18a	12,25a	5,80a	2,13a	2,11a
Mai de 2014	31,27a	2,17a	11,61b	5,89a	2,18a	2,16a
Média	31,19	2,15	11,88	5,87	2,12	2,16
CV%	3,35	5,52	7,42	7,44	5,76	7,83

Médias seguidas de uma mesma letra minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de N presentes nos tecidos foliares de guaranazeiro observados nas épocas analisadas ficaram em média em 31,19 g kg⁻¹ (Tabela 2), encontrando-se abaixo da faixa de 45 a 50 g kg⁻¹, proposta para a cultura por Malavolta et al. (1997). Este baixo teor encontrado nas folhas poder está relacionada com as características químicas do solo em que o guaranazal está implantado, dentre estes o teor de matéria orgânica do solo é considerado médio pela CFSEMG (1999) (Tabela 1). Em relação aos teores de N na folha, as épocas não causaram variação estatisticamente significativa (Tabela 2).

Segundo Sameni et al. (1976), o teor de N nas folhas está diretamente relacionado com teor total deste nutriente no solo, com a sua disponibilidade através da mineralização da matéria orgânica do solo e com elemento fornecido através da adubação. O N é altamente móvel, após o fornecimento através da adubação nos solos, estão sujeitos a perdas por processos de lixiviação, volatilização e destrificação entre outros meios de perdas (CANTARELLA, 2007).

Em agosto e novembro de 2013 foram observadas as menores concentrações foliares de P (Tabela 2), não sendo esta época a indicada para amostragem, observando maiores concentrações em fevereiro de 2014, época indicada para amostragem foliar (PRADO, 2007). Neste período de menor concentração foliar o guaranazeiro encontrava-se nos estádios de

floração e frutificação. Nesta última acontece a redistribuição do P das folhas para frutos, com a consequente diminuição do teor foliar de P. Segundo Camargos e Muraoka (2007), a redistribuição dos nutrientes ocorre das folhas maduras para os órgãos de crescimento na planta. Resultado semelhante com menores teores de P foram observados por Carvalho et al. (2001) em maracujá amarelo os teores foram sempre menores nos períodos compreendidos com início da floração e frutificação. Em estudos por Valarini et al. (2005) em café arábica verificaram que o teor foliar decresceram nos meses analisados dezembro, fevereiro e maio, período de frutificação do cafeeiro.

E considerada faixa padrão para o teor de P entre 3 a 4 g kg⁻¹ por Malavolta et al. (1997). Os teores de P nas épocas analisadas tiveram média de 2,15 g kg⁻¹ (Tabela 2), considerado abaixo do proposto pelos autores. Este baixo teor pode está relacionado com os teores de P no solo, que podem ser considerados como baixo (Tabela 1), segundo a CFSEMG, (1999). Segundo Malavolta (1980) o P é considerado o elemento mais limitante ao crescimento das culturas, sendo deficiente em 90% dos solos da região Amazônica.

Quanto ao K verificaram-se os maiores teores no mês de novembro de 2013 e fevereiro de 2014, período de frutificação e início do período vegetativo, respectivamente (Tabela 2). Entretanto não foi observado diferença entre agosto de 2013 e novembro de 2013, período de floração e frutificação, respectivamente (Tabela 2). Para o K a melhor época de amostragem foi novembro e fevereiro, correspondendo o período de frutificação e período vegetativo, respectivamente.

A exigência de K é intensa, principalmente na fase adulta da planta (MALAVOLTA et al., 1974). No período vegetativo as plantas têm maiores teores de K e na época de plena floração e formação dos frutos, encontram-se concentrações mais baixas desses nutrientes nas folhas (SOUZA, 2007). Em acerola Lima et al. (2007b) estudaram seis épocas para amostragem constatando que os meses de dezembro e fevereiro foram observados maior

concentração de K, sendo que épocas restantes estudadas estavam em intenso pico de florescimento e frutificação. Entretanto, em carambola Prado e Natale (2004) pesquisaram durante as épocas de março a dezembro e definiram a melhor época para a amostragem o mês de agosto a outubro em pleno florescimento da planta que é acompanhada por uma elevada atividade fisiológica.

Para Malavolta et al. (1997) de 10 a 15 g kg⁻¹ é considerada faixa padrão para teores foliares de K no guaranazeiro. Os teores de K nas épocas estudadas ficaram na média de 11,88 g kg⁻¹ (Tabela 2), portanto adequados segundo os autores citados. Os teores ficaram na faixa adequada, provavelmente devido os teores médios de K no solo (CFSEMG, 1999) (Tabela 1).

Não foram observadas diferenças significativas nos teores foliares de Ca (Tabela 2), indicando que a amostragem pode ser realizada em qualquer época do ano. Os teores de Ca em função das épocas amostradas estiveram em média de 5,87 g kg⁻¹ (Tabela 2). A faixa está acima que a indicada por Malavolta et al. (1997) estão entre 3,0 e 5,0 g kg⁻¹, mesmo o solo indicando teores que variaram de muito baixo a baixo (Tabela 1), segundo a CFSEMG (1999), indicando que a planta tem alta capacidade de absorção desse nutriente.

Os teores de Mg no solo variaram de muito baixo a baixo (Tabela 1), segundo a CFSEMG (1999). O menor teor foliar de Mg foi observado em agosto de 2013 (Tabela 2), indicando que esta época não é adequada para amostragem em relação a este nutriente. O Mg é um nutriente com maior absorção pela planta nos meses quentes de verão, diminuindo a absorção no outono e inverno (MARINHO et al., 2002). Neste estudo o menor teor foi observado no período com pouca frequência de chuvas e maior teor no período chuvoso na região. Desse modo, com aumento da disponibilidade de água no solo pode ter promovido o aumento o transporte de Mg para o sistema radicular da cultura, aumentando a absorção e translocação até as folhas (DANTAS NETO et al., 2013). Provavelmente atribuída às

condições edafoclimáticas é a genética, influência direta na absorção de nutrientes pelas plantas (FAVORETO et al., 1988). Lima et al. (2007b) em acerola observaram maiores teores de Mg no período seco no mês dezembro, e menores no período chuvoso, onde verificaram-se altas taxas de crescimento.

Os teores adequados para Mg segundo Malavolta et al. (1997) estão na faixa de 2,0 a 3,0 g kg⁻¹. Os valores observados neste estudo nas épocas em média com 2,12 g kg⁻¹, estão nas faixas indicadas pelos autores citados. Os teores de Mg nas folhas ficaram na faixa adequada apesar de ser cultivada em condições de solos ácidos e baixa concentração dos nutrientes, o guaranazeiro mostrou-se eficiente na sua absorção. De acordo com Bataglia e Cardoso (1990), relataram que a disponibilidade de Mg para as plantas não foi afetada pela acidez do solo.

Os teores foliar de S não diferiu entre as épocas (Tabela 2), indicando não haver restrições quanto a época de amostragem para S. Para S os teores observados nas épocas foram de 2,16 g kg⁻¹ (Tabela 2), acima da faixa indicada por Malavolta et al. (1997) de 1,5 a 2,0 g kg⁻¹. Os teores de S no solo (Tabela 1) foram alto (ALVAREZ et al. 2007) o que contribuiu para a adequada nutrição das plantas de guaraná.

Os teores de Cu e Zn não apresentaram diferenças significativas (Tabela 3), Para estes nutrientes, a época de amostragem não teve influência na concentração foliar. Os teores de Cu e Zn no solo variaram de baixo a alto (CFSEMG, 1999).

Tabela 3. Teores foliares de micronutrientes no guaranazeiro, em quatro épocas de amostragem, valores médios para posição do ramo e folíolo.

Épocas de amostragem	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg ⁻¹				
Agosto de 2013	28,38ab	6,81a	42,41b	168,08a	29,05a
Novembro de 2013	27,65ab	5,75a	52,00a	164,99a	28,34a
Fevereiro de 2014	27,22b	5,94a	43,24ab	152,74b	28,29a
Mai de 2014	28,94a	5,75a	43,49ab	159,30ab	29,04a
Média	28,04	6,06	45,28	161,27	28,68
CV%	12,23	71,91	43,61	12,31	11,06

Médias seguidas de uma mesma letra minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor foliar de B foi maior no mês maio de 2014, não diferindo dos meses de agosto e novembro de 2013, e os menores teores em fevereiro de 2014 (Tabela 3). Estes resultados demonstram que o teor de B foi menor pós a frutificação e que após a planta passa acumular nutriente (Tabela 3). Indicando que fevereiro a época menos apropriada para amostragem, em função do menor teor foliar (PRADO, 2007). Desde modo, em períodos mais quentes, com aumento da transpiração da planta promove o aumento da absorção do B, que influenciada pela temperatura, umidade e a intensidade luminosa (HU e BROWN, 1997). Na região Amazônica umas das características são altas temperatura e umidade alta (MONTEIRO et al., 2014). Os teores médios de B variaram, mesmo com o teor de B no solo indicando nível muito baixo (CFSEMG, 1999).

Para a castanheira, Portela e Louzada (2011) observaram aumento da concentração de B no período de floração da planta, colhida no mês de julho. Godoy et al. (2012) avaliaram os teores de B na bananeira observando nos meses de setembro e outubro de 2009 e dezembro e janeiro de 2010 maiores concentrações de B, épocas que coincidem com maior acúmulo de chuva. A concentração de B nas folhas pode ser reduzida em épocas de menor temperatura e menor disponibilidade de água, sendo que umas das fonte de B com a mineralização da matéria orgânica, com a menor ocorrência de chuvas essa fonte e reduzida (GODOY et al., 2012).

Os teores de B presentes nos tecidos foliares ficaram em média de $28,04 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tabela 3), encontra-se acima dos teores citados em plantas de guaranazeiro sem sintomas de deficiência por Arruda et al. (2010) que menciona teores médios de $19,7 \text{ mg kg}^{-1}$ para folhas maduras e completamente desenvolvidas e inferiores os resultados observados por Arruda et al. (2005) em guaranazeiro, que são de 105 mg kg^{-1} em plantas sem sintomas de deficiência.

De acordo com Arruda et al. (2010), as plantas de guaranazeiro foram cultivadas em condições edafoclimáticas similares às deste trabalho, fertilidade do solo diferente, porém estudando plantas com 46 meses de idade e no caso da pesquisa de Arruda et al. (2005), as condições edafoclimáticas similar, porém analisando plantas de 12 meses de idade, o que pode justificar as diferenças dos teores dos nutrientes dos autores citados quando confrontados ao deste trabalho.

Não foi observado diferença significativa entre os teores foliares de Cu (Tabela 3), indicando que a época de amostragem não influenciou no teor. Os teores de Cu observados foram em média de $6,06 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tabela 3), encontra-se abaixo dos teores encontrados por Arruda et al. (2010) e Arruda et al. (2005) em guaranazeiro, que são de $6,6 \text{ mg kg}^{-1}$ e $12,5 \text{ mg kg}^{-1}$ em plantas sem sintomas de deficiência. Os teores de Cu no solo variaram de baixo a alto (Tabela 1).

O maior teor foliar de Fe foi observado em novembro de 2013 e menor foi observado no mês de agosto de 13 (Tabela 3), épocas associadas à frutificação e floração, respectivamente. Indicando em novembro de 2013 a época apropriada para amostragem, em função de maior teor deste nutriente. Isto sugere maior acúmulo no período da frutificação com posterior diminuição e início de novo período de acumulação, pois os teores de Fe aumentaram em fevereiro e maio de 2014 (Tabela 3). O período que se constatou maior teor de Fe, foi na época de poucas chuvas frequentes, até então as plantas estavam com folhas velhas. Os tecidos velhos são enriquecidos de Fe que tem baixa mobilidade no floema (MARSCHNER et al.,1996). Os resultados observados são divergentes aos de Lima et al. (2008) que observaram, em acerola, maior teor de Fe na amostragem realizada em agosto, época que se encontrava em período de florescimento.

Os teores de Fe disponível no solo (Tabela 1) foram classificados como muito alto (CFSEMG, 1999). E os teores foliar observados foram em média de $45,28 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tabela 3),

apresentara-se inferior dos teores mencionado por Arruda et al. (2010) e Arruda et al. (2005) em guaranazeiro, que são de 76,5 mg kg⁻¹ e 68,1 mg kg⁻¹ em plantas sem sintomas de deficiência.

Os teores foliares de Mn observados foram superiores na amostragem no mês agosto de 2013 e novembro de 2013, o menor foi observado fevereiro de 2014 (Tabela 3). Indicando que a melhor época para amostragem em agosto de 2013, em função de maior teor de Mn nesta época. Épocas de maiores concentrações observadas no período de floração e frutificação. Estas épocas estão associadas a, poucas chuvas e altas temperaturas na região Norte, o que provavelmente afetou a absorção e acumulação do Mn.

Em bananeira os maiores teores de Mn foram nas épocas com maior temperatura do ar e do fotoperíodo, período de setembro a novembro (GODOY et al., 2012). Segundo McCain e Markley (1989) há acúmulo mais rápido de Mn em folhas expostas ao sol até o meio do verão, a partir deste período a concentração se tornar constante. Resultado semelhante aos encontrados foram observados por Lima et al. (2008) em acerola foram observados maiores teores de Mn nas folhas analisadas no mês de agosto e menores teores em fevereiro.

Os teores de Mn disponível no solo variaram de muito baixo a baixo (CFSEMG, 1999). E os teores nos tecidos foliares da planta foram em média de 161,27 mg kg⁻¹ (Tabela 3), encontra-se acima dos teores citados por Arruda et al. (2010) que menciona teores médios de 29,3 mg kg⁻¹ e inferiores aos observados por Arruda et al.(2005), que são de 180 mg kg⁻¹ em plantas sem sintomas de deficiência.

Não foi observado diferença significativa entre as épocas de amostragem para Zn (Tabela 3). Os teores de Zn disponível no solo variaram de baixo a alto (CFSEMG, 1999). O teor foliar de Zn observados foram de 28,68 mg kg⁻¹ (Tabela 3), apresentaram-se superior dos teores citados por Arruda et al. (2010) que menciona os teores médios de 15,8 mg kg⁻¹ e

inferiores ao considerado por Arruda et al. (2005), que são de 42,7 mg kg⁻¹ coletadas em folhas maduras e sem sintomas de deficiência no guaranazeiro.

Para os macronutrientes em que se observaram diferenças significativas em função da época do ano, estes foram maior em fevereiro de 2014, período vegetativo, ou não diferiram estatisticamente nas demais épocas (Tabela 2).

Para os micronutrientes em que se observou diferença estatística na concentração estes foram em geral, maior em agosto de 2014, período de floração, com a exceção ao teor B, que apresentou maior teor em maio de 2014 e o Fe e Mn em novembro de 2013 (Tabela 3).

O desdobramento da interação posição da folha do ramo x posição dos folíolos, nas diferentes épocas variou com o nutriente (Tabela 4). Entretanto a interação foi observada apenas para o teor de K na amostragem de agosto de 2013 e fevereiro de 2014, é para P em novembro de 2013 (Tabela 2A).

Tabela 4. Desdobramento das interações posição no ramo x posição do folíolo nas diferentes épocas amostradas (agosto de 2013, novembro de 2013 e fevereiro de 2014).

Folíolo (F)	AGOSTO			NOVEMBRO			FEVEREIRO		
	Posição da folha do ramo (PF)								
	P.I	P.M	P.F	P.I	P.M	P.F	P.I	P.M	P.F
	K			P			K		
1°F	12.74bA	14.36bA	17.13aA	2.78aA	2.91aAB	2.97aA	12.74aA	12.20aA	11.00bA
2°F	12.99bA	14.34bA	16.78aA	2.70bA	3.04aA	2.96abA	12.61aA	11.86aA	11.86aA
3°F	13.45bA	14.91bA	17.25aA	2.74aA	2.84aB	3.06aA	11.70aA	12.37aA	12.11aA
4°F	13.56bA	15.57bA	17.73aA	2.74aA	2.98aAB	2.99aA	12.32abA	12.98aA	11.37bA
5°F	13.23bA	14.93abA	16.73aA	2.84aA	2.86aAB	3.10aA	12.14aA	12.48aA	12.04aA
CV%(PF)	8,45			11,07			6,32		
CV%(F)	7,00			3,34			4,84		

Médias seguidas de uma mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

O teste estatístico apontou diferenças para o teor de K na amostragem de agosto de 2013 e fevereiro de 2014 em relação à posição no ramo x posição no folíolo (Tabela 2A), entretanto o desdobramento não demonstrou não haver diferença estatística para o teor de K nos diferentes folíolos, apenas entre folíolos dentro da posição do ramo (Tabela 4). A posição

final do ramo apresentou teores de K superior aos demais em agosto de 2013 e em fevereiro de 2014, exceto para o 4º folíolo (Tabela 4), em fevereiro de 2014.

Independente da época da amostragem o teor de K, em geral é maior na posição final do ramo. O K é um nutriente que possui alta mobilidade no floema (MARSCHNER, 1995). Os teores foliares do K neste estudo foram crescentes do ápice para a base (Tabela 4). Fato este poder ser explicado pela taxa de redistribuição dos nutrientes nas diferentes partes da planta e variam com espécie, práticas de manejo, idade da planta, condições edafoclimáticas, estágio fenológico (SILVA et al. 1998; LIMA et al. 2011b). Em estudo em diferentes estádios fenológicos na folha da seringueira e pinus Silva et al. (1998), observaram que os teores de K foram superiores nas folhas jovens. Lima et al. (2011b) verificaram em pinhão manso que os teores de K são elevados nas folhas jovens nas quais sofrem maiores atividade fisiológica, à medida que processo diminui, o nutriente é redistribuído para outras partes da planta. Lima et al. (2007b) estudaram seis épocas para amostragem em acerola constatando que os meses de dezembro e fevereiro foram observados maior concentração desse nutriente na folha.

As concentrações foliares de P no mês de novembro de 2013, mostrou diferença estatística nos diferentes folíolos e entre posições nos ramos (Tabela 4). Na posição inicial do ramo o teor de P no 2º folíolo foi inferior aos demais folíolos. Em relação a posição média do ramo apresentou menor teor de P, apenas para o 3º folíolo (Tabela 4).

O P é um nutriente móvel, sendo redistribuído a partir de órgãos mais velhos para órgãos novos (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997), neste trabalho foi observado, maior teor nas folhas velhas. O maior teor de P em tecidos velhos é incomum pela alta mobilidade no floema, possivelmente uma concentração temporária nas folhas velhas tendo translocação para os órgãos em crescimento.

Resultado divergente foi observado por Leitão e Silva (2004) em espécie arbórea do cerrado maior teor foliar de P nas folhas jovens, à medida que as folhas envelhecem ocorrem

a diminuição do elemento. Pesquisado posição da folha de maracujazeiro amarelo no ramo Freitas et al. (2007) observou que houve a uma tendência de maior teor de P nas folhas jovens e diminuindo com a idade da folha. Em estudos por Carvalho et al. (2001) em maracujá amarelo os teores foliares foram menores no período compreendido com início da floração e frutificação.

Na tabela 2A estão expressos o resumo da análise de variância apresentando o desdobramento da interação posição do ramo e do folíolo, dentro das diferentes épocas de amostragem.

Os maiores teores de N, foram observados na posição inicial do ramo produtivo (Tabela 5), em agosto e novembro de 2013. Estes resultados podem estar associados a translocação do N, nutriente considerado de alta mobilidade no floema, o que permite sua translocação das folhas velhas para as folhas mais novas (MARSCHNER, 1995, EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2011a) para cultura de pinhão manso com maiores teores de N nas folhas colhidas na posição inicial do ramo. Freitas et al. (2007) estudaram em maracujá amarelo o comportamento do teor N em função da posição da folha do ramo, os teores foram decrescentes da folha 1 até a folha 8 analisadas. Santos (2002) estudaram as folhas de coqueiro anão verde, observou um aumento do teor de N da folha 1 até a folha 6 do ramo, seguindo uma redução desde teor até a folha 18. Em acerola (*Malpighia emarginata*) Amaral et al. (2002) estudaram a variação foliares em diferentes posições no ramo, foram verificadas maiores concentrações de nutrientes de N e P nas folhas localizadas na posição apical no ramo.

Tabela 5. Teores foliares de macro e micronutrientes em função da posição no ramo produtivo de guaranazeiro, valores médios para os folíolos.

Época de coleta	Inicial	Média	Final	CV (%)
Nitrogênio (g kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	33,40a	31,66 b	30,64 b	4,71
Novembro de 2013	31,72 a	29,56 b	28,05 c	4,71
Fevereiro de 2014	29,67a	31,00a	31,27a	6,36
Mai de 2014	34,24 a	33,50 ab	32,45 b	4,42
Cálcio (g kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	5,33 b	5,59 ab	6,89 a	23,43
Novembro de 2013	8,29a	7,98 a	8,35a	10,74
Fevereiro de 2014	3,88 b	4,94 ab	5,95 a	24,49
Mai de 2014	5,16 b	5,27 b	5,92 a	11,18
Magnésio (g kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	1,65 b	1,58 b	2,12 a	19,64
Novembro de 2013	3,06 a	2,83 b	3,05 a	6,21
Fevereiro de 2014	1,69 b	1,90 ab	2,12 a	17,54
Mai de 2014	2,73 b	2,72 b	3,04 a	5,31
Enxofre (g kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	2,34 a	2,33 a	2,41 a	16,44
Novembro de 2013	3,53a	3,62a	3,50a	5,29
Fevereiro de 2014	1,65 b	1,96 a	1,92 a	11,19
Mai de 2014	1,91a	1,87a	1,91a	8,91
Boro (mg kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	26,71a	25,25 a	26,38a	17,29
Novembro de 2013	35,61a	32,67ab	30,93 b	11,05
Fevereiro de 2014	18,63 b	25,04 a	26,88 a	26,38
Mai de 2014	30,49a	28,69a	32,36a	25,18
Ferro (mg kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	41,57b	41,56 b	52,82 a	18,38
Novembro de 2013	41,56b	48, 49 a	53, 33a	13,30
Fevereiro de 2014	49,15a	41,69 a	42,21 a	75,84
Mai de 2014	40,61a	48,04 a	45,36a	47,41
Manganês (mg kg ⁻¹)				
Agosto de 2013	199,76a	200,43a	209,67a	29,48
Novembro de 2013	217,14a	227,05a	228,16 a	21,49
Fevereiro de 2014	63,41 b	82,26 ab	113,52 a	49,17
Mai de 2014	133,81a	120,23a	142,89a	36,43

Médias seguidas de uma mesma letra minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em geral o maior teor de Ca foi observado na posição final e médio (Tabela 5). Considerado um nutriente pouco móvel, o Ca está presente, em geral, com maior concentração nas folhas velhas (MARSCHNER, 1995), devido a sua imobilização na parede celular e no floema (TAIZ e ZEIGER, 2004). Observou-se que os teores de Ca foram menores nas folhas da posição inicial (Tabela 5).

O Ca tem função na planta principalmente estrutural, sua translocação para os tecidos e de forma reduzida para os tecidos jovens (SOUZA et al., 2008). Estes resultados corroboram

com as observações feitas por Silva et al. (1998) em translocação de nutrientes em folhas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e em acículas de pinheiro (*Pinus oocarpa*) em amostragem de folhas em diferentes estádios fenológicos (jovens, maduras, senescentes, folhede) verificadas maiores teores de cálcio nas folhas senescentes e no folhede.

Os teores de Mg foram maiores, em geral na posição final (Tabela 5). O Mg embora seja um nutriente considerado móvel na planta (MARSCHNER, 1995), apresentou-se, em geral, com maiores teores nas folhas velhas (Tabela 5). Entretanto, Malavolta (2006); Caldeira et al. (2002) relatam que o Mg tende a ser concentra em tecidos mais velhos que possui baixa capacidade de redistribuição. Em pinhão manso Lima et al. (2011a) verificaram resultado semelhante a este estudo, o teor foliar de Mg foi crescente do ápice para a base, com maior teor na posição 5 e 10, sendo nas folhas velhas no ramo. Já Lima et al. (2007a) estudaram os teores foliares de graviola em diferentes partes do ramo (apical, mediana e basal) e da copa (terço superior, médio e inferior), constatando-se os maiores teores de magnésio foram na posição basal do ramo

Os resultados obtidos para o S demonstraram não haver diferenciação entre as folhas, nas diferentes posições do ramo, em apenas uma época o teor foi menor na folha mais nova (posição inicial do ramo) (Tabela 5). O S é considerado um nutriente de pouca mobilidade (MARSCHNER, 1995). Lima et al. (2011a) verificaram em pinhão manso que os teores do nutriente decresceram do ápice a base, o maior teor obtido foi na folha 1 na posição no ramo.

Os teores de B apresentaram comportamento oposto pois em novembro de 2013 foi maior na posição inicial da folha no ramo produtivo, enquanto que na coleta realizada em fevereiro de 2014 maiores concentrações na posição final da folha no ramo produtivo (Tabela 5). A redistribuição do B depende da mobilidade na planta, tendo influência pelo período reprodutivo nesse estudo. Durante o crescimento reprodutivo, o B foi transportado principalmente para folhas no caule e para folhas acompanhadas de órgãos reprodutivos (XIE

et al., 1992). Entretanto, para o nutriente móvel no floema, a concentração aumenta de folhas velhas para folhas novas, porém para um elemento com baixa mobilidade relativa, o aumento da concentração de folhas novas para as velhas (CAMARGOS e MURAOKA, 2007; LIMA et al., 2011b).

Segundo Furlani (2004) o B apresenta mobilidade no floema, sendo reclassificado como um nutriente de mobilidade intermediária ou condicional, dependendo da espécie pesquisada. Portanto, o maior teor de B observado nesta pesquisa foram nas folhas jovens como nas folhas velhas, pode ser explicado pela mobilidade desse nutriente. Em estudos em maracujá amarelo em função da posição da folha de 1 a 10 no ramo, foram observados o aumento dos teores de B da posição da folha do ápice para a base do ramo (FREITAS et al., 2007). Em *Olea europaea* L (oliveira) em diferentes idades Fernandez-Escobar et al. (1999) obtiveram maiores teores de B nas folhas novas.

Para Fe e Mn, nas épocas em que foram observadas a interação com a posição do ramo, em geral os maiores teores estavam na posição final (Tabela 5). Os teores de Fe e Mn se concentraram nos tecidos velhos. Os nutrientes possuem baixa mobilidade no floema (MARSCHNER, 1995), com maiores concentrações com aumento da idade da folha. Em pinhão manso o teor de Fe aumenta a medida que as folhas se torna mais velhas (LIMA et al., 2011b).

Em seringueira Mendes et al. (2012) pesquisaram concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares (B1, B2, C e D) e senescente, observando que os maiores teores de Fe foram acompanhando o desenvolvimento foliar apresentando maior teor nas folhas senescentes. Em relação a época de amostragem Lima et al. (2008) em acerola constataram maior teor de Fe na amostragem realizado em agosto época que se encontram em período de florescimento.

O Mn é um nutriente que concentra nos tecidos de folhas velhas, possui baixa mobilidade na planta (JONES JUNIOR et al., 1991). Segundo Lima et al. (2011b) relatam que em pinhão-mansão folhas colhidas em diferentes estágios fenológico (crescimento, jovens, maduras e senescentes) o teor de manganês aumenta a medida que a folha se torna mais velha. Lima et al. (2007a) observaram resultados divergentes em pesquisando diagnose foliar da graviola e o efeito da posição dos ramos (apical, mediana e basal) e posição da copa (terço superior, terço médio e terço inferior), maiores teores apresentados de Mn ocorreram na posição apical do ramo. Em relação a épocas Lima et al. (2008) na variação sazonal de micronutrientes em folhas de aceroleira foram observados maiores teores de Mn nas folhas analisadas no mês de agosto e menores teores do nutriente em fevereiro de 2014.

A variação nutricional dos teores foliares em diferentes posições no ramo de plantas de maracujá (*Passiflora edulis*) apical, mediana e basal no ramo, foram verificados que apenas os teores de P e Mn não variaram em função da posição de amostragem no ramo, os demais nutrientes analisados houve variações em relação a posição de coleta das folhas no ramo segundo Correa (2006).

Em caramboleiras Prado e Natale (2004) estudaram a amostragem de folhas, a fim de definir a folha diagnóstica (terceira ou sexta) e época para amostragem adequada (março a dezembro), foram verificadas que a sexta folha composta coletadas em pleno florescimento de agosto a outubro são adequadas para diagnóstico nutricional das plantas de carambola.

Observou-se o teor de nutriente entre folíolos, em relação a folha composta, apresentou diferença apenas para os nutrientes N, Ca, Mg, Mn e Zn (Tabela 2A), os resultados estão expressos na tabela 6.

No período da floração e no período vegetativo, em agosto de 2013 e maio de 2014, os teores foliares de N foram estatisticamente iguais para todos os folíolos (Tabela 6). Em geral, para todos os folíolos, os teores de N foram estatisticamente iguais ou apresentando pequena

redução, observando maior teor no 4° e 5° folíolo (Tabela 6). Os folíolos com maior teor de N dentro da folha composta do guaranazeiro foram provavelmente os primeiro a ter a emissão na folha composta, em parte, por estar próxima a base do ramo. Segundo Prado (2008) o N apresenta alta mobilidade, o processo de absorção ou transporte poder ser interrompido por qualquer razão, a planta tem capacidade de fazer translocação do N que está presente nas folhas velhas, para as folhas novas ou outro órgão em crescimento.

Tabela 6. Teores foliares de macro e micronutrientes em função da posição da coleta do folíolo da folha composta do guaranazeiro, valores médios para as posições do ramo.

Época de coleta	1°	2°	3°	4°	5°	CV (%)
Nitrogênio (g kg ⁻¹)						
Agosto de 2013	31,83a	31,49a	31,69a	32,08a	32,40a	3,67
Novembro de 2013	29,52ab	29,42b	29,55ab	30,10ab	30,28a	2,39
Fevereiro de 2014	30,67ab	30,28ab	30,25b	31,03ab	31,35a	3,05
Mai de 2014	32,99a	33,41a	33,35a	33,73a	33,49a	4,42
Cálcio (g kg ⁻¹)						
Agosto de 2013	5,75 b	5,69 b	5,78ab	6,18ab	6,28 a	7,47
Novembro de 2013	4,94 ab	4,58 b	4,54 b	5,35 a	5,22 a	4,75
Fevereiro de 2014	4,94 ab	4,58 b	4,54 b	5,35 a	5,22 a	9,04
Mai de 2014	5,38 bc	5,17 c	5,28 c	5,63 ab	5,80 a	4,57
Magnésio (g kg ⁻¹)						
Agosto de 2013	1,75ab	1,73 b	1,74ab	1,85a	1,84 a	5,24
Novembro de 2013	2,94 b	2,91 b	2,03b	3,07a	3,04 a	2,43
Fevereiro de 2014	1,91 ab	1,80 b	1,80b	1,98a	2,04 a	6,38
Mai de 2014	2,83a	2,73a	2,80a	2,87a	2,91a	5,31
Manganês (mg kg ⁻¹)						
Agosto de 2013	199,06ab	196,32b	199,60ab	208,16ab	213,29a	6,73
Novembro de 2013	218,00ab	215,73 b	217,31ab	237,37a	232,19ab	7,99
Fevereiro de 2014	85,53 abc	78,58 c	81,05 bc	93,70 a	93,13ab	11,98
Mai de 2014	136,60a	127,13a	135,79a	137,04a	125,00a	36,43
Zinco (mg kg ⁻¹)						
Agosto de 2013	26,10a	26,93a	27,19a	28,20a	27,24a	12,19
Novembro de 2013	29,96 c	32,16ab	31,55 b	33,14a	33,61a	4,07
Fevereiro de 2014	29,01ab	27,86 b	27,64 b	30,01a	29,16ab	5,89
Mai de 2014	25,38a	27,16a	29,13a	28,20a	28,98a	28,34

Médias seguidas de uma mesma letra minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores foliares de Ca variaram com todas as épocas (Tabela 6). Observa-se que, em geral, 4° e 5° folíolo apresentou-se teor superior as demais, independente da época de amostragem (Tabela 6). Neste estudo foram verificadas que as maiores concentrações ficaram no folíolo próximos a base do ramo, sendo que a emissão dos primeiros pares de folíolos dentro da folha composta, esses folíolos provavelmente representam tecidos mais velhos dentro da folha. O Ca tem baixa mobilidade na planta, com maior concentração dos tecidos

velhos (EPSTEIN e BLOOM, 2006; MARSCHNER, 1995). A limitada redistribuição do Ca na planta, pode ser explicada em parte, pela insolubilidade de seu composto localizado nas células mais velhas (MALAVOLTA, 2006).

Os teores de Mg apresentaram estatisticamente iguais no 4° e 5° folíolo e em geral observou-se pouca diferença aos demais folíolos (Tabela 6). Neste estudo o comportamento do Mg nos folíolos foi similar com o de Ca, com maior concentração nos folíolos que emergiram primeiro na folha composta. O Mg possui alta mobilidade, porém pode se acumular também em tecidos velhos, possuindo baixa capacidade de redistribuição para tecidos mais jovens (LIMA et al., 2011a; MALAVOLTA, 2006).

Nas diferentes épocas amostradas foram observados diferenças entre os folíolos para os teores de Mn e Zn observou-se uma tendência que os maiores teores ocorreram no 4° e 5° folíolo (Tabela 6), com exceção de Mn não diferiram entre os folíolos em maio de 2014, o Zn nos meses de agosto de 2013 e maio de 2014 não diferiram entre os folíolos (Tabela 6). Esse comportamento dos folíolos nas épocas foi similar os outros nutrientes anteriormente estudados com maiores concentrações no 4° e 5° folíolos. O Mn e o Zn são nutrientes de baixa mobilidade (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN e BLOOM, 2006), com maiores concentrações em tecidos mais velhos.

3.4 Conclusões

1. Os teores foliares de N, Ca, S, Cu e Zn não foram influenciados pelas épocas de amostragem.
2. Durante o período vegetativo (Fevereiro), os teores foliares de P, K e Mg são maiores e as de Fe e Mn no período de frutificação (Novembro), com exceção de B no período vegetativo (Maio) são as épocas indicadas para amostragem.

3. Independente da época de amostragem, as folhas contidas na posição final do ramo produtivo apresentam as maiores concentrações nutricionais para maioria dos nutrientes.
4. Para N e mais adequada amostragem na folha na posição inicial do ramo em todas as épocas amostradas.
5. Os folíolos das posições 4° e 5° são os mais indicados para amostragem foliar por apresentarem maiores concentrações nutricionais, independente da época de amostragem.

3.5 Referências

- AGUIAR NETO, P.; GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; COSTA, N. D.; CUNHA, A. P. A. da. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura do melão em Baraúna - RN e Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 556- 567, 2014.
- ALVAREZ, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. de. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, 2007, p. 595-644.
- AMARAL, J. F. T. do.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; CRUZ, C. D.; GODOY, C. L.; CAIXETA, S. L. Determination of leaf sampling techniques to assess the nutritional status of Barbados cherry (*Malpighia emarginata* D.C.). **Fruits**, v.57, p.161- 171, 2002.
- ARRUDA, M. R. de.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. Aplicação de fritas no guaranazeiro. In: Seminário sobre pesquisas com o guaranazeiro na Amazônia, Manaus. **Anais**, p. 251-256, 2005.
- ARRUDA, M. R. de; TEIXEIRA, W. G.; ATROCH, A. L.; MAIA, W. **Caracterização da Deficiência de Manganês no Guaranazeiro**. p.6, 2010. (Comunicado Técnico, 88).
- ARRUDA, M. R. de.; PEREIRA, J. C. R.; MOREIRA, A.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do.; ATROCH, A. L. **Método para coleta de folhas para determinação do estado nutricional do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. p.1-2, 2007 (Comunicado técnico, 48).
- ARAÚJO, F. A. R.; MENEZES JUNIOR, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, E. F.; GONDIM, S. C.; DANTAS, T. A. G; CAVALCANTE, Í. H. L. Composição de macronutrientes em folhas de mamoeiro desenvolvido em solo com biofertilizante líquido. In: MARTINS, D. S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: INCAPER, p.351-354, 2005.
- ATHOCH, A. L; **Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (mart.) Ducke) utilizando caracteres morfo-agronômicos**. 2009. 72p. Tese (doutorado) - Fundação Universidade do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Manaus, 2009.
- ATROCH, A. L. Principais resultados de pesquisa com a avaliação de clones de guaranazeiro no período de 1985 a 1994. In: **Reunião técnica da cultura do guaraná, 1**, Manaus, AM. Resumos... Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 42 p. (Documentos, 16).
- ATROCH, A. L. NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V. de.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Predição de valores genéticos na fase juvenil de progênies de meios irmãos de guaranazeiro. **Revista Ciências Agrárias**. v. 54, n.1, p.73-79, 2011.

BATAGLIA, O. C.; CARDOSO, M. Situação nutricional dos seringais de São Paulo. In: Simpósio da cultura da seringueira, 2., 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : ESALQ, p. 89-97. 1990.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: Simpósio avançado de química e fertilidade do solo. Piracicaba, 1986. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill. 179p. 1986.

BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Estado nutricional de plantas perenes: Avaliação e monitoramento. **Informações Agronômicas**, n. 96, p. 1-8, 2001.

BARDIN-CAMPAROTTO, G.; CAMARGO, M. B. P.; MORAES, J. F. L. Época provável de maturação para diferentes cultivares de café arábica para o Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 4, p. 594-599, 2012.

BUSQUET, R. N. B. **Análise de crescimento, fenologia e acumulação de nutrientes de quatro genótipos de bananeira no Estado do Rio de Janeiro**. 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 113 p, 2006.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; PEREIRA, J. C.; DELLA-FLORA, J. B.; SANTOS, E. M. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acácia mearsii* de Wild no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 9, n.1, p.19-24,1999.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; RODRIGUES, L. M. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas e galhos em um povoamento de *Acacia mearsii* de Wild. (*Acacia negra*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.45, p.69-88, 2002.

CAMACHO, M. A.; SILVEIRA, M. V.; CAMARGO, R. A.; NATALE, W. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM e DRIS e CND e nível crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranja-pera. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 46, n. 1, p. 193-200, 2012.

CAMARGOS, S. L.; MURAOKA, T. Teores, acúmulo e redistribuição de macronutrientes em castanheira-do-brasil. **Revista Agricultura Tropical**, v.10, n.1, p.72-83, 2007.

CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; AGUIAR, A. V. M. Exportação de nutrientes por frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função da adubação mineral. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 3, p. 38-41, 2010.

CARVALHO, A. J. C. de; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.;BERNARDO, S.; SILVA, J. A. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.23, n.2, p.403-408, 2001.

CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H., BENCHIMOL, R. L.; KATE, A.K.; ALVES, R.M. **Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng) Shum): cultivo y utilización..** Tratado de Cooperación Amazônica, Caracas, Venezuela. 152p, 1999 (Manual técnico).

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, 2007. Cap. 7, p. 375-470.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Manaus: INPA, 1976. 166 p.

CRAVO, M. S. da.; ATROCH, A. L.; MACÊDO, J. L. V. de.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do.; LIMA, L. P.; RIBEIRO, J. R. C.; **Exportação de nutrientes pela colheita de guaraná**. PA/43, p.1-3, 1999 (Embrapa Amazônia Ocidental, Pesquisa em Andamento 43).

CRESTE, J.E.; ECHER, F.R. Establishing standards for the integrated recommendation and diagnosis system (DRIS) for integrated bean crops. **community soil science plant analysis**, v.41, p.1921-1933, 2010.

CINTRA, A. C. O. de.; 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**, v.10, n. 1, p. 122 -130, 2015.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; BRAUN, H.; SILVA, I. R. Value and prediction of critical content-level to assess the nitrogen status of the potato, **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, p.155-122, 2013.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Proposta de Preços Mínimos Safra 2013/2014 (Produtos de inverno, regionais e leite)**. Superintendência de gestão da oferta – SUGOF. p.1-123, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB, **Guaraná**, 2006. Acesso em 5 de maio.2013. Disponível em www.conab.gov.br.

CORREA, H. C.T. **Composição nutricional de folhas com e sem pecíolos em três posições nos ramos ao longo de doze meses em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavircarpa* Degener)**. Dissertação (mestrado em fitotecnia)-Universidade Federal e Viçosa-MG. 67p. 2006

CORRÊA J. B, REIS JÚNIOR R. dos A, CARVALHO J.G, GUIMÃRAES P.T.G . Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25,n.6, p.1279-1286, 2001.

CORRÊA, M. P. F. **Caracteres quantitativos e qualitativos para a descrição morfológica do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. 1989. 186f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.

COSTA, E. L. da. **Exportação de nutrientes em fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.) em três solos da Amazônia central.** Dissertação (mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas/, Manaus. 39 p. 2006.

DANTAS NETO, J.; MACIEL, J. L.; ALVES, A. de S.; AZEVEDO, A. V. de; FERNANDES, P. D.; LIMA, V. L. A. de. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.9, p.962–968, 2013.

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

DUCKE, A. Plantes nouvelles. **Archivos do Instituto de Biologia Vegetal** , v.4, n.1, p.46-47, 1938.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. Brasília. 2009, 627p.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas.** 2.ed. Londrina: Planta, v.1, 416p, 2006.

ESCOBAR, J. R.; CORRÊA, M. P. F.; AGUILERA, F. P. Estruturas florais, floração e técnicas para a polinização controlada do guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.5, p. 615-622, 1984.

FAGERIA, N. K. *et al.* Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 1044-1064, 2009.

FAVORETO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; Tupinambá, L.F. Efeito do nitrogênio na produção e composição bromatológica do capim-colonião e seus aspectos econômicos. **Científica**, V.16, n.1, p. 71-78, 1988.

FERGUNSON, I.; VOLZ, R.; WOOLF, A. **Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit.** **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.255 - 262, 1999.

FERNANDES, A. R.; REIS, I. N. R. S.; NORONHA, N. C. Estado nutricional de pomares de laranja submetidos a diferentes manejos do solo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 52-58, 2010.

FERNANDES, A. R.; MATOS, G. S. B. de.; CARVALHO, J. G. de.; Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, n. 4, p. 1178-1189, 2013.

FERNANDEZ-ESCOBAR, R.; MORENO, R.; GARCIA-CREUS, M. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. **Scientia Horticulturae**, v.82, n.1, p.25-45, 1999.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 122p. 2001.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan. p.40-75, 2004.

FREITAS, M. S. M.; MONNERAT, P. H.; VIEIRA, I. J. C.; CARVALHO, A. J. C. de.; Flavonóides e composição mineral de folhas de maracujazeiro amarelo em função da posição da folha no ramo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1634-1639, 2007.

GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J.; CARSELDINE, M. L. Effect of season (vegetative flushing) and leaf position on the leaf nutrient composition of *Annona* spp. Hybrid cv. Pink's Mammoth in south-eastern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.29, p.587-595, 1989.

GODOY, L. J. G. de.; GOÇALO, S. G.; MENDONÇA, J. C. de.; BERNARDO, A. Variação sazonal da concentração de nutrientes em folhas de bananeiras, no Vale do Ribeira-SP. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.4, p.1367-1380, 2012.

GONDIM, C. J. E. **Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaraná**. 83f. 1978. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1978.

HU, H.; BROWN, P.H. Absorption of boron by plant roots. **Plant and Soil**, v.193, p.49-58, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - **IBGE**. 2013. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acessado em 09/05/2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - **IBGE**. 2015. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acessado em 19/05/2015

JONES JUNIOR, J. B. Plant tissue analysis in micronutrients. In: Mortvedt, J. J.; COX, F. R.; WELCH, L. M. *Micronutrients in agriculture*. 2.ed. Madison: **Soil science Society of America**, Book Series, 4. p.477-521. 1991.

KURIHARA, C. H. et al. Interpretação de resultados de análise foliar. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Colombo: **Embrapa Floresta**, 2005. 42 p. (Documentos, 74).

LEITÃO, A.C., SILVA, O.A. da. Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea do cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**. v. 55, n. 84, p.127-136, 2004.

LIMA, R. L. S. de. **Estudos sobre a nutrição de progênies de aceroleira: épocas de amostragens de folhas e exportação de nutrientes**. Doutorado, Jaboticabal, São Paulo, p. 44. 2008.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; CAZZETA, J. O.; AZEVEDO, C. A. V.; SOFFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Posição da folha e estágio fenológico do ramo para análise foliar do pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.15, n.10, p.1068-1072, 2011a.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; CAZZETA, J. O.; AZEVEDO, C. A. V.; SOFFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Redistribuição de nutrientes em folhas de pinhão-manso entre estádios fenológicos. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**. v.15, n.11, p.1175–1179, 2011b.

LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O.; LOPES, F. F. M. Variação sazonal de micronutrientes em folhas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.869–874, 2008.

LIMA, R. L. S.; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Diagnose foliar da gravioleira (*Annona muricata* L.): efeito da posição de ramos e folhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1320– 1325, 2007a.

LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L. de.; CAZETTA, J. O.; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B. Variação sazonal da concentração de macronutrientes em folhas de diferentes genótipos de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 652-656, 2007b.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura. São Paulo: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 672p, 2006.

MAIA, C. E. Época de amostragem foliar para diagnóstico nutricional em bananeira. **Revista Brasileira de ciência do solo**, vol. 36, n.3. p.859-864, 2012.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 251 p. 1980.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro. In: **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. ESALQ, USP. Piracicaba, p.203–255, 1974.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319 p. 1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: **Livro ceres**, 638p, 2006.

MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H; CARVALHO JÚNIOR, A.C.de.; MARTINS, S.L.D.;VIEIRA, A. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado

nutricional dos mamoeiros 'Solo' e 'Formosa'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.373-381, 2002.

MARSCHNER, H.; KIRKBY, E. A.; ÇAKMAK, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, p.1255-1263, 1996.

MARSCNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: **Academic Press**, 889 p, 1995.

MCCAIN, D. C.; MARKLEY, J. L. More manganese accumulates in maple sun leaves than in shade leaves. **Plant Physiology**, v. 90, n. 4, p. 1417-1421, 1989.

MEDEIROS, A.A. de., AMORIM, J.R.A. de., SILVA, D.J., GUEDES, F.X., GUERRA, A.G., DANTAS, J.A. **Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado no Rio Grande do Norte**. EMPARN, 13p, 2005 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

MENDES, A. D. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; NASCIMENTO, M. N. do.; REIS, K. L.; BONOME, L. T. S. da. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares de seringueira. **Acta Amazonica**. v.42, n.4, p. 525 – 532, 2012.

MONTEIRO, J. C. R.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. de.; PANTOJA-LIMA, J. HEYER, L. F. Descrição da temperatura e umidade relativa do ar em diferentes localidades no bairro do Parque Dez - Manaus/AM. **Biota Amazônia**, v. 4, n.2, p. 20-27, 2014.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, p. 2912-2925, 2009.

NACHTIGALL, G.R.; DECHEN, A.R. DRIS use on apple orchard nutritional evaluation in response to potassium fertilization. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.38, n.17, p.2557-2566, 2007.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L., CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaraná. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.44, n.9, p.1138-1144, 2009.

NASCIMENTO FILHO, F.J.; GARCIA, T.B.; SOUSA, N.R.; ATROCH, A.L. Recursos genéticos de guaraná. In: SOUSA, N. R.; SOUZA, A. G. C. (Org.) **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental**. 1 ed. Manaus: v.1, p.128-141, 2001 (Embrapa Amazônia Ocidental).

NATALE, W. Adubação, nutrição e calagem na goiabeira. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Eds). **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/SBF, Jaboticabal, Brasil, p.257-280, 2009.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relações solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 25-91. 1990.

OSAGUI, H.; FALESI, I. C.. Projeto de investimento e desenvolvimento da agroindústria na Amazônia. Belém: Sudam, 224 p. In: PRANCE, G. T.; SILVA, M. F. **Arvores de Manaus**: INPA, 312p. 1992.

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

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.

PEREIRA, J. C. R.; TAVARES, A. M.; ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; ARAUJO, J. C. A.; MORAES, L. A. C. **Cultura do Guaranazeiro no estado do Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2005, 40 p (Sistemas de produção; 2).

PORTELA, E.; LOUZADA, J. Diagnóstico precoce da carência de boro em castanheiro: seleção de tecido indicador. **Revista de ciências agrárias**, v34, n.1, p.13-20, 2011.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**: apostila. Jaboticabal: FCAV, 2007. 34p.

PRADO, R.M. **Nutrição De Plantas**. Editora da Unesp, São Paulo, Brasil. 2008. 407 p.

PRADO, R. M.; NATALE, W. Leaf Sampling in carambola trees. **Fruits**, v.59, p.281-289, 2004.

PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal. FCAV, 2008. 391p.

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

PINTO, P.A.C; DIAS, L. E; ALVAREZ, V.H; CHOUDHURY, M. M; VIEIRA, G. Avaliação do estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do São Francisco: estabelecimento das normas DRIS. **Recursos Rurais**. v.5, p.5-13, 2009.

QUAGGIO, J.A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SAO JOSE, A. R.; SOUZA, I. V. B.; FILHO, J. M.; MORAIS, O. M. **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitoria da Conquista. BA, DFZ/UESB, 1996, p.106-135.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 1997. 285p. (Boletim Técnico 100).

RODRIGUES, C. M. **Efeito da aplicação de resíduo da indústria de papel e celulose nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na nutrição e biomassa do *Pinus taeda* l.** Universidade Federal do Paraná, dissertação (mestrado), 109p. 2004.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. **Ciência agrotecnologia**, v.31, n.4, p.02-16, 2007a.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.2, p.371-376, 2007b.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.233-239, 2009.

SAMENI, A. M.; MAFFTOUN, M.; HOJJATI, S. M.; SHEIBANY, B. Effect of fertilizer-N and herbicides on the growth and N content of sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, p. 285-288, 1976.

SANTOS, E. F. dos.; DONHA, R. M. A.; ARAÚJO, C. M. M. de.; LAVRES JUNIOR, J.; CAMACHO, M. A. Faixas normais de nutrientes em cana-de-açúcar pelos métodos ChM, DRIS e CND e Nível Crítico pela distribuição normal reduzida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p.1651-1658, 2013.

SANTOS, A.L. **Estabelecimento de normas de amostragem foliar para avaliação do estado nutricional e adubação mineral do coqueiro anão verde na região do norte fluminense**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Campos dos Goytacazes-RJ. 82f, 2002.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO JÚNIOR, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acácia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**. v. 28, n.2, p. 173-181, 2004.

SCHLINDWEIN, J. A.; MARCOLAN, A. L.; FIORELI-PEREIRA, E. C.; PEQUENO, P. L. L. de.; MILITÃO, J. S. T. L. Solos de Rondônia: usos e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v.1, n.1, p.213-231, 2012.

SILVA, H. D. da; **Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de eucalyptus grandis hill (ex-maiden) em diferentes idades**, Tese (doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 101p, 1996.

SILVA, D. J.; PEREIRA, J. R.; MOUCO, M. A. do C.; ALBUQUERQUE, J. A. S. de; RAIJ, B. V.; SILVA, C. A. **Nutrição mineral e adubação da mangueira em condições irrigadas**. 2004. 13 p. (Embrapa Semi- Árido. Circular Técnica, 77).

SILVA, A. C.; SANTOS, A. R. dos.; PAIVA, A. V. de. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acículas de *Pinus oocarpa*. **Revista da universidade Alfenas**, v.4, p.11-18, 1998.

SODRÉ, G.A.; MARROCOS, P.C.L.; CHEPOTE, R.E.; PACHECO, R.G. Uso do desvio-padrão para estimativa do tamanho da amostra de plantas de cacau (*Theobroma cacao* L.) em estudos de nutrição. **Agrotropica**, v.13, n.3, p. 145- 150, 2001.

SOUZA, F. V. de. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira palmer, haden e tommy atkins**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 54 f. 2007.

SOUZA, J. L. M. de.; ARAUJO, M. A. de.; REISSMANN, C. B.; MACCARI JUNIOR, A.; WOLF, C. S. Teores de nutrientes foliares em plantas de erva-mate em função da posição e orientação geográfica da copa, em Guarapuava-PR. **Scientia Agraria**. v.9, n.1, p.49-58, 2008.

SOUZA, A.G.C.; SOUSA, N.R.; SILVA, S.E.L.; NUNES, C.D.M.; COUTO, A.C.; CRUZ, L.A.A. **Fruteiras da Amazônia**. Embrapa - SPI/Embrapa CPAA, Brasília. 204p, 1996. (Biblioteca Botânica Brasileira, 1).

SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A. de.; NATALE, W. Normas preliminares DRIS e faixas de suficiência para goiabeira ‘Paluma’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n.1, p. 282-291, 2013.

SUFRAMA, 2003 - **Superintendência da Zona Franca de Manaus**, Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica guaraná, Manaus, 28p, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.449-484, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TECCHIO, M. A.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; LEORNEL, S. Características físicas e acúmulo de nutrientes pelos cachos de ‘niagara rosada’ em vinhedos na região de Jundiaí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 621-625, 2007.

TFOUNI, S.A.V.; CAMARGO, M.C.R.; VITORINO, S.H.P.; MENEGÁRIO, T.F.; TOLEDO, M.C.F. Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta. **Revista Nutrição**, Campinas, v.20, n.1, p.63-68, 2007.

VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, Campinas, v. 64, n.4, p. 661- 672, 2005.

VILLELA, D. M.; LACERDA, L. D. Dinâmica de elementos minerais em folhas de duas espécies arbóreas de cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**. v.52, n.1, p.151-160, 1992.

XIE, Q.; WEI, W. X.; WANG, Y. H. Studies on absorption, translocation and distribution of boron in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Acta Agronomica Sínica**, v.18, p.7-31, 1992.

ZABINI, A. V; **Diagnostico nutricional do cafeeiro por meio da análise de flores, folhas e extrato foliar**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 78p. 2010.

4 CAPÍTULO II: TEORES DE NUTRIENTES: CORRELAÇÕES E EXPORTAÇÃO
PELOS GRÃOS DE GUARANÁ

RESUMO

O conhecimento da quantidade de nutrientes nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para as recomendações de adubação. Assim, o objetivo deste estudo foi correlacionar os teores dos nutrientes no solo, folha e grãos nas diferentes épocas e a exportação dos nutrientes para os frutos. O presente trabalho foi conduzido no município de Maués, nas instalações da AmBev, na Fazenda Santa Helena, no estado do Amazonas. Para amostragem do solo, amostras foram coletadas na profundidade de 0-20, retirando a amostra na projeção da copa nos quatro pontos cardeais da planta. As folhas foram colhidas nos ramos plagiotrópicos nos quatro pontos cardeais, na altura média da planta. A produtividade do guaranazeiro da cultivar BRS- Maués foram avaliadas por planta, no período produtivo, sendo feita a pesagem nos frutos frescos e posteriormente quando secos. Foram quantificados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Fe e Cu no solo, folha e grãos. Os teores nas folhas e grãos se correlacionaram melhor. Os nutrientes mais extraídos pelos frutos de guaranazeiro, foram na ordem de N>K>Ca>Mg>P>S>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Palavras - chave: *Paullinia cupana*, épocas, extração de nutrientes, grãos.

ABSTRACT

Knowledge of the amount of nutrients in plants, particularly in the harvested part is important for fertilizer recommendations. So the aim of this study was to correlate the levels of nutrients in the soil, leaf and grain at different times and the export of nutrients to the fruit. This work was conducted in the municipality of Maués in the offices of AmBev in Santa Helena farm in the state of Amazonas. For soil sampling, samples were collected at a depth of 0-20, removing the sample in the projection of the crown at the four cardinal points of the plant. The leaves were harvested in reproductive branches in the four cardinal points, the average plant height. The productivity of guarana cultivar BRS- Maués were evaluated by plant, the production period, and made the weigh in fresh fruit and then when dry. N content were measured, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Fe and Cu in soil, leaf and beans. The content in the leaves and grains better correlated. More nutrients extracted by the fruits of guarana, were N> K> Ca> Mg> P> S> Fe> Zn> Mn> Cu> B.

Key words: *Paullinia cupana*, epochs, extraction of nutrients, grains.

4.1 Introdução

O Brasil é praticamente o único produtor mundial de guaraná (ATHOCH et al., 2011). Em 2013, foram produzidas cerca de 3,612 toneladas de grãos, desde montante, somente 10,5% foi exportada *in natura* (CONAB, 2013). As regiões Nordeste e Norte lideram a produção com respectivamente 70,8% e 23,3% da produção do Brasil (IBGE, 2015).

Os órgãos das plantas mais utilizados na avaliação do estado nutricional são as folhas (PRADO, 2007), portanto para a avaliação de exportação de nutrientes, os frutos são os mais adequados (CARDOSO et al. 2010). A quantidade de nutrientes que os guaranazeiros exportam pelos frutos, depende da variedade, produção e manejo da cultura. Considerando a remoção de nutrientes pelos frutos em guaranazeiro, diversos autores (CASTRO et al., 1975; CRAVO et al., 1999) relatam que o N e K são exportados em maiores quantidades.

A exigência nutricional das plantas se dá em função das quantidades extraídas e exportadas pelas colheitas, junto com a marcha de absorção dos nutrientes, durante o ciclo da planta (MESQUITA et al., 2010). A exportação dos nutrientes pelos frutos é importante para o cálculo de reposição da adubação, com a garantia de aumento ou manutenção da produtividade dos frutos (ANDRADE, 2004). Essas informações compõem um planejamento de manejo para cultura, de forma de manter equilibrada a fertilidade do solo (LIMA et al., 2008).

As condições edafoclimáticas e manejo da cultura interferem no ciclo fenológico e na absorção dos nutrientes (PEGORARO et al., 2014). A quantidade de nutrientes na planta em cada fase fenológica fornecem informações sobre exigência nutricional da cultura, permitindo melhor estratégias e métodos de aplicação de fertilizantes (ROZANE et al., 2011). Para melhoria dessas práticas de adubação e importante o conhecimento das características relacionadas à disponibilidade dos nutrientes no solo e planta monitorando seu

comportamento, podendo ser supridos os nutrientes através da adubação (CAVALCANTE et al., 2012).

A exigência nutricional na fase produtiva, para a maioria das espécies torna-se intensa em ocasião na formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Os nutrientes armazenados nas sementes variam a concentração em relação a espécies, cultivares e condições que a semente é produzida (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988).

As informações sobre o estado nutricional do guaranazeiro são escassas, bem como sobre a relação entre a fertilidade do solo e a composição mineral de folhas e frutos. Assim, o objetivo deste estudo foi correlacionar os teores dos nutrientes no solo, folha e grãos nas diferentes épocas e a exportação dos nutrientes para os frutos.

4.2 Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido no município de Maués, nas instalações da AmBev, na Fazenda Santa Helena, no estado do Amazonas, está instalada uma cultura de guaranazeiro, cultivar BRS-Maués, com 10 anos de idade e espaçamento de 5x4. O clima da região tropical chuvoso com uma pequena estação seca (tipo Ami), segundo a classificação de Köppen, com a precipitação e temperatura média anual de 2.400 mm e 26°C. O período chuvoso está compreendido entre os meses de novembro até março, sendo o período de seca entre os meses de maio a setembro (IPAAM, 2012).

Nos meses de agosto e novembro de 2013, e fevereiro e maio de 2014 foram coletadas amostras foliares e de solo, em parcelas experimentais constituídas por 10 plantas úteis, com quatro repetições. As plantas foram demarcadas com fitas de tecido colorida fixadas no caule das plantas, permitindo a identificação, coleta do solo e material vegetal e frutos nas mesmas plantas no período de produção do guaranazeiro.

Para amostragem do solo, amostras foram coletadas na profundidade de 0-20 cm com auxílio de um trado tipo holandês, retirando a amostra na projeção da copa nos quatro pontos cardeais da planta conforme sugere CFSEMG (1999).

As folhas foram colhidas nos ramos plagiotrópicos nos quatro pontos cardeais, na altura média da planta nas quais se determinou os teores de macro e micronutrientes. As folhas foram coletadas na posição (inicial, médio e final) no ramo e posição dos folíolos (1°, 2°, 3°, 4°, 5°) utilizando os dados dos valores médios da posição do ramo e folíolo para análise.

Os cachos dos guaranazeiros foram colhidos durante o período de colheita, quando os cachos estavam maduros, período de outubro a dezembro. A colheita foi feita manual com tesoura, separadamente por planta útil em cada parcela experimental. Sendo os cachos colhidos e levados ao galpão para fermentação, foram separados da casca, beneficiamento e pesagem. A pesagem foi feita nos frutos frescos e posteriormente quando secos, obtendo a produtividade em kg por planta. Calculou-se a quantidade de nutrientes exportada por kg de frutos frescos, a partir do teor do nutriente encontrado nos grãos.

As folhas e grãos foram acondicionados em saco de papel e encaminhados á secagem em estufa de circulação de ar forçada, mantida á temperatura de 70°C, até peso constante, com exceção dos grãos, que foram secas até atingirem 10% de umidade. As amostras de folhas e grãos, após a secagem, foram moídas separadamente em moinho tipo Wiley. Em seguida, cada uma das amostras foi acondicionada em recipiente de polietileno com tampa hermética.

As análise químicas foliares e grãos N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Fe e Cu foram realizadas conforme a metodologia descrita por Malavolta et al.(1997), no Laboratório de Nutrição Mineral de plantas na Universidade Federal de Lavras – UFLA. E, as análises químicas de solo, de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (2009) na Tabela 1,

realizada no Laboratório de Rotina de Fertilidade do Solo na Universidade Federal de Lavras – UFLA

Realizou-se análise de correlação, aplicando o teste de Pearson a 5% de probabilidade, entre os teores de nutrientes no solo e nas folhas e os teores de nutrientes analisados nas folhas e os teores nos grãos. Para análise de correlação solo x folhas foram utilizadas dados de 40 plantas sendo feitas amostras composta, para folhas x grãos dados de 40 plantas.

4.3 Resultados e discussão

Nos estudos de correlação entre teores de nutrientes no solo e nas folhas na amostragem realizada em agosto e novembro de 2013, maio de 2014 não foram verificadas correlações significativas (Tabela 3A, 4A e 6A). Foram verificados no mês de fevereiro de 2014 correlações positivas do P e Cu (Tabela 5A).

Na amostragem realizada em fevereiro de 2014 houve correlação positiva para P com $r= 0,99^{**}$ (Tabela 5A) entre o teor no solo e nas folhas. Apresentou um comportamento com alta correlação de P, neste período o guaranazeiro apresentava na fase vegetativa. O P apresenta um comportamento com tendência de declínio na concentração em função da fase da cultura (MEDEIROS et al.,2005). O P é considerado o elemento mais limitante ao crescimento das culturas, sendo deficiente em 90% dos solos da região amazônica (MALAVOLTA, 1980). Prado et al. (2006) relataram que a maior absorção de P na presença de N seria causada pelo envolvimento de N nos processos de absorção e de transporte interno de P.

Para micronutriente na amostragem realizada em fevereiro de 2014 houve correlação positiva para Cu com $r= 0,98^{*}$ entre o teor presente no solo e nas folhas (Tabela 5A). Nesta época o Cu teve maior absorção correlacionando positivamente com o teor no solo e nas

folhas (Tabela 5A). Isso em partes poder ser devido que o Cu possui propriedade de formar complexos e quelatos estáveis com a matéria orgânica do solo (SILVEIRA et al., 1999), evitando que Fe seja encontrados em concentrações mais altas em solos muito intemperizados, como os Latossolos (NASCIMENTO et al., 2003). Mas também poder está relacionada pela influência do pH, valores abaixo de 6,0 podem induzir a disponibilidade do nutriente (MCBRIDE et al., 1997).

O estudo de correlação de micronutrientes entre o teor de nutrientes no solo e nas folhas em erva-mate para diferentes progênies Guimarães et al. (2014) observaram correlação positiva de Mn e Cu. Em estudos de correlação de macro e micronutrientes entre solo e folhas houve correlação positiva do Zn no solo e na folha na cultura do arroz (SILVA e ANDRADE, 1987). Em vinhedos de niagara rosada com resultados na análise do solo e foliar Tecchio et al. (2006) obtiveram correlação positiva para Mg e K.

A correlação positiva entre o P da folha e os teores de P nos grãos, apresentando o coeficiente $r=0,49^*$ na amostragem realizada no mês de agosto de 2013 (Tabela 7A), fevereiro de 2014 para P com $r=0,37^*$ (Tabela 9A). A correlação do P pode ser atribuída, á sua maior absorção, sendo armazenadas nas folhas e com translocação para os grãos. Além disso, o P é considerado um nutriente de boa mobilidade, sendo facilmente redistribuído a partir de órgãos mais velhos para órgãos em expansão (LARCHER, 2000; MALAVOLTA, 1980). Sendo o P essencial para a formação de frutos e sementes (RAIJ, 1991).

Em estudo em aveia preta Nakagawa e Rosolem (2005) verificaram a correlação dos teores de macro e micronutrientes nas folhas e grãos, observando correlação positiva apenas para P e Zn. Quanto, variação sazonal dos macronutrientes em uma espécie do cerrado entre nutrientes na folha e grãos, foram observadas correlação positiva apenas para P, mostrando uma eficiência na demanda e armazenamento deste elemento pela planta, no período de amadurecimento dos frutos (LEITÃO e SILVA, 2004).

Houve correlação positiva entre Mn da folha e o Mn nos grãos com coeficientes de $r=0,79^{**}$ na amostragem realizada no mês de agosto de 2013 (Tabela 7A), novembro de 2013 o Mn com coeficiente de $r=0,66^{**}$ (Tabela 8A), maio de 2014 Mn com $r=0,50^{**}$ entre teor nas folhas e nos grãos (Tabela 10A). As correlações positivas nestas épocas podem ser atribuídas através da translocação dos elementos das folhas para os grãos. Estes resultados podem estar relacionado com o pH do solo, atividade microbiana, disponibilidade de S e o teor de matéria orgânica influenciam na disponibilidade de Mn na solução do solo, relata Malavolta et al. (1997), e conseqüentemente maior absorção neste nutriente pela planta.

Observou-se correlação negativa entre B na folha e o B nos grãos com coeficiente $r=-0,36^*$ na amostragem realizada em novembro de 2013 (Tabela 8A). Segundo Obertli (1994) afirma que o B não está distribuído homogeneamente nas plantas, mas acumulado em áreas marginais, topos de folhas e entre nervuras, sendo translocado com a corrente de transpiração. Este comportamento poder ser explicado em parte pela taxa de transpiração afeta grandemente o transporte de B dentro das folhas e sua distribuição para outros órgãos. Sendo que B tem grande importância no período produtivo (MARSCHNER, 1995).

A correlação negativa do Zn entre teores na folha e nos grãos com coeficiente $r=-0,37^*$ no mês de novembro de 2013 (Tabela 8A), maio de 2014 com coeficiente $r=-0,35^*$ na (Tabela 9A). Este resultado mostra que o teor nos grãos foi independente dos teores nas folhas. Sendo que a translocação do Zn a partir das folhas mais velhas, depender do estado nutricional das plantas (ROSOLEM e FRANCO, 2000). Segundo Rosolem e Franco (2000) em milho, com aumento do teor nas folhas de Zn, houve maior translocação para os órgãos de crescimento da cultura.

Na amostragem realizada em maio de 2014 o coeficiente de correlação foi positivo para K entre teores nas folhas e nos grãos com coeficiente de $r=0,42^{**}$ (Tabela 10A). É um elemento altamente móvel no floema, sendo redistribuídos das folhas para órgãos mais novos

(SCHUMACHER et al.,2003). Maiores quantidades de frutos podem promover maior remobilização e translocação de N e K das folhas para órgãos reprodutivos (LAVIOLA et al.,2006).

A correlação negativa do Mg entre os teores nas folhas e grãos com coeficiente $r=-0,38^*$ realizada amostragem em maio de 2014 (Tabela 10A). Entretanto, o Mg é mais abundante nos tecidos novos, translocados pelo floema, com maiores concentrações em órgãos de crescimento e reprodutores como os grãos. Tecchio et al. (2006) verificaram em vinhedos os teores de Ca e Mg nas folhas e pecíolo, coletadas durante a maturação das bagas correlacionaram-se negativamente com a produtividade. Quanto ao estudo de Mg em café Silva et al. (2009) verificaram uma correlação negativa com teor de Mg foliar com a produtividade do cafeeiro.

Observou-se correlação negativa para S com $r=-0,53^{**}$ entre o teor nas folhas e os grãos (Tabela 10A). Em relação os frutos, a variação do teor do nutriente está associada ao seu desenvolvimento. As concentrações de S aumentaram no início, diminuíram e voltaram a crescer na fase final de maturação dos frutos em cafeeiro (CHAVES e SARRUGE, 1984).

Com base nos resultados obtidos, para os nutrientes em que não houve correlação significativa entre o teor na folha e nos grãos, pode ser explicada pelo fato deste ser pouco móvel na planta (PETERSON et al., 1974; MALAVOLTA et al., 1989).

O N e o K foram os nutrientes exportados em maiores quantidades pelos frutos (Tabela 7). Castro et al.(1975) observaram em guaranazeiro a ordem de exportação para os frutos $N>K>P>Mg>S$. Em guaranazeiro Cravo et al. (1999) avaliaram a exportação de nutrientes com maiores quantidades de N e K nos frutos. Em estudos em cafeeiros Valarini et al. (2005) pesquisaram macronutrientes em cultivares de café arábica, verificaram maiores quantidades de N, P, Mg e S em grãos.

Tabela 7. Quantidade de nutrientes exportados por grãos frescos de guaraná com uma produtividade média de 4,84 kg /planta.

N	P	K	Ca	Mg	S
1248,95	11,26	38,93	18,82	13,32	6,19
		g/planta			
93,33	0,84	2,90	1,40	0,99	0,46
		%			
B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		g/planta			
0,027	0,035	0,147	0,095	0,122	
		%			
0,002	0,003	0,01	0,007	0,009	

Os micronutrientes o Fe e Zn foram exportados em maiores quantidades pelos frutos. O Fe é importante na biossíntese de clorofila e atua na constituição e ativação de importantes enzimas fotossintéticas (PRADO, 2008). Com maior exportação desse nutriente, o Fe poder está associado no processo fotossintético e pigmentação nas folhas e frutos (ALMEIDA et al., 2014). A concentração de Zn está associada a varias enzimas e auxina (ALMEIDA et al.,2014).

Observa-se na Tabela 7 com relação aos macronutrientes, a exportação pelos frutos, por ocasião da colheita, foi na ordem de N>K>Ca>Mg>P>S e para os micronutrientes Fe>Zn>Mn>Cu>B. Existe uma forte demanda de N durante o ciclo produtivo das culturas, para otimizar os processos bioquímicos na planta, especialmente a fotossíntese, e suprir o forte dreno de proteína das sementes (MARSCHER, 1995). O K e o segundo maior nutriente exportado pelos frutos, poder ser provável pelo papel que este nutriente desempenha no transporte de sólidos solúveis, e a manutenção do elevado conteúdo d'água do fruto (MARSCHER,1995).

Quanto aos micronutrientes Cravo et al. (1999) relataram a ordem de exportação dos nutrientes pela colheita do guaranazeiro Fe>Mn>Zn>Cu>B, sendo esta sequência divergente a observada neste estudo. Em estudos na acerola foram observados a exportação de macro e

micronutrientes com a sequência de K>N>P>Mg>Ca>S>Fe>Zn>Mn>Cu por tonelada de frutos frescos (LIMA et al., 2008).

4.4 Conclusões

1. Houve correlação entre os teores do solo e folhas, apenas na amostragem realizada em fevereiro de 2014 para P e Cu.
2. A correlação entre o teor nas folhas e grãos foi maior nas amostragens realizada em novembro de 2013 e maio de 2014.
3. A exportação de nutrientes em grãos frescos de guaranazeiro foi na ordem decrescente de N>K>Ca>Mg>P>S>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

4.5 Referências

- ALMEIDA, E. I. B.; NÓBREGA, G. N.; CORRÊA, M. C. M. de.; PINHEIRO, E. A. R.; ARAUJO, N. A. Crescimento e marcha de absorção de micronutrientes para a cultivar de melancia Crimson Sete. **Revista Agroambiente**, v. 8, n. 1, p. 74-80, 2014.
- ANDRADE, L.R.M. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semi-perenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, R. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 317 -366, 2004.
- ATROCH, A. L. NASCIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V. de.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Predição de valores genéticos na fase juvenil de progênies de meios irmãos de guaranazeiro. **Revista Ciências Agrárias**. v.54, n.1, p.73-79, 2011.
- CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; AGUIAR, A. V. M. Exportação de nutrientes por frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função da adubação mineral. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 3, p. 38-41, 2010.
- CARVALHO, A. J. C. DE.; MONNERAT, P. H.; MARTINS, D. P.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. da. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.121-127, 2002.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill,. 1988. 424p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP,. 2000. 588 p.
- CASTRO, A. M. G. de.; SARRUGE, J. R.; RIBEIRO, O. C. Extração e exportação de macronutrientes por frutos de guaraná (*paullinia cupana var. sorbilis*) no município de maués-AM. **Anais da E.S.A.** “Luiz de Queiroz”, v.32, p. 609-614, 1975.
- CAVALCANTE, L. F. et al. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.35, n.2, p.176-191, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Conjuntura mensal: Guaraná**. Brasília, DF, p.4, 2013.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.
- CHAVES, J. C. D.; SARRUGE, J. R. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.19, n.4, p.421-432, 1984.

CRAVO, M. S. da.; ATROCH, A. L.; MACÊDO, J. L. V. de.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do.; LIMA, L. P.; RIBEIRO, J. R. C.; **Exportação de nutrientes pela colheita de guaraná.** PA/43, p.1-3, 1999 (Embrapa Amazônia Ocidental, Pesquisa em Andamento 43).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. Brasília. 2009, 627p.

GUIMARÃES, J. C.; REISSMANN, C. B.; MOTTA, A. C. V.; GAIAD, S.; OLIVEIRA, E. B. de.; STURION, J. A. Relação de Zn, Fe, Cu e Mn entre solo e progênes de erva-mate. **Cerne**, v. 20, n. 2, p. 285-292, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE.** 2015. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br.> Acessado em 19/05/2015.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS-IPAAM. **Estudo Prévio de Impacto Ambiental.** 2012, p.46 -179.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos, RiMa Artes e Textos, 2000, 531 p.

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**, v. 22, n.3, p. 33-47, 2006.

LEITÃO, A. C.; SILVA, O. A. Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea de cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 55, n. 84, p. 127-36, 2004.

LIMA, R. L. S. de.; FERREIRA, G. B.; CAZETTA, J. O.; WEBER, O. B.; SIQUEIRA, D. L. de.; PAIVA, J. R. de. Exportação de nutrientes minerais por frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v.30, n.3, p. 806-811, 2008.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de planta.** São Paulo: Agronômica Ceres. 1980, 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. New York, Academic Press, 1995. 889p.

MCBRIDE, M. B.; SAUVE, S.; HENDERSHOT, W. Solubility control of Cu, Zn, Cd and in contaminated soils. **European Journal of Soil Science.** v.48, p.379-386, 1997.

MEDEIROS, A.A.de., AMORIM, J.R.A. de., SILVA, D.J., GUEDES, F.X., GUERRA, A.G., DANTAS, J.A. **Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado no Rio Grande do Norte.** Natal-RN. 2005. EMPARN (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – ISSN 0101-2975),

MESQUITA, E. F. de.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, P. C. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro Baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.1, p. 66-76, 2010.

NASCIMENTO, C. W. A.; FONTES, R. L. F.; MELICIO, A. C. F. D. Copper availability as related to soil copper fractions in oxisols under liming. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.167-173, 2003.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A. Teores de nutrientes na folha e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.441-445, 2005.

OBERTLI, J.J. Non-homogeneity of boron distribution in plants and consequences for foliar diagnosis. **Communications in soil science and plant analysis**. v.25, n.7-8, p.1133- 47, 1994.

PEGORARO, R. F.; SOUZA, B. A. M. de.; MAIA, V. M.; SILVA, D. F.da.; MEDEIROS, A. C.; SAMPAIO, R. A. Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'vitória' pineapple plant. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 38, p.896-904, 2014.

PETERSON, D.M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Elemental composition of developing oat plants. **Crop Science**. v.14, n.5, p. 735-739, 1974.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas:** apostila. Jaboticabal: FCAV, 2007. 34p.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: UNESP/FUNESP, 2008, 408 p.

PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; VALE, D. W. Resposta da aveia preta à aplicação de fósforo sob duas doses de nitrogênio em condições de casa de vegetação. **Acta Scientiarum**. v. 28, n. 4, p. 527-533, 2006.

RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Piracicaba, Ceres, Potafos, 343p. 1991.

ROSOLEM, C. A.; FRANCO, G. R. Translocação de zinco e crescimento radicular em milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p.807-814, 2000.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M. de.; NATALE, W. ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A. de.; SILVA, S. H. M. G. da. Produção de mudas de caramboleiras 'b-10' e 'golden star': ii - marcha de absorção e acúmulo de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1308-1321, 2011.

SILVA, A. R. da.; ANDRADE, J. M. V. de. Correlações entre os teores de nutrientes nas folhas do arroz e rendimento em latossolo vermelho-amarelo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.22, p.153-162, 1987.

SILVA, S. A. de.; LIMA, J. S. L. de.; TEXEIRA, M. M. Variabilidade espacial da produtividade e teores de macronutrientes nas folhas de duas variedades de café arábica. **Engenharia na agricultura**, viçosa, v.17 n.5, p.337-345, 2009.

SILVEIRA, M. L. A.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C.; CAMARGO, O. A. Energia livre da reação de adsorção de cobre em latossolos ácidos. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1117-1122, 1999.

SHUMACHER, M. V.; BRUN, J. E.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. dos. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.791-798, 2003.

TECCHIO, M. A.; PAIOLI-PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; FILHO, H. G.; CORRÊA, J. C.; VIEIRA, C. R. Y. I.; Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada. **Ciência agrotecnologia**. v.30, p.1056-1064, 2006.

VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, v. 64, n.4, p. 661-672, 2005.

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo da análise de variância dos teores de macro e micronutrientes em folhas de plantas de guaranazeiro colhidos nas posições no ramo (primeiro, médio, final), posição do folíolo (1°, 2°, 3, 4°, 5°) em diferentes épocas (agosto/2013, novembro/2013, fevereiro/2014 e maio/2014).

	Quadrado Médio											
	GL	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	9,69 ^{ns}	1,43 [*]	8,96 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,29 ^{ns}	259,3 ^{ns}	99,37 ^{ns}	535,4 ^{ns}	52240,7 [*]	56,52 ^{ns}
Ramo (a)	2	290,0 ^{**}	6,74 ^{**}	161,3 ^{**}	10,24 [*]	16,71 ^{**}	5,01 ^{**}	216,3 ^{ns}	148,4 ^{ns}	340,5 ^{ns}	132476,3 ^{**}	37,17 ^{ns}
Resíduo	6	5,45	0,25	8,56	1,04	0,18	0,44	64,60	110,2	196,1	7524,2	101,6
Folíolo(b)	4	2,55 ^{ns}	0,37 ^{**}	35,47 ^{**}	1,80 ^{ns}	1,72 ^{**}	0,56 ^{**}	138,1 ^{**}	79,87 ^{ns}	280,8 ^{ns}	17909,9 ^{**}	79,11 [*]
Int. axb	8	35,62 ^{**}	0,32 ^{**}	57,79 ^{**}	19,03 ^{**}	0,71 ^{**}	0,89 ^{**}	259,2 ^{**}	50,69 ^{ns}	163,8 ^{ns}	35692,7 ^{**}	58,33 ^{ns}
Resíduo	36	3,56	0,04	1,76	0,86	0,06	0,11	33,39	56,25	445,1	1449,3	27,94
Época	3	0,17 ^{ns}	0,06 ^{**}	4,26 ^{**}	0,19 ^{ns}	0,15 ^{**}	0,07 ^{ns}	34,82 [*]	15,28 ^{ns}	1213,9 [*]	2736,7 ^{**}	10,64 ^{ns}
Int. axc	6	2,38 [*]	0,01 ^{ns}	3,09 ^{**}	1,68 ^{**}	0,05 ^{**}	0,07 [*]	9,27 ^{ns}	21,08 ^{ns}	227,0 ^{ns}	2690,7 ^{**}	24,43 [*]
Int. bxc	12	2,59 ^{**}	0,02 ^{ns}	6,73 ^{**}	2,89 ^{**}	0,05 ^{**}	0,12 ^{**}	56,04 ^{**}	19,36 ^{ns}	700,0 ^{ns}	4892,6 ^{**}	19,29 [*]
Int. axbxc	24	3,45 ^{**}	0,02 [*]	7,73 ^{**}	2,08 ^{**}	0,09 ^{**}	0,09 ^{**}	22,80 ^{**}	15,88 ^{ns}	191,88 [*]	2886,6 ^{**}	9,35 ^{ns}
Resíduo	135	1,08	0,01	0,77	0,19	0,01	0,02	11,76	19,02	390,06	394,0	10,07
CV(a)%		7,48	23,67	24,61	17,36	20,38	30,86	28,65	173,07	30,92	53,78	35,15
CV(b) %		6,05	10,13	11,18	15,84	12,30	15,55	20,60	123,64	46,58	23,61	18,43
CV(c) %		3,35	5,52	7,42	7,44	5,76	7,83	12,23	71,91	43,61	12,31	11,06

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 2A. Desdobramento do resumo da análise de variância dos teores de macro e micronutrientes em folhas de plantas de guaranzeiro colhidos nas posições no ramo (inicial, médio, final) e posição do folíolo (1°, 2°, 3, 4°, 5°), nas épocas de agosto de 2013, novembro de 2013, fevereiro de 2014 e maio de 2014.

Agosto/13												
Quadrado Médio												
GL	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Blocos	3	30,19 ^{***}	1,11 [*]	14,31 [*]	3,07 ^{ns}	1,34 [*]	40,8 ^{ns}	3,59 ^{ns}	78,8 ^{ns}	35277,95 ^{**}	38,56 ^{ns}	
Ramo (a)	2	38,82 ^{**}	0,14 ^{ns}	78,06 ^{**}	13,94 [*]	0,03 ^{ns}	11,79 ^{ns}	2,32 ^{ns}	843,86 ^{**}	612,99 ^{ns}	31,46 ^{ns}	
Resíduo	6	1,37	0,12	1,61	1,93	0,15	20,39	0,78	69,38	3591,81	10,94	
Folíolo(b)	4	1,51 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,88 ^{**}	0,020 ^{ns}	13,38 ^{ns}	0,21 ^{ns}	99,60 ^{ns}	611,07 [*]	6,81 ^{ns}	
Int. axb	8	0,58 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,20 [*]	0,053 ^{ns}	0,018 ^{ns}	3,97 ^{ns}	0,05 ^{ns}	88,58 ^{ns}	68,37 ^{ns}	1,97 ^{ns}	
Resíduo	36	1,22	0,007	1,10	0,19	0,008	0,057	0,10	50,13	186,93	2,90	
CV(a)%		3,67	19,17	8,47	23,43	19,67	16,44	17,29	65,21	29,48	12,19	
CV(b)%		3,48	4,64	7,00	7,47	5,24	10,13	10,42	15,62	6,73	6,28	
Novembro/13												
Quadrado Médio												
GL	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Blocos	3	3,97 ^{ns}	0,62 [*]	5,07 ^{ns}	2,73 ^{ns}	0,42 ^{**}	164,61 ^{**}	1,87 ^{ns}	123,58 ^{ns}	24479,7 ^{**}	38,56 ^{ns}	
Ramo (a)	2	67,87 ^{**}	0,34 ^{ns}	33,41 ^{**}	0,78 ^{ns}	0,34 [*]	111,94 [*]	0,18 ^{ns}	699,81 ^{**}	735,98 ^{ns}	31,46 ^{ns}	
Resíduo	6	1,96	0,10	2,39	0,77	0,03	13,34	0,17	40,39	2319,1	10,94	
Folíolo(b)	4	1,78 [*]	0,005 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,80 ^{**}	0,06 ^{**}	9,10 ^{ns}	0,16 ^{ns}	20,20 ^{ns}	1183,2 [*]	6,81 ^{ns}	
Int. axb	8	0,67 ^{ns}	0,023 [*]	1,68 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,004 ^{ns}	5,52 ^{ns}	0,21 ^{ns}	53,40 ^{ns}	129,30 ^{ns}	1,97 ^{ns}	
Resíduo	36	0,50	0,009	1,03	0,15	0,005	0,01	0,19	27,62	320,31	2,90	
CV(a)%		4,71	11,07	14,08	10,74	6,21	5,29	11,05	13,30	21,49	12,19	
CV(b)%		2,39	3,34	9,27	4,75	2,43	3,01	9,23	11,00	7,99	6,28	
Fevereiro/14												
Quadrado Médio												
GL	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Blocos	3	9,91 ^{ns}	0,26 ^{**}	2,76 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,22 [*]	31,40 ^{ns}	1,15 ^{ns}	574,3 ^{ns}	3364,5 ^{ns}	43,24 ^{ns}	
Ramo (a)	2	10,94 ^{ns}	0,03 ^{ns}	2,97 ^{ns}	21,37 ^{**}	0,90 [*]	374,4 [*]	1,95 ^{ns}	346,9 ^{ns}	12808,8 [*]	8,87 ^{ns}	
Resíduo	6	3,82	0,03	0,58	1,45	0,11	38,51	0,77	1131,7	1804,62	10,00	
Folíolo(b)	4	2,75 [*]	0,008 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,61 ^{**}	0,13 ^{**}	20,78 ^{ns}	0,58 ^{ns}	594,40 ^{ns}	567,26 ^{**}	11,55 ^{**}	
Int. axb	8	0,62 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,06 ^{**}	0,27 ^{ns}	0,01 ^{ns}	13,85 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1113,4 ^{ns}	197,75 ^{ns}	3,06 ^{ns}	
Resíduo	36	0,87	0,01	0,34	0,19	0,01	12,77	0,49	1105,4	107,15	2,86	
CV(a)%		6,36	8,19	6,32	24,49	17,54	11,19	26,38	75,84	49,17	11,00	
CV(b)%		3,05	4,18	4,81	9,04	6,38	6,25	15,20	74,96	11,98	5,89	
Maio/14												
Quadrado Médio												
GL	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Blocos	3	2,75 ^{ns}	0,06 ^{ns}	9,04 ^{**}	0,69 ^{ns}	0,30 ^{**}	284,8 [*]	432,5 ^{ns}	330,2 ^{ns}	5967,3 ^{ns}	206,2 ^{ns}	
Ramo (a)	2	16,13 [*]	0,02 ^{ns}	0,88 ^{ns}	3,37 [*]	0,64 ^{**}	67,42 ^{ns}	201,7 ^{ns}	283,16 ^{ns}	2601,1 ^{ns}	88,05 ^{ns}	
Resíduo	6	2,18	0,03	1,48	0,37	0,02	58,97	177,27	448,7	2323,6	61,94	
Folíolo(b)	4	0,86 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,80 ^{**}	0,05 ^{ns}	11,26 ^{ns}	78,48 ^{ns}	181,17 ^{ns}	399,73 ^{ns}	28,69 ^{ns}	
Int. axb	8	1,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	14,82 ^{ns}	84,12 ^{ns}	367,5 ^{ns}	584,08 ^{ns}	37,21 ^{ns}	
Resíduo	36	1,29	0,01	0,76	0,06	0,02	15,06	87,02	428,4	489,53	38,54	
CV(a)%		4,42	7,66	11,71	11,18	5,31	8,91	163,20	47,41	36,43	28,34	
CV(b)%		3,40	4,58	8,39	4,57	5,06	5,73	114,35	46,31	16,72	22,35	

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 3A. Coeficiente de correlação linear entre atributos químicas do solo e os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro na amostragem no mês de agosto de 2013 período de florescimento.

Solo	Folha									
	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P	0,85 ^{ns}									
K		0,20 ^{ns}								
Ca			0,008 ^{ns}							
Mg				0,56 ^{ns}						
S					-0,61 ^{ns}					
B						-				
						0,03 ^{ns}				
Cu							-			
							0,65 ^{ns}			
Fe								0,91 ^{ns}		
Mn									0,92 ^{ns}	
Zn										-0,18 ^{ns}

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 4A. Coeficiente de correlação linear entre atributos químicas do solo e os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro na amostragem no mês de novembro de 2013 período de frutificação.

Solo	Folha									
	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P	0,58 ^{ns}									
K		-0,70 ^{ns}								
Ca			-0,10 ^{ns}							
Mg				0,76 ^{ns}						
S					-0,61 ^{ns}					
B						0,02 ^{ns}				
Cu							0,87 ^{ns}			
Fe								-0,83 ^{ns}		
Mn									-0,84 ^{ns}	
Zn										-0,92 ^{ns}

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade

Tabela 5A. Coeficiente de correlação linear entre atributos químicas do solo e os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro na amostragem no mês de fevereiro de 2014 período vegetativo.

Solo	Folha									
	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P	0,99 ^{**}									
K		-0,10 ^{ns}								
Ca			0,68 ^{ns}							
Mg				0,50 ^{ns}						
S					0,65 ^{ns}					
B						0,90 ^{ns}				
Cu							0,98 [*]			
Fe								0,73 ^{ns}		
Mn									0,75 ^{ns}	
Zn										-0,54 ^{ns}

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 6A. Coeficiente de correlação linear entre atributos químicas do solo e os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro na amostragem no mês de maio de 2014 período vegetativo.

Solo	Folha									
	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P	0,50 ^{ns}									
K		-0,75 ^{ns}								
Ca			-0,84 ^{ns}							
Mg				0,04 ^{ns}						
S					-0,03 ^{ns}					
B						0,88 ^{ns}				
Cu							0,08 ^{ns}			
Fe								0,58 ^{ns}		
Mn									0,87 ^{ns}	
Zn										0,82 ^{ns}

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 7A. Coeficiente de correlação linear entre os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro e os teores dos nutrientes nos grãos na amostragem no mês de agosto de 2013.

Folha	Grãos										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	-0,03 ^{ns}										
P		0,49 [*]									
K			-0,01 ^{ns}								
Ca				0,26 ^{ns}							
Mg					0,02 ^{ns}						
S						-0,30 ^{ns}					
B							-0,03 ^{ns}				
Cu								-0,09 ^{ns}			
Fe									-0,10 ^{ns}		
Mn										0,79 ^{**}	
Zn											-0,23 ^{ns}

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 8A. Coeficiente de correlação linear entre os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro e os teores dos nutrientes nos grãos na amostragem no mês de novembro de 2013.

Folha	Grãos										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	0,05 ^{ns}										
P		0,07 ^{ns}									
K			0,22 ^{ns}								
Ca				0,23 ^{ns}							
Mg					0,21 ^{ns}						
S						0,04 ^{ns}					
B							-0,36 [*]				
Cu								0,29 ^{ns}			
Fe									-0,13 ^{ns}		
Mn										0,66 ^{**}	
Zn											-0,37 [*]

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 9A. Coeficiente de correlação linear entre os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro e os teores dos nutrientes nos grãos no mês de fevereiro de 2014.

Folha	Grãos											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
N	-0,09 ^{ns}											
P		0,37 [*]										
K			-0,29 ^{ns}									
Ca				-0,07 ^{ns}								
Mg					-0,12 ^{ns}							
S						-0,24 ^{ns}						
B							0,16 ^{ns}					
Cu								-0,27 ^{ns}				
Fe									-0,06 ^{ns}			
Mn										0,19 ^{ns}		
Zn												-0,35 [*]

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 10A. Coeficiente de correlação linear entre os teores de macro e micronutrientes nas folhas do guaranazeiro e os teores dos nutrientes nos grãos na amostragem no mês de maio de 2014.

Folha	Grãos											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
N	-0,11 ^{ns}											
P		0,14 ^{ns}										
K			0,42 ^{**}									
Ca				0,13 ^{ns}								
Mg					-0,38 [*]							
S						-0,53 ^{**}						
B							-0,16 ^{ns}					
Cu								0,16 ^{ns}				
Fe									-0,10 ^{ns}			
Mn										0,50 ^{**}		
Zn												0,06 ^{ns}

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.