

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL

DANIELLY DUBBERSTEIN

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE
NUTRIENTES EM *COFFEA CANEPHORA* NA
AMAZÔNIA OCIDENTAL**

São Mateus, ES

Fevereiro de 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE
NUTRIENTES EM *COFFEA CANEPHORA* NA
AMAZÔNIA OCIDENTAL**

DANIELLY DUBBERSTEIN

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Partelli

São Mateus, ES

Fevereiro de 2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Divisão de Biblioteca Setorial do CEUNES - BC, ES, Brasil)

D813c Dubberstein, Danielly, 1989-
Crescimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em *Coffea canephora* na Amazônia Ocidental / Danielly Dubberstein. – 2015.
86 f. : il.

Orientador: Fábio Luiz Partelli
Coorientador: Jairo Rafael Machado Dias
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. *Coffea canephora*. 2. Crescimento. 3. Análise foliar. 4.
Reprodução. 5. Adubação. I. Partelli, Fábio Luiz. II. Dias, Jairo
Rafael Machado. II. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

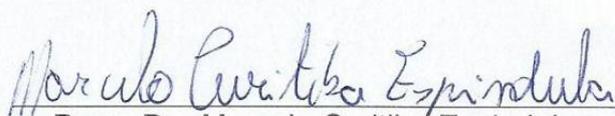
CDU: 63

CRESCIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COFFEA CANEPHORA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

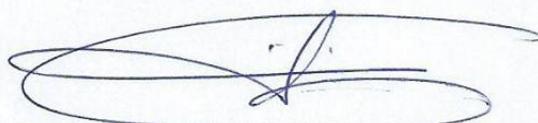
DANIELLY DUBBERSTEIN

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 24 de fevereiro de 2015.



Pesq. Dr. Marcelo Curitiba Espindola
EMBRAPA
(Membro Externo)



Prof. Dr. Jairo Rafael Machado Dias
Universidade Federal de Rondônia
(Membro Externo/Co-orientador)



Prof. Dr. Fabio Luiz Partelli
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Dedicatória

Dedico a minha família, em especial ao meu pai Vantuir e minha mãe Nilva que são exemplos de amor e dedicação, tudo que eu sou ou pretendo ser é resultado da educação e ensinamentos a mim passados. Ao meu lindo sobrinho Iago, e ao meu querido irmão Rubéns Fábio e minha cunhada Adma. Meu amor por vocês é incondicional e infinito.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por estar ao meu lado me protegendo, me guiando, me guardando. Por nunca me abandonar.

À Universidade Federal do Espírito Santo, em específico ao Centro Universitário Norte do Espírito Santo pela oportunidade de cursar mestrado e realizar parte do sonho de obtenção dos títulos de pós-graduação.

A Capes (Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior) pelo apoio financeiro com fornecimento da bolsa estudantil.

A minha família que nunca me impediu de correr atrás dos meus objetivos e me apoiou mesmo quando era necessário se distanciar causando sofrimento e saudade. Que sempre se dedicaram ao trabalho árduo do campo para buscar o melhor para mim e meu irmão, onde inúmeras vezes deixaram de atender a desejos próprios para atender as nossas necessidades. Obrigado pai e mãe pelo amor dado a mim incondicionalmente e prometo que irei retribuir a altura de vocês toda essa dedicação e esmero. Ao meu sobrinho Iago que mesmo sem entender por que eu estudo tanto e minha “faculdade nunca acaba” (pois ainda não tem entendimento quanto aos níveis de pós-graduação) possui em seu coração o amor mais puro e sincero que já vivenciei. A tia ama infinitamente! Aos demais familiares, tios, tias, avós e primos que me apoiaram e contribuíram de alguma forma minha mais sincera gratidão.

Aos meus orientadores Fábio Luiz Partelli (orientador) e Jairo Rafael Machado Dias (co-orientador). Professor Fábio obrigado por aceitar o desafio de me orientar mesmo sem me conhecer, pela confiança, pelos ensinamentos, pela paciência e dedicação. Almejo que a nossa amizade e parceria perdurem após o mestrado. Professor Jairo, meu principal incentivador desde a graduação, não sei ao certo se ele viu potencial em mim realmente, mas hoje vejo que através dos seus incentivos e puxões de orelha escolhi o caminho certo a trilhar, por isso lhe sou eternamente agradecida.

As novas amizades feitas no mestrado apesar do convívio não ter sido muito longo, mas são pessoas especiais que jamais esquecerei. Obrigada Hermínia Barbosa, Joel Cardoso Filho, Paulo Ribeiro, Fabrício Moulin, Alessandra Ferreira,

Luciene Laurett, Humberto Celanti, Oziel Monção, Daniela Brandão, Paula Oliveira e Aline Francisco pelos momentos de descontração e parceria.

Aos professores do PPGAT Rodrigo Sobreira Alexandre, Robson Bonomo, Edney Leandro da Vitória, Antelmo Falqueto e Edilson Romais Schmidt pelos ensinamentos passados através de suas disciplinas.

A Embrapa Rondônia pela disponibilização de estrutura física e recursos humanos e ao Consórcio Pesquisa Café pelo apoio na aquisição de materiais e reagentes necessários para realização das análises laboratoriais, em especial ao pesquisador Dr. Marcelo Curitiba Espíndula que foi essencial nesta etapa, sempre esteve disposto a ajudar. Bem como, os técnicos do Laboratório de solos a Dona Ademilde Aparecida Damascena, Hosana Carvalho Da Silva e Valdemar Carvalho Da Silva.

A família do Alcino Dubberstein e Rutinéia Jaraceski que me acolheram calorosamente em suas residências em Porto Velho durante período que realizei as análises na Embrapa.

Aos meus importantes colaboradores Ronaldo Willian da Silva, Edilaine Istéfani Franklin Transpadini, Danilo Diego dos Santos Coelho, Cleyton Gonçalves Domingues e Raquel Schmidt que me auxiliaram durante todo período do experimento na coleta dos dados. Vocês foram essenciais nesta etapa!

Ao cafeicultor Ronildo Berger por ceder sua propriedade para realização da pesquisa. E aos demais que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização do mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. CAPÍTULOS.....	4
2.1 CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CAFEIEIRO EM DISTINTOS MANEJO DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL.....	4
Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e métodos.....	9
Resultados e discussão.....	11
Conclusões.....	19
Referências bibliográficas.....	19
2.2 CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CAFEIROS EM DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL.....	23
Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e métodos.....	27
Resultados e discussão.....	30
Conclusões.....	44
Referências bibliográficas.....	44
2.3 MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM CAFEIEIRO EM DISTINTO MANEJO DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL.....	48
Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e métodos.....	52
Resultados e discussão.....	55
Conclusões.....	67
Referências bibliográficas.....	67
3. CONCLUSÕES GERAIS.....	70
Referências bibliográficas.....	71

RESUMO

DUBBERSTEIN, Danielly; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Fevereiro de 2015; Crescimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em *Coffea canephora* na Amazônia Ocidental; Orientador: Fábio Luiz Partelli, Co-orientador: Jairo Rafael Machado Dias.

Objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo de ramos, a concentração e acúmulo de nutrientes em frutos e folhas de cafeeiro sob distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental. O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, Rondônia, em lavoura propagada por estacas com 2,5 anos de idade. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados em esquema de parcela subdividida no tempo, com três repetições. A parcela principal foi constituída por dois manejos de adubação (ausência e presença) e nas subparcelas as épocas de avaliação (mensuração dos ramos e coletas de frutos e folhas). O crescimento dos ramos diferiu em função do manejo da adubação, sendo que no período compreendido entre início de outubro ao início de dezembro ramos de plantas que foram adubadas expressaram taxas de crescimento maior do que ramos de plantas não adubadas. Houve variações sazonais de crescimento ao longo do ano, maiores taxas de crescimento ocorrem de meados de setembro ao início de abril, época caracterizada de estação chuvosa na região. A adubação mineral influi sobre a concentração no fruto, na folha e acúmulo nos frutos para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro e zinco. A concentração para a maioria dos nutrientes nos frutos são maiores no início da formação. E, proporcionalmente menores a partir do desenvolvimento do fruto, excetuando-se o potássio que se comporta de forma distinta, mantendo-se elevado teor no fruto em todos os estádios de desenvolvimento. Já nas folhas, baixas concentrações ocorrem no início da formação do fruto e tende a aumentar posteriormente. Maior parte do acúmulo dos nutrientes nos frutos ocorre nos estádios de expansão, granação e maturação, sugerindo-se maior demanda nutricional neste período.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, análise de crescimento, fases fenológicas, manejo nutricional, acúmulo de nutrientes.

ABSTRACT

Dubberstein, Danielly; M.Sc .; Federal University of Espirito Santo; February 2015; Vegetative growth and accumulation of nutrients in *Coffea canephora* in the Western Amazon; Supervisor: Fabio Luiz Partelli, Co-supervisor: Jairo Rafael Machado Dias.

The objective was to evaluate the vegetative growth of branches, the concentration and accumulation of nutrients in fruits and coffee leaves under different managements of fertilizer in South Western Amazon. The experiment was conducted in Rolim de Moura municipality, Rondônia, in crops propagated by cuttings 2.5 years old. The experimental design was randomized blocks in a split plot scheme in time, with three replications. The main plot consisted of two fertilization managements (absence and presence) and the plots of the evaluation time (measurement of branches and fruit collections and leaves). Branch growth differed depending on fertilization management, and in the period from early October to early December branches of plants that were fertilized expressed growth rates higher than branches of plants not fertilized. There were seasonal changes in growth throughout the year, the highest growth rates occur from mid-September to early April, characterized time of rainy season in the region. The mineral fertilization influences the concentration in the fruit on the sheet and accumulation in fruit for nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, iron and zinc. The concentration for most of the nutrients in the fruit are larger at the start of training. And proportionately lower from the development of the fruit, except for potassium that behaves differently, keeping high content of fruit in all stages of development. Since the leaves, low concentrations occur at the beginning of fruit formation and then tends to increase. Most of the accumulation of nutrients in fruits occurs in the expansion stages of grain formation and maturation, suggesting a higher nutritional demand during this period.

Keywords: *Coffea canephora*, growth analysis, phenological phases, nutritional management

1. INTRODUÇÃO GERAL

Dentro do gênero *Coffea* as espécies *C. arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* (café conilon / robusta) têm maior importância econômica no mercado mundial e brasileiro. O *C. canephora* Pierre é originária das florestas tropicais úmidas, de baixas altitudes e temperaturas mais elevadas que se estendem desde a costa oeste até a região central do continente africano (CHARRIER & BERTHAUD, 1985; DAVIS et al., 2006; 2011), já o *C. arabica* é nativa das florestas tropicais da Etiópia, com altitudes de 1600-2800 m, temperaturas mais amenas e precipitação bem distribuída (SYLVAIN, 1955; DAMATTA & RAMALHO, 2006).

O *C. arabica* quando trazido para o Brasil, mais precisamente ao estado do Pará em 1727 da Guiana Francesa pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta encontrou condições favoráveis para seu cultivo, bem como quando introduzido o *C. canephora*, se difundindo com o passar dos anos para os demais estados, tornando-se cultura chave na economia e exportação do país. Atualmente ocupa papel de elevada importância na agricultura e na economia brasileira, sendo o maior produtor e exportador deste produto (ABIC, 2015).

No Brasil atualmente são cultivadas as duas espécies em grande escala, sendo que do total produzido a proporção de 73% correspondente ao café arábica e 27% advêm do café conilon/robusta. O estado do Espírito Santo, Rondônia e Bahia se caracterizam como os maiores produtores de *C. canephora* (CONAB, 2015). No contexto mundial, o Brasil se configura como segundo maior produtor desta espécie, atrás somente do Vietnã.

A introdução desta cultura no Estado de Rondônia ocorreu no início da década de 1970 levados pelos pequenos e médios agricultores que migravam do Espírito Santo em busca de condições melhores. Atualmente se caracteriza como uma cultura amplamente difundida no Estado, compondo uma das principais fontes de renda de inúmeras famílias da zona rural (MARCOLAN et al., 2009).

A espécie *C. canephora* é cultivada predominantemente no Estado, no entanto o cultivo das variedades Conilon, Robusta, Guarini e Apatã originaram híbridos intraespecíficos em virtude da característica de fecundação cruzada desta espécie (DIAS et al., 2015). Esses híbridos compõem um parque cafeeiro de 98.486 hectares plantados. A produção para 2014 foi de 1.477,5 mil sacas, cerca de 8%

acima do volume produzido na safra 2013 (1.357 mil sacas). A produtividade cresceu 30,2%, passando de 13,2 sc/ha, para 17,18 sacas em 2014. Com esta produção o Estado se posiciona como o quinto maior produtor de café em nível nacional e o segundo da espécie *C. canephora* (CONAB, 2014).

Apesar das pequenas melhorias observadas nas últimas safras em virtude da adoção de tratamentos culturais, materiais de propagação clonais e condições climáticas favoráveis, apenas 9% dos produtores rurais adotam essas técnicas, sendo considerado um percentual ainda muito baixo diante da importância da cultura para o Estado (CONAB, 2015, DIAS et al., 2015).

Sabe-se que a adoção de técnica como a adubação mineral do cafeeiro é de extrema importância e um dos principais fatores que contribuem para o crescimento vegetativo e produtividade da mesma, diante da alta exigência nutricional desta cultura (PARTELLI et al., 2014). No entanto, há poucos relatos sobre a necessidade e comportamento de cada nutriente para a planta de café conilon ao longo do seu ciclo vegetativo e reprodutivo, dificultando o manejo adequado da lavoura.

Quanto às épocas de maiores exigências nutricionais do cafeeiro, é visto que a estação chuvosa demanda maiores quantidades de nutrientes, isso ocorre devido às plantas estarem em pleno crescimento vegetativo e concomitantemente ocorre a formação e enchimento dos frutos (PARTELLI et al., 2013, 2014). Entretanto pode haver variações nestes comportamentos em virtude de região, condições climáticas, espécie, época do ano, fases fenológicas, ciclos de maturação, idade da planta, tratamentos culturais, entre outros (LAVIOLA et al., 2006, 2007a,b,c,d,e, 2008; FERREIRA et al., 2013; PARTELLI et al., 2010, 2013, 2014). Cunha & Volpe (2011) relatam que o crescimento do fruto do cafeeiro é altamente dependente de fatores fisiológicos, tratamentos culturais e ambientais. Por isso estudos mais detalhados devem ser realizados para um diagnóstico preciso para melhor compreensão das particularidades da cultura.

Com isso para auxiliar na recomendação de adubação, o diagnóstico do comportamento do crescimento vegetativo dos ramos e dinâmica de nutrientes em frutos e folhas do cafeeiro torna-se importante e útil para cada região produtora de café, permitindo averiguar as épocas de maior demanda nutricional pelo cafeeiro, assim melhorando a eficiência na adubação (LAVIOLA et al., 2007c; PARTELLI et al., 2013, 2014).

Diante da importância do conhecimento dessas características do cafeeiro para melhoria do manejo da cultura, principalmente pertencente à Amazônia Ocidental ainda carente de estudos, objetivou-se determinar o crescimento vegetativo de ramos, as concentrações de nutrientes em folhas e frutos e acúmulo de nutrientes nos frutos de *C. canephora* em distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental.

2. CAPÍTULOS

CAPÍTULO 2.1

CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CAFEIROS EM DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL

CRESCIMENTO VEGETATIVO DE CAFEEIROS SUBMETIDO A DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL

RESUMO

O conhecimento do crescimento vegetativo sazonal do *Coffea canephora* é uma importante ferramenta de auxílio no manejo da cultura. Assim objetivou-se avaliar o comportamento do crescimento vegetativo de ramos de cafeeiro em diferentes manejos de adubação para as condições da Amazônia Sul Ocidental. O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, Rondônia, em lavoura propagada por estacas com 2,5 anos de idade, conduzido em esquema de parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (adubado e não adubado) e nas subparcelas as épocas de avaliação. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental constituiu-se por 11 plantas úteis, sendo marcados em cada planta um ramo plagiotrópico e um ortotrópico em maio e um novo ramo plagiotrópico em dezembro de 2013. As avaliações de crescimento foram mensuradas com trena em intervalo de 14 dias, durante o período avaliativo de 13 meses, totalizando 28 avaliações. A partir dos dados obtidos calculou-se a taxa diária de crescimento vegetativo dos ramos. Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa estatístico Assistat 7.7 beta. As taxas de crescimento foram influenciadas pelo manejo da adubação, sendo que no início de outubro ao início de dezembro ramos de plantas que foram adubadas apresentaram maior crescimento do que ramos de plantas não adubadas. Variações sazonais de crescimento são verificadas ao longo do ano. As maiores taxas de crescimento ocorreram de meados de setembro ao início de abril, por ser este período chuvoso acredita-se ser a principal influência para este comportamento.

Palavras-Chave: *Coffea canephora*, análise de crescimento, variações sazonais, manejo de adubação, reprodução.

COFFEE VEGETATIVE GROWTH UNDER DIFFERENT FERTILIZATION THE MANAGEMENTS IN SOUTH WEST AMAZON

ABSTRACT

Knowledge of seasonal vegetative growth of *Coffea canephora* is an important aid tool in crop management. So the objective was to evaluate the vegetative growth behavior of coffee branches in different managements of fertilizer to the conditions of South West Amazon. The experiment was conducted in Rolim de Moura municipality, Rondônia, in crops propagated by cuttings with 2.5 years of age, conducted in time split plot where the main plots consisted of two fertilization managements (fertilized and not fertilized) and the plots and the evaluation times. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. The experimental plot consisted of 11 useful plants, being marked in each plant one plagitrópico branch and an orthotropic in May and a new plagiotrophical in December 2013. Growth evaluations were measured with a tape in 14-day intervals during the evaluative period of 13 months, totaling 28 reviews. From the data obtained we calculated the daily rate of vegetative growth of the branches. Data were subjected to analysis of variance with the aid of the statistical program Assistat 7.7 beta. The growth rates were influenced by the fertilization management, and in early October to early December branches of plants that were fertilized showed higher growth than branches of plants not fertilized. Growth from seasonal changes are observed throughout the year. The highest growth rates occurred from mid-September to early April, because this rainy season is believed to be the main influence for this behavior.

Keywords: *Coffea canephora*, growth analysis, seasonal variations, fertilizer management, reproduction.

Introdução

No gênero *Coffea* são encontrados pelo menos 124 espécies, no entanto, economicamente *C. arabica* (cafeeiro arábica) e *C. canephora* (cafeeiro robusta ou conilon) são cultivados comercialmente em maior proporção (DAVIS et al., 2011), essas duas espécies juntamente são responsáveis por 99% do total da produção de café no mundo (MORAIS et al., 2012).

O Brasil destaca-se no cenário mundial por ser o maior produtor e exportador de café, a produção é dividida entre arábica e conilon/robusta (73% e 27%). Em 2014 a produção de arábica correspondeu ao montante de 32,11 milhões de sacas e de conilon foi 13,03 milhões de sacas beneficiadas, oriundas de seis principais Estados produtores, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Rondônia e Bahia. Rondônia se caracteriza como segundo maior produtor da espécie *C. canephora* (CONAB, 2014).

O crescimento vegetativo do cafeeiro esta diretamente vinculada à produção da lavoura, pois com alongamento da haste de sustentação (ortotrópico) ocorre à emissão dos novos ramos produtivos (plagiotrópicos), nestes ramos são formadas as novas gemas que darão origem as inflorescências e posteriormente a formação dos frutos de café.

O crescimento vegetativo apresenta periodicidade sazonal, normalmente no período de setembro a abril é apurado e de maio a agosto é retardado (FERREIRA et al., 2013; PARTELLI et al., 2011; 2013). Relata-se que umas das principais causas da sazonalidade de crescimento é o clima, com redução de crescimento em período de baixas temperaturas e deficiência hídrica, e a retomada de crescimento e maiores taxas ocorre quando há temperatura elevadas e disponibilidade hídrica satisfatória (AMARAL et al., 2007; RAMOS et al., 2010).

Além disso, demais fatores como a frutificação (AMARAL et al., 2006), diferente genótipos com ciclos de maturação distintos, idade dos ramos, estado nutricional da planta e manejo da adubação mineral (PARTELLI et al., 2010; 2013), entre outros, agem veementemente sobre o crescimento vegetativo do cafeeiro. Diante da necessidade de compreensão deste fenômeno e suas principais causas, estudos sobre as flutuações sazonais de crescimento do cafeeiro têm sido realizada

nas principais regiões produtoras em cafeeiro arábica (AMARAL et al., 2006; FERREIRA et al., 2013) e conilon (PARTELLI et al., 2010; 2013).

O conhecimento e compreensão do crescimento vegetativo do cafeeiro podem ser utilizados tanto na avaliação do estado fisiológico das plantas, bem como nas práticas de manejo da cultura (PARTELLI et al., 2010), como a adubação mineral, que tem papel essencial no desenvolvimento do cafeeiro devido a sua alta exigência nutricional que advêm tanto da extração, como também da exportação de nutrientes.

O padrão das curvas de absorção de nutrientes durante o ciclo vegetativo e reprodutivo não possuem uniformidade, variando a velocidade de absorção nos diferentes estádios fisiológicos da planta (BRAGANÇA et al., 2007). Com isso atribui-se que a demanda por nutrientes modifica-se ao longo do ano, com períodos mais exigentes e outros menos. Os frutos são responsáveis por boa parte dessa variação, uma vez que durante a fase reprodutiva se tornam os drenos preferências de nutrientes (CANNEL, 1970; AMARAL et al. 2006, 2007), nesta fase as plantas podem realocar nutrientes das folhas para os frutos, a fim de atender a demanda do mesmo, ocasionando redução das taxas de crescimento vegetativo.

Quando a planta encontra-se sob forte frutificação, os frutos do cafeeiro tem capacidade de importar assimilados de outras regiões da planta para si, restringindo o suprimento para os pontos vegetativos, podendo causar total depauperamento da planta (AMARAL et al., 2006). Sendo assim, as quantidades de nutrientes minerais fornecidas para o cafeeiro devem ser suficientes para atender a exigência dos frutos, bem como dos órgãos vegetativos da planta (LAVIOLA et al., 2006, 2008), visando os períodos de maior exigência, ofertando os nutrientes na época ideal e obtendo melhor aproveitamento pela planta.

Diante da importância social e econômica da cafeicultura no Estado de Rondônia e a falta de pesquisas voltadas pra cultura, objetivou-se avaliar o comportamento do crescimento vegetativo de ramos plagiotrópicos e ortotrópico de cafeeiros adubados e não adubados durante treze meses nas condições da Amazônia Sul Ocidental.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Rolim de Moura, localizado na zona da mata do Estado de Rondônia em propriedade particular, com altitude média de 277 metros, latitude de 11° 49' 43"S e longitude 61° 48' 24"O. O clima predominante na região é Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média de 2000 mm ano⁻¹. O período chuvoso está compreendido entre os meses de setembro/outubro até abril. O primeiro trimestre do ano apresenta o maior acúmulo de chuvas. O período mais quente fica compreendido entre os meses de agosto a outubro (SEDAM, 2012).

Os valores médios de temperatura mínima, média, máxima, precipitação foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal do Rondônia localizada no mesmo município e estão dispostos na figura 1.

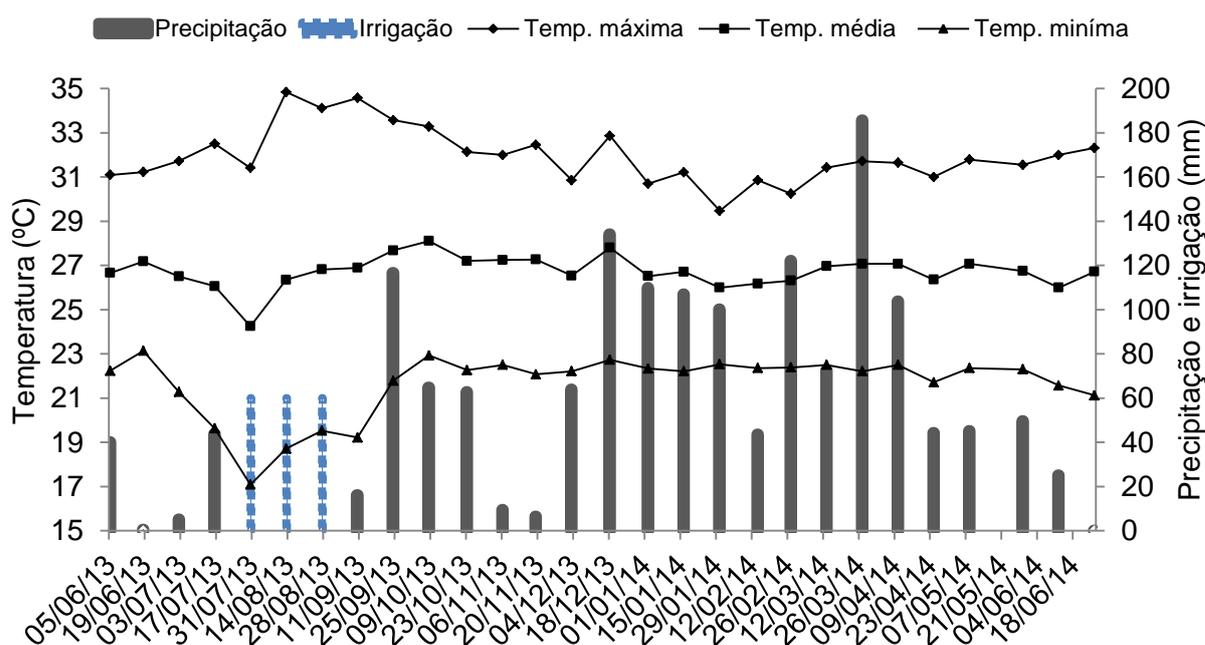


FIGURA 1. Precipitação, irrigação, temperatura mínima, média e máxima ocorridos durante o período da condução do experimento. Rolim de Moura, 2013/2014.

O estudo foi conduzido em lavoura de cafeeiro propagado por estacas, com dois anos e meio de idade, no espaçamento de quatro metros entre linhas e um metro entre plantas (2500 plantas por hectare). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico, textura argilosa (EMBRAPA 2006), com relevo plano, cujas características são apresentadas na tabela 1. Junto ao solo havia

grande quantidade de palha oriunda do beneficiamento do fruto de café reposto após a colheita dos mesmos.

TABELA 1. Resultados da análise química de solo na área experimental em diferentes profundidades.

Amostra	pH em água	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmolc dm ⁻³	Al+H	Al	MO g kg	V %
00-10 cm	7,2	86	19,23	66,1	17,2	18,2	0,0	34,5	85
10-20 cm	6,9	13	5,03	41,8	7,6	24,8	0,0	17,8	69
20-30 cm	7,3	45	8,21	69,7	8,4	11,6	0,0	17,8	87
30-40 cm	6,7	3	6,41	26,2	6,6	16,5	0,0	16,1	70

pH: em H₂O 1:2,5; P e K: Extração: Mehlich 1; Ca e Mg: Extração: KCl 1mol/L; Al+H: Titulação; MO: Método Embrapa.

A adubação do tratamento adubado foi realizada nas doses de 440 kg ha⁻¹ de N, 270 kg ha⁻¹ de K₂O, 9 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 12,5 kg ha⁻¹ de CaO e 6 kg ha⁻¹ de S. O superfosfato simples foi aplicado em uma única vez (12 de julho de 2013), a uréia e cloreto de potássio em quatro parcelamentos (12 de julho e 22 de outubro de 2013, 31 de janeiro e 28 de fevereiro de 2014). Em períodos de estiagem foi realizada a irrigação por meio de aspersão convencional, os valores da lamina de irrigação aplicada estão dispostos na figura 1.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (ausência e presença de adubos) e nas subparcelas constituiu-se as épocas de medições dos ramos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 11 plantas, nestas plantas foram marcados dois ramos, um ortotrópico e outro plagiotrópico no dia 22 de maio de 2013. O ramo ortotrópico foi marcado a partir da base do ramo plagiotrópico escolhido, utilizando como critérios de escolha ramos novos em atividade de crescimento vegetativo. No dia 03 de dezembro de 2013 fez-se a marcação de novo ramo plagiotrópico para ser avaliado, devido à perda de vigor do ramo antigo (PARTELLI et al., 2010).

As mensurações foram feitas com auxílio de trena, medindo da base demarcada até o ápice do ramo, em intervalo de 14 dias. Para o primeiro grupo de ramos o período avaliativo teve duração de 13 meses, com início em maio de 2013 a junho de 2014 totalizando 28 avaliações, o segundo ramo plagiotrópico foi avaliado no período de sete meses, com início em dezembro de 2013 a junho de 2014 totalizando 14 avaliações.

A partir dos dados obtidos calculou-se a taxa diária de crescimento vegetativo dos ramos plagiotrópicos e ortotrópico. Os dados foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico Assistat 7.7 beta e a confecção dos gráficos foram realizadas em planilha eletrônica.

Resultados e discussão

Pela análise de variância evidencia-se que os manejos de adubação empregados influenciaram no crescimento vegetativo dos ramos ortotrópico e 1º plagiotrópico avaliados, em função da interação significativa ao nível de 1% constatada (Tabela 2).

TABELA 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) para crescimento vegetativo do ramo ortotrópico, 1º ramo plagiotrópico e 2º ramo plagiotrópico.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de quadrados	F
Ortotrópico			
Manejo adubação (a)	1	2,05	2,18 ^{ns}
Épocas avaliadas (b)	27	154,70	50,44 ^{**}
Interação AxB	27	7,67	2,50 ^{**}
Resíduo (a)	4	3,75	
Resíduo (b)	108	12,26	
CV% (a) = 74,15		CV% (b) = 25,80	
1º Plagiotrópico			
Manejo adubação (a)	1	1,27	3,10 ^{ns}
Épocas avaliadas (b)	27	273,94	77,03 ^{**}
Interação AxB	27	9,24	2,60 ^{**}
Resíduo (a)	4	1,64	
Resíduo (b)	108	14,22	
CV% (a) = 39,44		CV% (b) = 22,33	
2º Plagiotrópico			
Manejo adubação (a)	1	6,19	3,62 ^{ns}
Épocas avaliadas (b)	13	156,61	21,38 ^{**}
Interação AxB	13	4,94	0,67 ^{ns}
Resíduo (a)	4	6,83	
Resíduo (b)	52	29,29	
CV% (a) = 56,66		CV% (b) = 32,53	

^{ns}, ^{**}, não significativo, significativo a 1% , respectivamente.

Verificou-se que no período de 23 de outubro a 03 de dezembro de 2013 para o ramo ortotrópico e 08 de outubro a 19 de novembro de 2013 para o ramo plagiotrópico, as plantas que foram adubadas obtiveram crescimento superior ao crescimento das plantas que não foram adubadas, chegando a acrescentar até mais de um mm diariamente neste período, evidenciando os ganhos satisfatórios em

crescimento da planta em virtude do emprego da adubação mineral no cafeeiro (Tabela 3).

TABELA 3. Crescimento vegetativo das hastes ortotrópicas e ramos plagiotrópicos em plantas de *C. canephora* na Amazônia Sul Ocidental no período de maio de 2013 a junho de 2014.

Datas avaliadas	ORTOTRÓPICO		PLAGIOTRÓPICO	
	Crescimento (mm dia ⁻¹)			
	A	NA	A	NA
05/06/13	0,12a	0,33a	0,42a	0,67a
18/06/13	0,40a	0,35a	1,15a	1,03a
02/07/13	0,68a	0,71a	1,12a	1,59a
16/07/13	0,60a	0,31a	1,02a	0,77a
30/07/13	0,70a	0,77a	0,94a	1,00a
13/08/13	0,21a	0,31a	0,58a	0,44a
27/08/13	0,11a	0,21a	0,22a	0,44a
10/09/13	0,09a	0,13a	0,13a	0,20a
24/09/13	1,25a	1,21a	1,93a	1,87a
08/10/13	2,77a	2,25a	4,29a	3,50b
23/10/13	3,32a	2,53b	4,87a	3,77b
06/11/13	2,94a	1,63b	4,66a	3,25b
19/11/13	2,78a	1,73b	3,14a	2,25b
03/12/13	3,78a	2,28b	3,23a	3,27a
18/12/13	3,09a	2,79a	2,84a	3,15a
02/01/14	2,39a	2,39a	2,56a	2,79a
16/01/14	2,40a	2,18a	3,07a	2,96a
30/01/14	1,98a	1,83a	2,73a	2,16a
14/02/14	1,74a	1,83a	2,18a	1,63a
27/02/14	1,74a	1,66a	2,01a	1,40a
13/03/14	1,73a	1,47a	1,69a	1,11a
27/03/14	1,49a	1,27a	1,10a	0,96a
10/04/14	1,08a	0,98a	0,64a	0,74a
24/04/14	0,49a	0,44a	0,30a	0,32a
08/05/14	0,38a	0,45a	0,28a	0,28a
29/05/14	0,28a	0,16a	0,08a	0,17a
12/06/14	0,27a	0,27a	0,30a	0,21a
26/06/14	0,32a	0,16a	0,30a	0,25a

A e NA, plantas adubadas e não adubadas. Médias seguidas pela mesma letra na linha dentro de cada grupo de ramos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como verificado neste trabalho, a influencia positiva da adubação mineral sobre o crescimento vegetativo dos ramos de cafeeiro, Nazareno et al. (2003) avaliando a aplicação de diferentes doses de N e K no crescimento inicial de plantas de café arábica relatou aumento significativo no número de ramos plagiotrópicos e número de nós com gemas por planta a partir da aplicação de doses

elevadas. Tais resultados são justificados em função da essencialidade do nitrogênio principalmente, na manutenção e vigor vegetativo das plantas.

Incrementos expressivos no crescimento e número de entrenós em ramos plagiotrópicos de cafeeiro conilon sob diferentes parcelamentos e doses crescentes de fertilizantes a base de nitrogênio e potássio aplicados via sistema de fertirrigação foram encontradas por Magiero et al. (2013). Bem como Almeida et al. (2011), verificaram maior tendência de desenvolvimento de mudas de cafeeiro com aplicação de solução organomineral composta por macro e micronutrientes e maior volume de N (12%), atribuindo a isto o comportamento verificado, ressaltando ser este o nutriente exigido em maior quantidade pela planta.

Deve ser ressaltado que nos períodos em que ramos de plantas adubadas cresceram mais do que plantas não adubadas o cafeeiro encontrava-se na fase de frutificação, nesta fase há uma grande demanda de nutrientes para formação dos frutos, assim estes podem importar assimilados das partes vegetativas, restringindo o crescimento da planta (PARTELLI et al., 2014). Através dos resultados verifica-se que a adubação foi eficiente, aumentando as taxas de crescimento das plantas que foram ofertadas o adubo mineral em comparação as plantas não adubadas nesta época. Concordando com Laviola et al. (2007), mencionando que o fornecimento de nutrientes minerais para o cafeeiro deve atender as exigências para formação dos frutos, bem como para manutenção do vigor vegetativo da planta.

Entretanto, para os demais períodos em que os manejos nutricionais não surtiram efeito no crescimento vegetativo do cafeeiro, podem-se justificar tais resultados em função das características do solo da área experimental, pois a análise química indicou de forma geral, mediano a bons conteúdos de nutrientes, pH próximo a neutro, saturação de base elevada e matéria orgânica mediana (Tabela 1) conforme classificação de Alvares V. et al. (1999). Estas características do solo podem estar associadas à reposição da palhada oriunda do beneficiamento dos frutos junto à lavoura após a colheita e da aplicação de fertilizantes realizadas anteriormente a instalação do experimento, ocorrendo efeito residual no solo (SANTOS et al., 2008).

O padrão de crescimento dos primeiros ramos (ortotrópico (A) e plagiotrópico (B)) ocorreu de forma semelhante ao longo do período avaliativo. O segundo ramo plagiotrópico (C), comportou-se de forma semelhante (Figura 2).

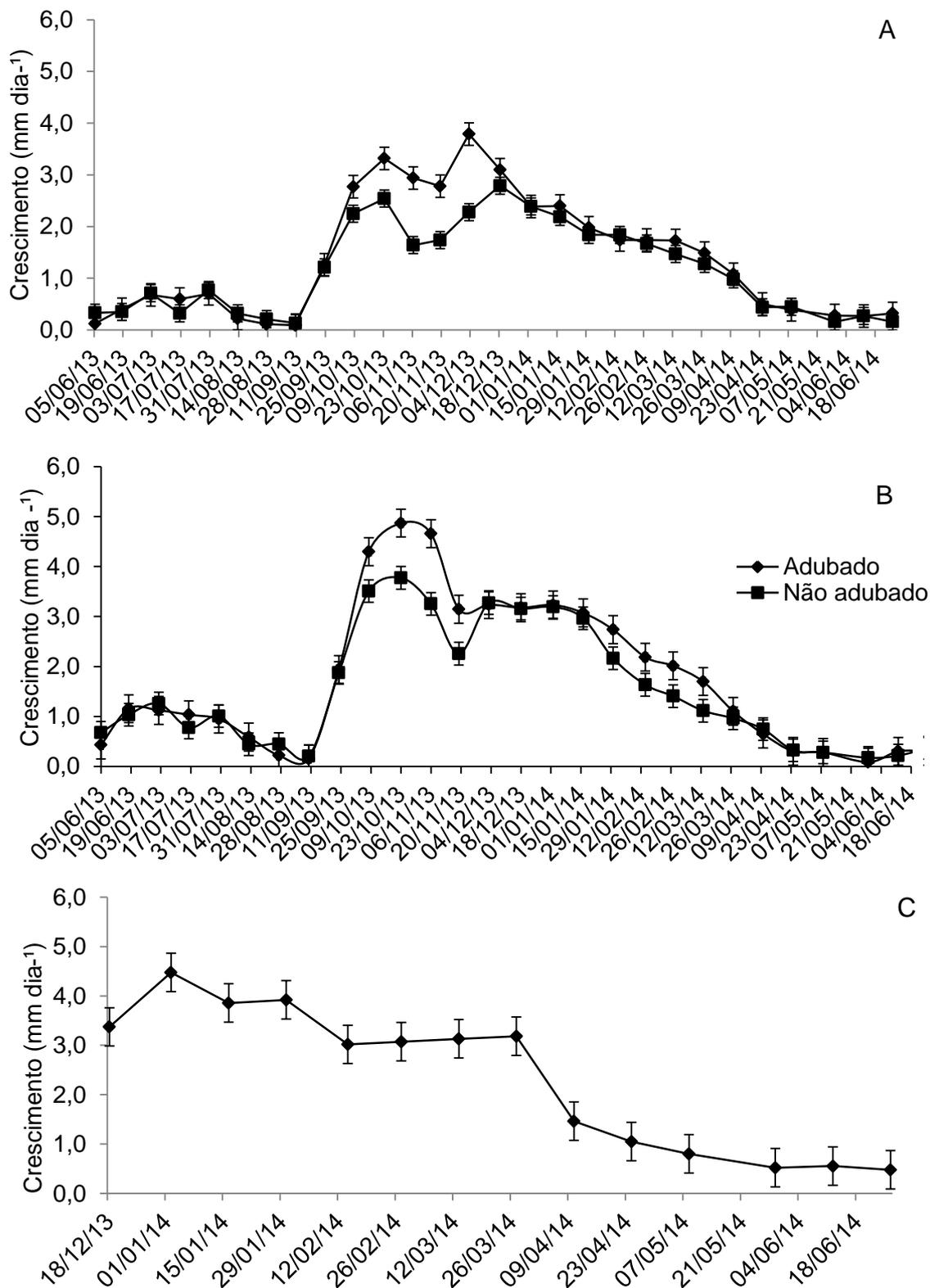


FIGURA 2. Crescimento vegetativo de ramo ortotrópico (A), 1º plagiotrópico (B) e 2º plagiotrópico (C) de cafeeiro em distinto manejo de adubação do período de maio de 2013 a junho de 2014. As barras representam o erro padrão da média.

Constatou-se que para a região estudada ocorrem variações sazonais do crescimento vegetativo do cafeeiro ao longo do ano, independente da aplicação ou não de fertilizantes. Esses resultados concordam com Silva et al. (2004), Partelli et al. (2010, 2013) e Ferreira et al. (2013) que em suas pesquisas com cafeeiro conilon e arábica respectivamente, averiguaram a periodicidade estacional do crescimento vegetativo do cafeeiro para demais regiões produtoras de café do país.

As menores taxas de crescimento dos ramos avaliados ocorreram nos meses de junho ao início de outubro de 2013 e de abril de 2014 a junho de 2014 (Figura 2). De acordo com Soares et al. (2005) a redução no crescimento de ramos do cafeeiro resulta em uma menor produção de nós disponíveis para a formação de gemas, acarretando, conseqüentemente, redução na produção de frutos. Uma vez que existe correlação entre o crescimento vegetativo e números de nós.

A Amazônia Ocidental, especificamente o Estado de Rondônia tem como característica, clima quente com temperaturas elevadas praticamente em todo o ano, no entanto, nos meses de agosto e setembro maior média de temperatura máxima foram registradas chegando a 34°C. Assim, acredita-se que para as condições climáticas do local de pesquisa a temperatura máxima tem maior comprometimento ao crescimento do cafeeiro do que a temperatura mínima como relatado por diversos autores para demais regiões produtoras, situadas no sudeste e centro-este do país que possuem condições climáticas bem distintas da região norte (PARTELLI et al., 2010, 2013; FERREIRA et al., 2013).

Resultados semelhantes foram constatados por Amaral et al. (2007), verificando menores taxas de crescimento vegetativo de cafeeiro quando a temperatura máxima esteve acima de 32°C para a região sul do Espírito Santo. Enfatizando que as folhas de café quando exposta ao sol aumentam de 10 a 15°C acima da temperatura do ar, podendo ocasionar decréscimos nas taxas fotossintéticas líquidas.

Partelli et al. (2010) obtiveram taxas mais elevadas de crescimento vegetativo quando a média da temperatura máxima esteve abaixo de 31,5°C para as condições do Estado do Rio de Janeiro e constataram redução nas taxas de crescimento quando ocorreram temperaturas acima de 34°C chegando alguns dias a atingir 38°C no Norte do Espírito Santo (PARTELLI et al., 2013). Afirmando efeito negativo da alta temperatura no desenvolvimento do cafeeiro.

De acordo com Taiz & Zeiger (2013) as folhas quando expostas a níveis elevados de luz podem sofrer fotonibição crônica, que danifica o sistema fotossintético e diminuem a eficiência quântica e a taxa fotossintética máxima, devido ao dano e substituição da proteína D1 do centro de reação PSII. Tais efeitos podem durar por períodos relativamente longos, semanas ou meses e consequentemente afetará o desenvolvimento da planta.

Além da temperatura, as baixas taxas de crescimento podem estar relacionadas com a seca (DAMATTA & RAMALHO, 2006; PARTELLI et al., 2010, 2013), período típico de estiagem na região. Nos meses de maio a setembro foram registradas as menores quantidades de precipitação, sendo que em agosto não houve nenhuma ocorrência. Apesar de a área experimental contar com sistema de irrigação, normalmente faz-se uso somente para o café entrar em estado de floração e pequeno período posterior a fim de evitar abortamento e em situações de grande estresse hídrico, assim não se mostra eficiente em atender as exigências da planta em crescimento vegetativo de forma significativa.

O déficit hídrico causa primordialmente redução da área foliar, que pode ser em decorrência da abscisão foliar, da produção de folhas menores, ou até mesmo da redução da emissão de novas folhas. Refletindo também negativamente sobre o sistema radicular do cafeeiro, particularmente sobre as raízes absorventes que prejudicam a absorção de água e minerais, consequentemente comprometem o crescimento da parte aérea e a produção da planta (MARTINS et al., 2006).

Corroborando com estes resultados Ferreira et al. (2013) verificou menores taxa de crescimento de café arábica nas condições do cerrado de Goiás no período de estiagem típico da região (maio a setembro/outubro) até mesmo em plantas que receberam irrigação, enfatizando que mesmo sob sistema de irrigação contínuo a ocorrência de chuvas é indispensável para o crescimento do cafeeiro.

A partir de meados de setembro o crescimento vegetativo do primeiro grupo de ramos aumentou e as maiores taxas ocorreram no período compreendido de outubro a janeiro do ano posterior, coincidindo justamente com o início da precipitação, que se concentra em grande proporção nessa época do ano na região. Pode se observar uma leve queda do crescimento a partir do dia 23/10/13 e novo aumento a partir do dia 20/11/13 (Figura 2 A e B) correlacionados com pequeno déficit hídrico ocorrido nesse intervalo (Figura 1). Ramos plagiotrópicos mensurados

a partir de dezembro apresentaram as maiores taxas de crescimento nos dois primeiros meses de avaliação, dezembro e janeiro (Figura 2C)

O efeito positivo nas taxas de crescimento dos ramos pode estar associado às condições adequadas para o cafeeiro neste período com altas temperaturas e precipitação, uma vez que a espécie *C. canephora* tem como centro de origem as florestas baixas da África Equatorial, na bacia do rio Congo, região com clima quente, úmido e de baixa altitude, características bem similares a região de estudo (AGUIAR et al., 2005; DAVIS et al., 2006, 2011).

Resultados semelhantes foram encontrados por Amaral et al. (2006) e Partelli et al. (2013), constatando condição propícia para o crescimento do cafeeiro a partir dos meses de agosto e setembro, devido ao início do período chuvoso e a ocorrência de altas temperaturas, aumentando consideravelmente as taxas de crescimento de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos de cafeeiro conilon. Nazareno et al. (2003) e Ferreira et al. (2013), confirmam este fato, através do surto de crescimento verificado em plantas não irrigadas no período de outubro a dezembro, com início das chuvas e ocorrência de temperaturas mais elevadas.

Quedas gradativas de crescimento iniciaram-se no mês de janeiro estendendo ao início de abril tanto para os ramos mais velhos, bem como para os ramos novos. Tais resultados podem ser justificados pela frutificação do cafeeiro, sendo que nas fases de granação e maturação há grande demanda de nutrientes, tornando-os drenos preferenciais por fotoassimilados (PARTELLI et al., 2014; LAVIOLA et al., 2008), retirando das folhas e ramos e redistribuindo para os frutos, diminuindo assim o crescimento vegetativo.

A concorrência por nutrientes durante o período de desenvolvimento dos frutos pode ser um fator de restrição ao crescimento vegetativo, devido à maior mobilização de assimilados para os órgãos reprodutivos, das folhas e até mesmo de órgãos mais distantes. Ainda relata-se que taxas de crescimento de ramos primários são significativamente maiores em plantas sem presença de frutos (AMARAL et al., 2006 e PARTELLI et al., 2013).

Ferreira et al. (2013) também evidenciou quedas de crescimento a partir de janeiro e associou a este comportamento o aparecimento de novos ramos (brotações) que podem induzir uma diminuição no crescimento dos ramos mais velhos, devido a restrição e concorrência por água e nutrientes. O aparecimento dos

ramos ortotrópicos está vinculado à penetração de luz, adubação e disponibilidade de água, condições ideais presentes neste período do ano para o local de estudo.

Após a colheita dos frutos no final de abril, verificou-se crescimento muito baixo dos ramos. Isto pode ocorrer em consequência da redução da área foliar, uma vez que a queda de folhas é intensificada com a colheita e período seco, diminuindo a capacidade fotossintética da planta (RONCHI & DAMATTA, 2007). Ferreira et al. (2013) também observou este mesmo comportamento e atribui a causa disto a perda das folhas em decorrência da colheita manual. Bem como a diminuição das chuvas como especificado anteriormente. No entanto neste período o cafeeiro necessita de estresse hídrico, para quebra de dormência do botão floral induzindo a floração e proporcionando posterior uniformização da florada, facilitando a colheita e melhorando a qualidade final do grão (MARSETTI et al., 2013).

Quando correlacionado as taxas de crescimento com as médias de precipitação ocorreu efeito significativo para os ramos avaliados nos dois tratamentos (plantas adubadas e plantas não adubadas), confirmando a influência desta condição climática sobre o crescimento vegetativo do cafeeiro na Amazônia (Tabela 3).

TABELA 3. Correlação entre a média da precipitação e a taxa de crescimento vegetativo dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos do cafeeiro ao longo do período avaliativo em função do manejo da adubação.

Correlação	Coef. de correlação (r)	Significância
ORTOTRÓPICO		
Precipitação x CVPA	0,65	**
Precipitação x CVNA	0,76	**
1º PLAGIOTRÓPICO		
Precipitação x CVPA	0,56	**
Precipitação x CVNA	0,57	**
2º PLAGIOTRÓPICO		
Precipitação x CVPA	0,86	**
Precipitação x CVNA	0,90	**

CVPA e CVNA, crescimento vegetativo de plantas adubadas e crescimento vegetativo de plantas não adubadas ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Por meio dos resultados averiguados, evidenciou-se que o cafeeiro demanda maiores quantidades de nutrientes no período compreendido entre meados de setembro ao início de abril em função das maiores taxas de crescimento, bem como da frutificação, devido à demanda para formação dos frutos. Diante do exposto conclui-se que adubação mineral do cafeeiro deve ser planejada de forma

que a maior proporção dos fertilizantes seja fornecida neste período, setembro a abril.

Conclusões

As taxas de crescimento dos ramos plagiotrópicos e ortotrópico diferem em função do manejo da adubação nas condições avaliadas. Sendo que em determinado período plantas adubadas apresentam crescimento vegetativo maior.

Variações sazonais de crescimento vegetativo ocorrem ao longo do ano na Amazônia Sul Ocidental, tendo maior crescimento entre meados de setembro ao início de abril, influenciada principalmente pela precipitação e média de temperatura máxima inferior a 33°C.

O comportamento sazonal de crescimento é igual entre ramos plagiotrópicos e ortotrópicos.

Referências bibliográficas

AGUIAR, A.T.E.; FAZUOLI, L.C.; SALVA, T.J.G.; FAVARIN, J.L. Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.577-582, 2005.

ALMEIDA, S.L.S de.; COGO, F.D.; VIEIRA, R.J.; CAMPOS, K.A.; MORAIS, A.R de. Fertilização foliar em mudas de cafeeiro com organominerais líquidos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.3, p.9-13, 2011.

AMARAL, J.A.T do.; RENA, A.B.; AMARAL, J.F.T do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.377-384, 2006.

AMARAL, J.A.T do.; LOPES, J.C.; AMARAL, J.F.T do.; SARAIVA, S.H.; JESUS JR, W.C de. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros conilon propagados por estacas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1624 -1629, 2007.

ALVAREZ V. V.H.; NOVAIS, R.F de.; BARROS, N.F de.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. 5. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999, p.289-302.

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, v.54, n.314, p.398-404, 2007.

CANNELL, M. G. R. The contribution of carbohydrates from vegetative laterals of the growth of fruits on the bearing branches of *Coffea arabica*. **Turrialba**, San José, v.20, n.1, p.15-19, 1970.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café. Quarto Levantamento, Brasília, v.1, n.3, p.1-55, Dezembro de 2014.

DAMATTA F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v.86, n.2, p.99-114, 2004.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v.18, n.1, p.55-81, 2006.

DAVIS, A.P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.152, n.4, p.465-512, 2006.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.167, n.1, p.357-377, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 2006.

FERREIRA, E.P.B.; PARTELLI, F.L.; DIDONET, A.D.; MARRA, G.E.R.; BRAUN, H. Crescimento vegetativo de *Coffea arabica* L. influenciado por irrigação e fatores climáticos no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3235-3244, 2013.

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

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V, V.H. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.319-329, 2007.

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

MAGIERO, M.; BONOMO, R.; BARROCA, M.V.; PARTELLI, F.L.; BONOMO, D.Z. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro conilon submetido a diferentes parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2013, Salvador, BA. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa café, 2013. CD-ROM.

MARSETTI, M.M.S.; BONOMO, R.; PARTELLI, F.L.; SARAIVA, G.S. Déficit hídrico e fatores climáticos na uniformidade da florada do cafeeiro conilon irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.6, p.371-380, 2013.

MARTINS, C.C.; REIS, E.F.; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J.E.M. Crescimento inicial do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) sob diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.3, p.193-201, 2006.

MORAIS, L.E.; CAVATTE, P.C.; MEDINA, E.F.; SILVA, P.E. M.; MARTINS, S.C.V.; VOLPI, P.S.; ANDRADE JÚNIOR, S.; MACHADO FILHO, J.A.; RONCHI, C.P.; DAMATTA, F.M. The effects of pruning at different times on the growth, photosynthesis and yield of Conilon coffee (*Coffea canephora*) clones with varying patterns of fruit maturation in southeastern Brazil. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.48, n.2, p.210-221, 2012.

NAZARENO, R.B.; OLIVEIRA, C.A.S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, J.C.P.; GUERRA, A.F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.8, p.903-910, 2003.

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**, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.

PARTELLI, F.L.; MARRÉ, W.B.; FALQUETO, A.R.; VIEIRA, H.D.; CAVATTI, P.C. Seasonal Vegetative Growth in Genotypes of *Coffea canephora*, as Related to Climatic Factors. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.5, n.8; p.108-116, 2013.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; SILVA, M.G.; RAMALHO, J.C. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p.619-626, 2010.

RAMOS, R.A.; RAFAEL.; RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; MACHADO, R.S. Variação sazonal do crescimento vegetativo de laranjeiras Hamlin enxertadas em citrumeleiro Swingle no município de Limeira, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.32, n.3, p.539-545, 2010.

RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Org.). Café Conilon. Vitória: Incaper, 2007. p. 95-115.

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; POZZA, E.A.; MIRANDA, J.C.; CARVALHO, E.A.; FERNANDES, L.H.M.; POZZA, A.A.A. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.783-791, 2008.

SEDAM. Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2010. Porto Velho: SEDAM, 2012.

SOARES, A.R.; MANTOVANI, E.C.; RENA, A.B.; SOARES, A.A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p.117-125, 2005.

CAPÍTULO 2.2

CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CAFEEIROS EM DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO DA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL

CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CAFEEIROS EM DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO DA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL

RESUMO

O conhecimento do comportamento do acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro e a concentração foliar são importantes informações para o manejo da adubação. Neste sentido, objetivou-se avaliar a concentração e acúmulo de macronutrientes em frutos e folhas de cafeeiro sob distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental. O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, Rondônia, em lavoura propagada por estacas com 2,5 anos de idade, conduzida em esquema de parcelas subdivididas no tempo, as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (plantas adubadas e não adubada) e, nas subparcelas as épocas de avaliação. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental constituiu-se por 11 plantas úteis, sendo marcados em cada planta dois ramos plagiotrópicos produtivos. Os frutos foram coletados a cada 28 dias, desde fruto chumbinho (julho de 2013) até a maturação (abril de 2014). Concomitantemente coletou-se 20 folhas em cada bloco até junho de 2014. Os frutos e folhas foram secos em estufa com circulação forçada de ar e, encaminhados para as análises químicas laboratoriais. Constatou-se que a adubação mineral influi sobre a concentração e acúmulo nos frutos e folhas para N, P, K, Ca e Mg. A concentração no início da formação dos frutos é maior e tende a diminuir nas posteriores fases. Nas folhas, menores concentrações ocorrem na fase em que o fruto encontra-se pequeno e aumentam com crescimento. Maior parte do acúmulo ocorre nos estádios de expansão, granação e maturação.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, curva de acúmulo, manejo nutricional, fase reprodutiva.

CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF COFFEE IN DIFFERENT MACRONUTRIENTS IN SOUTH WEST AMAZON FERTILIZATION MANAGEMENTS

RESUMO

Knowledge of nutrient accumulation behavior in fruit and coffee leaf content are important information for the management of fertilization. In this sense, the objective was to evaluate the concentration and accumulation of nutrients in fruits and coffee leaves under different managements of fertilizer in South Western Amazon. The experiment was conducted in Rolim de Moura municipality, Rondônia, in crops propagated by cuttings with 2.5 years of age, conducted in time split plot, the main plots consisted of two fertilization managements (fertilized plants and not fertilized) and the subplots evaluation times. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. The experimental plot consisted of 11 useful plants, being marked in two productive plant reproductive branches. Fruits were collected every 28 days, from BB fruit (July 2013) to maturity (April 2014). Concomitantly collected up to 20 sheets in each block to June 2014. The fruits and leaves were dried in an oven with forced air circulation and referred for laboratory chemical analysis. It was found that the mineral fertilization influences the concentration and accumulation in fruits and leaves for N, P, K, Ca and Mg. The concentration at the beginning of fruit formation is larger and tends to decrease in the later stages. In leaves, smaller concentrations occur at the stage when the fruit is small and increases with growth. Most of the accumulation occurs in the expansion stages of grain formation and maturation.

Keywords: *Coffea canephora*, storage curve, nutritional management, reproductive phase.

Introdução

O *Coffea arabica* e *C. canephora* se caracterizam como as espécies de maior importância econômica dentro do gênero *Coffea*, que no total somam mais de 120 espécies (DAVIS et al., 2011). Na região amazônica as lavouras cafeeiras são compostas principalmente por *C. canephora* devido às condições apropriadas para seu cultivo e há grande potencial para o aumento na produção, no entanto os níveis de produtividade são baixos e não têm aumentado significativamente nos últimos anos, devido a vários fatores, dentre os quais se destacam o manejo cultural.

Dentre os principais entraves relacionados ao manejo que impossibilita a obtenção de elevadas produtividades na cafeicultura, destaca-se a nutrição mineral, pois esta cultura possui características de alta exigência nutricional em função das elevadas quantidades necessárias de nutrientes para formação dos frutos e crescimento vegetativo da planta (LAVIOLA et al., 2007c; PARTELLI et al., 2014). Os macronutrientes mais exigidos e acumulados pela planta de *C. canephora* são N>Ca>K>Mg>S>P na respectiva ordem, (BRAGANÇA et al., 2008).

Durante a fase reprodutiva do cafeeiro os frutos passam por diferentes estádios fenológicos, inicia-se com a floração, em sequência ocorre o desenvolvimento do fruto composto pelas fases de chumbinho, expansão rápida, granação e maturação (CAMARGO & CAMARGO, 2001; CUNHA & VOLPE, 2011; PARTELLI et al., 2014). Cada estágio de formação possui funções fisiológicas e metabólicas particulares, fundamentais à formação final deste órgão (LAVIOLA et al., 2007b) e conseqüentemente há variações na concentração e no conteúdo de elementos acumulados em cada estágio, ou seja períodos menos e outros mais exigentes por nutrientes minerais (LAVIOLA et al., 2007c; PARTELLI et al., 2014).

Nos estádios de pré e pós-floração a absorção de nutrientes já se mostra eficiente e elevadas quantidades estão presentes nas inflorescências, caracterizando-as como um forte dreno temporário na planta, assim antes da ocorrência da floração a planta já deve estar bem nutrida para garantir sucesso na florada (MALAVOLTA et al., 2002; VALARINI et al., 2005).

No período de formação do fruto, verifica-se que maiores taxas de acúmulo dos macronutrientes primários (nitrogênio, fósforo e potássio) são verificadas nos estádios de expansão rápida, granação e maturação de frutos de café arábica,

sendo maior no último. Já os macronutrientes secundários (cálcio, magnésio e enxofre) as maiores taxas de acúmulo relativo ocorrem nos estádios de granação e maturação (LAVIOLA et al., 2007a, 2008).

É perceptível que os frutos se constituem como os drenos preferenciais na partição de nutrientes durante a fase de frutificação (RENA & MAESTRI, 1985) e quanto maior a produção de grãos maior será a demanda por nutrientes, exigindo atenção para a nutrição nessa fase tão importante do cafeeiro. Assim, o fornecimento de nutrientes deve ser realizado antes dos picos de acúmulo dos elementos no fruto e atendendo também a demanda nutricional para o crescimento vegetativo (PARTELLI et al., 2013), que ocorre em maior parte, concomitantemente a fase reprodutiva do cafeeiro (LAVIOLA et al., 2007b; PARTELLI et al., 2014).

O conhecimento das curvas de acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro torna-se uma importante ferramenta para estimar as necessidades nutricionais da cultura, possibilitando também identificar os períodos em que a planta mais carece de nutriente e a época adequada para aplicação de fertilizantes, com maior aproveitamento, evitando perdas e aumentando a eficiência do produto aplicado (RAMIREZ et al., 2002). Além disso, é de grande interesse conhecer as variações nos teores de nutrientes nas folhas e sua mobilização para frutos durante a fase reprodutiva do cafeeiro, devido ao efeito de fonte-dreno que ocorre em função da mobilidade do nutriente e a exigência deste para formação do fruto.

Estudos vêm sendo realizado nas principais regiões cafeeiras (Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Bahia), no entanto, a região Amazônica com sua característica edafoclimática distinta ainda carece de conhecimentos sobre a dinâmica de nutrientes nos frutos e folhas desta cultura. Assim, objetivou-se avaliar a concentração em frutos e folhas e acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiro sob distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental.

Material e métodos

O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, localizado na zona da mata do Estado de Rondônia, Brasil, em propriedade particular estabelecida na Linha 180, km 11 sul, com altitude média de 277 metros, latitude de 11° 49' 43"S e longitude 61° 48' 24"O. O clima predominante na região é

Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média de 2000 mm ano⁻¹. O período chuvoso está compreendido entre os meses de outubro-novembro até abril-maio. O primeiro trimestre do ano apresenta o maior acúmulo de chuvas. O período mais quente fica compreendido entre os meses de agosto e outubro (SEDAM, 2012).

Durante a condução do experimento, os valores médios de temperatura mínima, média e máxima e precipitação foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal de Rondônia, localizado no mesmo município a 23 km da área experimental. Os dados estão ilustrados na figura 1.

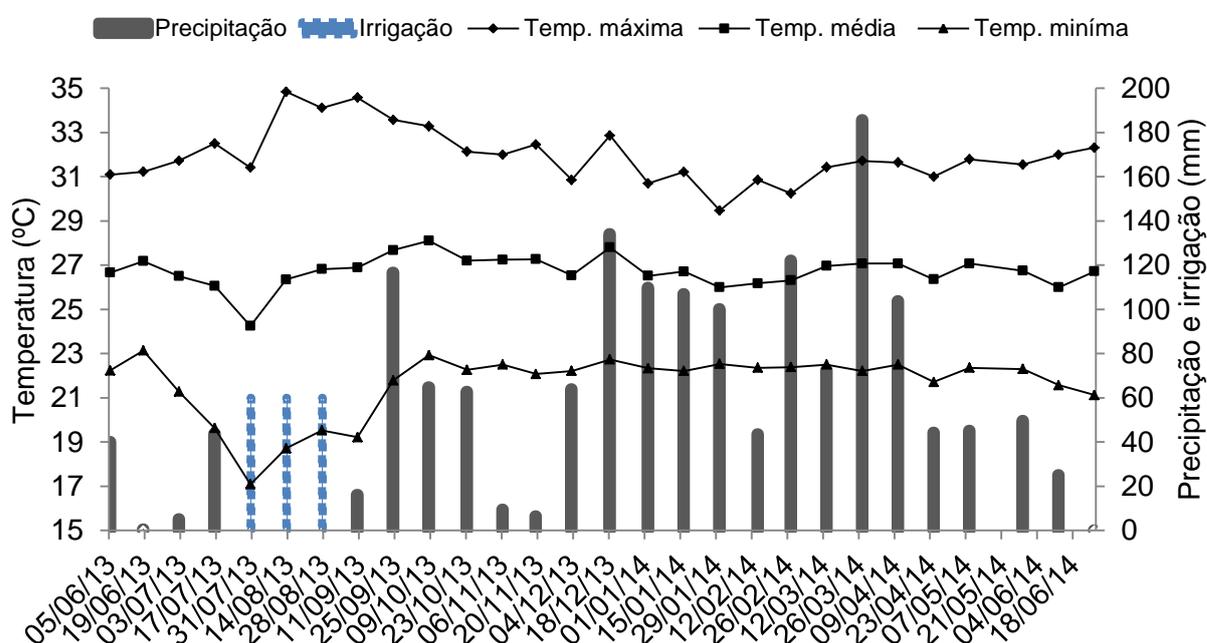


FIGURA 1. Precipitação, irrigação, temperatura mínima, média e máxima ocorridos durante o período da condução do experimento. Rolim de Moura, 2013/2014.

O estudo foi conduzido em lavoura de cafeeiro propagado por estacas, com dois anos e meio de idade, no espaçamento de quatro metros entre linhas e um metro entre plantas (2500 plantas por hectare). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006), com relevo plano, cujas características são apresentadas na tabela 1. Junto ao solo havia grande quantidade de palha oriunda do beneficiamento do fruto de café reposto após a colheita dos mesmos.

TABELA 1. Resultados da análise química de solo na área experimental em diferentes profundidades.

Amostra	pH em água	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmolc dm ⁻³	Al+H	Al	MO g kg	V %
00-10 cm	7,2	86	19,23	66,1	17,2	18,2	0,0	34,5	85
10-20 cm	6,9	13	5,03	41,8	7,6	24,8	0,0	17,8	69
20-30 cm	7,3	45	8,21	69,7	8,4	11,6	0,0	17,8	87
30-40 cm	6,7	3	6,41	26,2	6,6	16,5	0,0	16,1	70

pH: em H₂O 1:2,5; P e K: Extração: Mehlich 1; Ca e Mg: Extração: KCl 1mol/L; Al+H: Titulação; MO: Método Embrapa.

A adubação do tratamento adubado foi realizada nas doses de 440 kg ha⁻¹ de N, 270 kg ha⁻¹ de K₂O, 9 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 12,5 kg ha⁻¹ de CaO e 6 kg ha⁻¹ de S. O superfosfato simples foi aplicado em uma única vez (12 de julho de 2013), uréia e cloreto de potássio em quatro parcelamentos (12 de julho e 22 de outubro de 2013, 31 de janeiro e 28 de fevereiro de 2014). Em períodos de estiagem foi realizada a irrigação por meio de aspersão convencional, cujos dados da lâmina de água aplicada estão exposto na figura 1.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (adubado e não adubado) e as subparcelas foram compostas pelas épocas de coleta de folhas e frutos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 11 plantas, sendo marcados em cada planta, dois ramos plagiotrópicos produtivos, apresentando entre 10 e 12 rosetas na porção mediana da copa nos pontos cardeais lado norte e sul.

As coletas foram realizadas com intervalo de 28 dias, desde o estágio fenológico do fruto chumbinho (julho de 2013) até a maturação completa (abril de 2014). Em cada avaliação coletou-se aleatoriamente dentro das repetições cinco ramos de cada tratamento, destacando-o completamente do tronco e acondicionando em sacos de papel. Concomitantemente foram coletadas 22 folhas no terço médio da planta, a partir do terceiro par de folhas aleatoriamente em cada bloco, no entanto as avaliações estenderam-se dois meses posterior a colheita (jun/2014), a fim de averiguar o comportamento da concentração foliar de nutrientes após a retirada dos frutos.

Os frutos e folhas coletados foram encaminhados para estufa de circulação de ar forçada a 65°C, secados até atingir massa constante. Posteriormente, foi

realizada a separação e contagem dos frutos e pesado em balança de precisão. Nos ramos coletados em julho havia presença de flores e estas foram alocadas junto aos frutos chumbinhos. O material foi moído em moinho Wiley, de aço inoxidável, para realização das análises químicas. As análises foram feitas usando como metodologia a descrita por Silva et al. (2009).

O acúmulo de nutriente por fruto (mg fruto^{-1}) foi determinado pela fórmula: $\text{Acúmulo} = \text{Massa seca do fruto (gramas)} \times \text{concentração de nutriente (gramas por quilograma)} / 1000$, sendo as médias submetidas a análise de variância e regressão. As médias de concentração nutricionais nas folhas foram submetidas apenas à análise de variância (ANOVA) com auxílio do programa estatístico Assistat 7.7 beta e a confecção dos gráficos realizada em planilha eletrônica.

Resultados e discussão

Constatou-se que a adubação promove efeitos significativos para a concentração de nitrogênio e cálcio nos frutos de cafeeiros, conforme o manejo da adubação. Comportamento distinto verifica-se na folha, em que o manejo da adubação influencia apenas em determinadas épocas as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. As concentrações nutricionais em frutos e folhas de todos os macronutrientes foram significativamente influenciadas pela época de coleta do tecido vegetal (Tabela 2).

TABELA 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) para concentração de macronutrientes nos frutos da pós-florada até a maturação.

Fonte de variação	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	Valor de F					
CONCENTRAÇÃO FRUTO						
Man. Adubação (a)	41,76**	1,53 ^{ns}	0,01 ^{ns}	10,71*	1,87 ^{ns}	1,14 ^{ns}
Época avaliada (b)	18,79**	14,50**	1,51 ^{ns}	33,16**	25,74**	28,35**
Interação axb	0,89 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,24 ^{ns}
CONCENTRAÇÃO FOLIAR						
Man. Adubação (a)	7,18 ^{ns}	7,01 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,67 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Época avaliada (b)	6,53**	14,81**	9,78**	15,25**	16,76**	2,70**
Interação axb	2,42*	2,49*	6,58**	1,17 ^{ns}	4,06**	1,20 ^{ns}

*, **, ns significativo ao nível de 1%, 5%, não significativo, respectivamente.

As médias de concentração de N em frutos de plantas que receberam

adubação foram superiores as concentrações de frutos que não foram adubados (Tabela 3). Com isso, verifica-se que a fertilização nitrogenada é eficiente e responsiva no cafeeiro, uma vez que este nutriente é acumulado em maior proporção na planta inteira em comparação aos demais (macro e micronutrientes) (BRAGANÇA et al., 2008). Isso ocorre devido sua presença em diversos compostos como purinas e alcalóides, aminoácidos, enzimas, vitaminas, hormônios, ácidos nucléicos, nucleotídeos e molécula de clorofila (BRAGANÇA et al., 2007).

Comportamento inverso ao de N ocorreu para Ca, onde frutos com ausência de adubação concentraram maior teor de Ca do que frutos adubados. Tais resultados podem ser justificados em função de que altas concentrações de K^+ , Mg^{2+} e NH_4^+ no solo podem diminuir a absorção de Ca^{2+} que é a forma deste nutriente absorvida pelas raízes das plantas (VITTI et al., 2006). Podendo ainda ocorrer efeito inverso, quando houver elevadas concentrações de Ca trocável no solo, inibindo a absorção de Mg^{2+} e K^+ (MEDEIROS et al., 2008).

Outra explicação plausível para este comportamento do cálcio pode ser devido ao efeito de diluição da concentração do nutriente que pode ter ocorrido em virtude de um provável maior crescimento dos frutos adubados em comparativo a frutos não adubados, em função da adubação nitrogenada principalmente (PREZOTTI & BRAGANÇA, 2013).

TABELA 3. Concentração de macronutrientes em frutos de cafeeiro desde a pós-florada até maturação submetida a dois manejos de adubação.

TRATAMENTO	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g kg ⁻¹)					
Plantas adubadas	32,97a	1,86a	26,30a	7,09b	2,16a	2,51a
Plantas não adubadas	28,70b	1,93a	26,18a	8,26a	2,36a	2,69a
CV (%)	8,71	13,42	16,34	18,93	26,89	26,82

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As concentrações de macronutrientes nas folhas do período da pós-florada até pós-colheita diferiu entre os tratamentos, sendo que houve interação significativa entre o manejo nutricional e as épocas avaliadas para os nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio (Tabela 2 e 4).

TABELA 4. Concentração de nutrientes (g kg^{-1}) nas folhas de cafeeiro *C. conephora* adubado e não adubado durante período de pós-florada (julho de 2013) até pós-colheita do cafeeiro (junho de 2014).

DATAS	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Magnésio		Enxofre	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
16/07/13	20,4a	19,7a	1,0a	1,1a	15,3a	15,9a	19,0	20,2	3,4a	3,6a	1,6	1,4
13/08/13	23,6a	21,7a	0,9a	1,0a	14,4a	14,1a	21,1	19,3	3,8a	3,9a	1,5	1,5
10/09/13	23,4a	21,2a	0,8a	0,9a	14,3a	12,4a	19,2	19,6	3,7a	3,8a	1,6	1,8
08/10/13	26,3a	23,4a	0,8a	0,9a	9,2a	10,0a	20,4	20,1	3,7a	3,8a	1,9	2,1
06/11/13	30,9a	26,5a	0,9a	1,0a	11,6a	10,2a	17,7	17,2	3,7a	3,7a	3,1	2,2
03/12/13	35,4a	29,0b	1,1a	1,3a	11,9a	9,9a	14,8	15,5	3,0b	3,7a	2,6	1,8
02/01/14	29,6a	24,8a	1,1a	1,2a	8,7b	18,8a	12,2	15,2	3,1a	3,0a	2,1	2,3
30/01/14	22,7a	25,1a	1,3a	1,0b	13,9a	12,0a	14,8	10,2	2,9a	1,8b	2,2	2,6
27/02/14	27,1a	22,0a	1,4a	1,4a	16,2a	13,1b	8,5	10,3	1,9a	2,5a	2,1	1,6
27/03/14	28,7a	20,8b	1,3a	1,5a	13,5a	13,2a	11,8	11,7	2,0b	2,8a	2,1	2,1
24/04/14	28,8a	28,6a	1,5b	1,9a	16,6a	17,0a	12,1	14,7	2,4b	3,5a	2,1	3,2
29/05/14	27,6a	19,7b	1,2a	1,3a	13,9a	13,1a	12,8	14,5	2,3a	2,9a	2,5	2,1
26/06/14	20,1b	25,9a	1,4a	1,1a	13,9b	17,5a	13,9	13,6	3,0a	2,4a	2,5	2,7
Média	26,5a	23,7a	1,1a	1,2a	13,3a	13,6a	15,2a	15,5a	3,0a	3,2a	2,1a	2,1a
CV%	18,04		9,89		21,46		23,23		20,36		27,80	

A e NA, adubado e não adubado. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para nitrogênio as plantas que receberam adubação obtiveram médias de concentrações foliares maior no início de dezembro, final de março e maio, no entanto no mês de junho esta situação se inverteu com maiores concentrações sendo verificadas nas plantas que não foram adubadas. O fósforo apresentou maior média de concentração no final de janeiro e comportamento inverso no final de abril. Para potássio maior concentração ocorreu no final de fevereiro e menor no final de junho. Maiores concentrações de magnésio foram diagnosticadas no final de janeiro e menores ocorreram no início de dezembro, final de março e abril.

Essas oscilações nas concentrações foliares podem ocorrer em função das distintas exigências nutricionais dos frutos durante seu ciclo, visto que cada estágio possui exigências próprias e a demanda por nutriente tende a ser maior nos estágios de expansão, granação e maturação (PREZOTTI & BRAGANÇA, 2013; PARTELLI et al., 2014). Para casos particulares como do magnésio que na maior parte das épocas as folhas de plantas ausentes em adubação obtiveram concentração superior, pode atribuir a causa de outros cátions como K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} presente no solo afetarem a absorção deste nutriente (VITTI et al., 2006), causando assim baixas concentrações em folhas de plantas que foram adubadas.

Tanto as concentrações dos macronutrientes nos frutos, bem como nas folhas se apresentaram com variações ao longo do período avaliativo, com isso não foi possível estabelecer linhas de tendência (Figura 2).

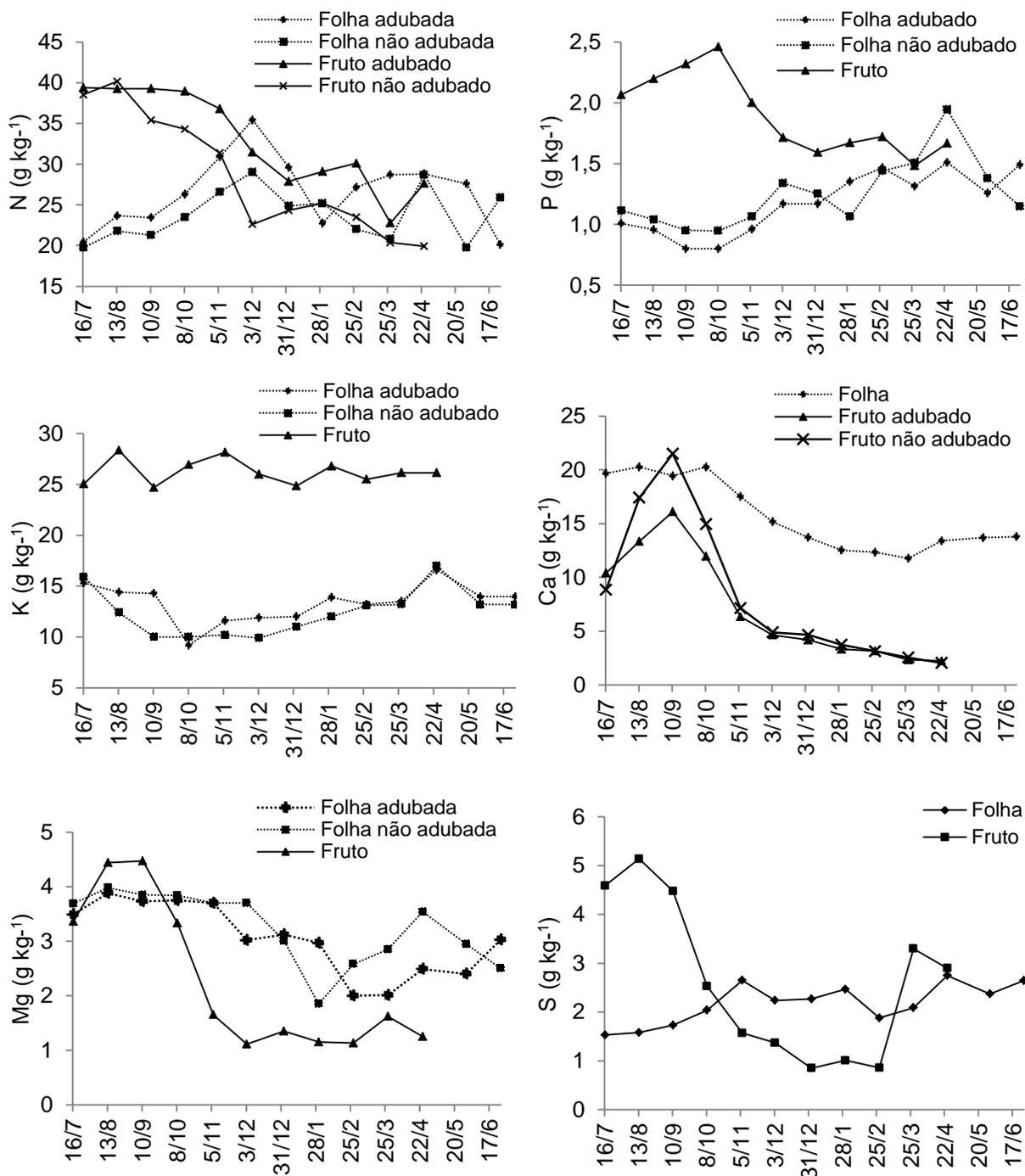


FIGURA 2. Concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em fruto e folhas de *C. canephora* submetido a dois manejos de adubação (adubado e não adubado) coletados desde a fase chumbinho até a maturação e pós-colheita, respectivamente.

Concentrações mais elevadas de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre ocorreram na fase inicial do fruto. Em específico, o N já na primeira coleta (julho) apresentou maior concentração em comparação ao restante do período avaliativo. Já o P, Ca, Mg e S apresentaram concentrações menos expressivas em julho e aumentaram nos meses seguintes, atingindo a maior proporção de todo período avaliado para P em outubro, Ca e Mg em setembro e S em agosto (Figura 2). Este período é compreendido pelo estágio de chumbinho, onde o fruto ainda encontra-se pequeno em tamanho e com inexpressivo acúmulo de matéria seca, contribuindo para concentração do elemento no fruto (PARTELLI et al., 2014).

Esses resultados concordam com os verificados por Laviola et al. (2006, 2007a, 2007c, 2007d) que avaliando a dinâmica dos macronutrientes em cultivares de café arábica em três níveis de adubação verificou que as máximas concentrações deste nutrientes foram encontradas também na fase de fruto chumbinho.

Após esse pico de acúmulo ocorreu queda nas concentrações dos nutrientes em questão, com diversas oscilações, atingindo os menores valores nas fases de expansão, granação e maturação. Este desempenho ocorre devido o aumento do teor de matéria seca no fruto, ou seja, dilui-se a quantidade de nutriente presente no fruto. Os estágios expansão, granação e maturação são caracterizados pela expansão celular, aumento de tamanho e acúmulo de substâncias de reserva no fruto (LAVIOLA et al., 2006).

Covre & Partelli (2013b) obtiveram resultados similares, sendo que a concentração de N decresceu ao longo do período avaliado, com teores mais elevados na fase inicial, diminuindo até atingir valor mínimo no mês de abril. Mesmo comportamento foi verificado para N, P, Ca, Mg e S em cultivares de café arábica (LAVIOLA et al., 2006; 2007a; 2007c; 2007d).

O potássio comportou-se de forma distinta dos demais nutrientes, sendo perceptível que a concentração deste elemento no fruto mostrou-se superior a concentração foliar, corroborando a importância deste nutriente na formação do fruto. Uma vez que este elemento atua em muitos processos fisiológicos, ativação de mais de 60 sistemas enzimáticos, atuação na fotossíntese, favorece alto estado de energia, mantém o turgor da célula, regula abertura e fechamento de estômatos, promove a absorção de água, regula a translocação de nutrientes, favorece o

transporte e armazenamento de carboidratos, incrementa absorção de N e proteínas e participa da síntese de amido nas folhas (MEURER, 2006; TAIZ & ZAIGER, 2013).

As concentrações de potássio não evidenciaram diferenças expressivas quanto à época de coleta do fruto, ocorreram pequenas oscilações em todo o período e houve pequena tendência de maior conteúdo na fase de grão chumbinho. Similarmente, Laviola et al. (2006), encontraram variações nas concentrações de potássio no fruto e a maior concentração foi verificada até os 42 dias após a antese floral para as variedades avaliadas.

As concentrações foliares se comportaram de forma bem distintas dos frutos, e diferentemente entre os nutrientes. Sendo que N, P e S concentraram os menores conteúdos no início das coletas, aumentando nos meses posteriores, porém com oscilações. Quanto ao N resultados semelhantes foram diagnosticados nesta fase em folhas de três cultivares de café arábica com baixa concentração até 42 dias após a antese-floral. Já para P dados distintos foram verificados, sendo que o teor aumentou até atingir uma máxima concentração em meados das fases de desenvolvimento dos frutos, com posterior queda até os 224 dias após a floração. Em nível alto de adubação também verificou menor concentração de S na fase de chumbinho e maiores teores na fase de granação-maturação (LAVIOLA et al., 2006; LAVIOLA et al., 2007d).

Este comportamento inverso observado para nitrogênio e fósforo entre a folha e fruto no período inicial de avaliação principalmente, pode ser em função do efeito fonte-dreno que ocorre da folha para o fruto, em virtude da necessidade de nutriente para formação do fruto nesta fase, uma vez que o nitrogênio e fósforo são nutrientes com alta mobilidade e propiciam este fenômeno. Souza & Fernandes (2006) relatam que quando a absorção de N via solo para enchimento do grão não é suficiente, ocorre então à remobilização de N das folhas a fim de atender a demanda necessária. Bem como, a mobilização de P das folhas para os frutos tende a aumentar em função da quantidade de fruto produzida, ou seja, maior produção resulta em menor concentração foliar deste elemento (LAVIOLA et al., 2007d).

Os nutrientes cálcio e magnésio se comportaram de forma inversa, com maior concentração nas primeiras avaliações e menores concentrações nas fases de expansão e granação dos frutos. Oscilações nas concentrações de Ca em folhas de três cultivares de café arábica foram verificadas por Laviola et al. (2007c), sendo que

a fase inicial apresentou maiores concentrações. Resultados distintos foram observados por Valarini et al. (2005), com aumento considerável no teor de Ca nas folhas de cultivares de café arábica de dezembro, fevereiro e maio de 12,6, 16,3 e 19,9 g kg⁻¹, respectivamente. Já para Mg resultados totalmente inversos foram constatado por Laviola et al. (2007c) sendo que na fase inicial (chumbinho) os autores relataram baixas concentrações deste nutriente, aumentando nos estádios seguintes (expansão, granação e maturação).

Remobilização de cálcio das folhas para os frutos tendem a ser incomum, como verificado nestes resultados, uma vez que este nutriente contido na folha possui baixa mobilidade devido às baixas concentrações no simplasma e floema, podendo ser redistribuído somente em condições especiais, como: injeção de outros cátions nas nervuras, tratamento com ácido triiodotetracético ou ácido triiodobenzóico, ácidos málico ou cítrico (VITTI et al., 2006).

Diferentemente o potássio concentrou conteúdos maiores na fase inicial e final das avaliações, e menor concentração ocorreu na fase de expansão e granação dos frutos. Covre & Partelli (2013a) verificaram resultados distintos em café conilon cultivados no Sul da Bahia, sendo que nos meses de agosto, setembro e outubro, houve uma tendência de crescimento do teor de K nas folhas, atingindo ponto máximo em outubro, posteriormente apresentou queda expressiva até atingir menor valor em abril. Bem como os resultados de Valarini et al. (2005), em cafeeiro Arábica cultivado no Estado de São Paulo, ocorreu redução nos teores de K nas folhas de dezembro a maio.

Quando avaliado o acúmulo de macronutrientes no fruto verificou-se efeito significativo somente para o nitrogênio em função do manejo de adubação aplicado. Para os demais nutrientes os tratamentos não incrementaram o acúmulo no fruto (Tabela 5). Não houve interação entre manejo de adubação e época de avaliação para nenhum dos nutrientes.

TABELA 5. Resumo da análise de variância (ANOVA) para acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em frutos de cafeeiro da fase chumbinho até a maturação.

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Fonte de variação	Valor de F					
Man. adubação (a)	94,28**	0,14 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Época avaliada (b)	71,59**	94,52**	201,19**	46,76**	19,26**	41,68**
Interação (axb)	1,43 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,14 ^{ns}

** significativo ao nível de 1 %, ^{ns} não significativo.

Quando se compara as médias dos tratamentos pode ser observado que frutos de plantas adubadas acumularam maior teor de N, do que frutos de plantas ausentes em adubação (Tabela 6), sendo que este mesmo comportamento foi averiguado para concentração no fruto (Tabela 3).

TABELA 6. Média de acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiro em função do manejo nutricional aplicado.

TRATAMENTO	N	P	K	Ca	Mg	S
	(mg fruto ⁻¹)					
Presença de adubação	4,85 a	0,28 a	4,49 a	0,62 a	0,23 a	0,34 a
Ausência de adubação	3,91 b	0,28 a	4,37 a	0,64 a	0,21 a	0,33 a
CV %	8,99	27,01	17,76	13,59	46,67	21,68

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si.

O N se destacou como nutriente mais acumulado no fruto de cafeeiro com média de 4,76 mg fruto⁻¹, ficando atrás somente do potássio (Tabela 6). Isso denota a importância deste nutriente e suas funções na formação do fruto, evidenciando os benefícios da adubação nitrogenada para a cultura do cafeeiro durante o período reprodutivo. De acordo com Clemente et al. (2011), o nitrogênio tem maior importância para produção de ramos e crescimento vegetativo do cafeeiro, entretanto, também possui funções essenciais na formação do fruto.

O acúmulo de N no fruto na fase inicial (em torno de 60 dias após a florada) apresentou-se inexpressiva (Figura 3). Neste período esse comportamento pode ser atribuído aos frutos estarem na fase de chumbinho, caracterizada pelo baixo crescimento e acúmulo de matéria seca, havendo assim menor acúmulo de nutrientes no tecido (LAVIOLA et al., 2006, 2007a, 2008).

Esses resultados concordam com Covre & Partelli (2013b), que obtiveram baixo acúmulo de N em frutos de cafeeiro conilon na fase de chumbinho em condições irrigado e não irrigado no Sul da Bahia. No entanto, Partelli et al. (2014) em genótipos precoces e médios de maturação da espécie conilon verificou

incremento de acúmulo de nitrogênio a partir do segundo mês (setembro) de avaliação.

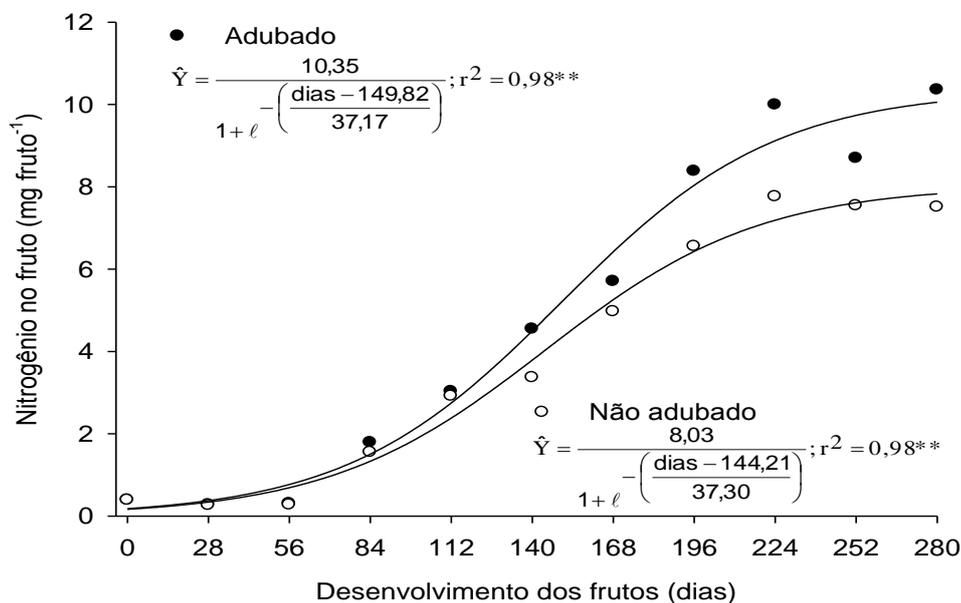


FIGURA 3. Acúmulo de nitrogênio em frutos de cafeeiro coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão da média.

No período de outubro a fevereiro o acúmulo de nitrogênio apresentou comportamento sigmoidal, atingindo o máximo neste último mês e mantendo-se estável nos dois meses seguinte. Nessas épocas o fruto de café se encontra nas fases de expansão rápida, granação e maturação. Esses estádios são caracterizados por rápido alongamento celular, enchimento do endosperma e aumento do teor de açúcar (LAVIOLA et al., 2007b), ou seja, neste período haverá alta demanda nutricional para formação completa do fruto.

Resultados semelhantes foram encontrados por Laviola et al. (2008) e Covre & Partelli (2013b), verificando as maiores taxas de acúmulo de N nos estádios de expansão rápida, granação e maturação. O mesmo foi visto por Partelli et al. (2014) em genótipos de ciclo tardio e supertardio em clones de café conilon no Espírito Santo, diferindo de clones precoce e médio.

O acúmulo de fósforo também se apresentou de forma sigmoidal, sendo que na fase de chumbinho, período compreendido entre os meses de julho ao início de setembro não ocorreu acúmulo expressivo deste nutriente no fruto (Figura 4).

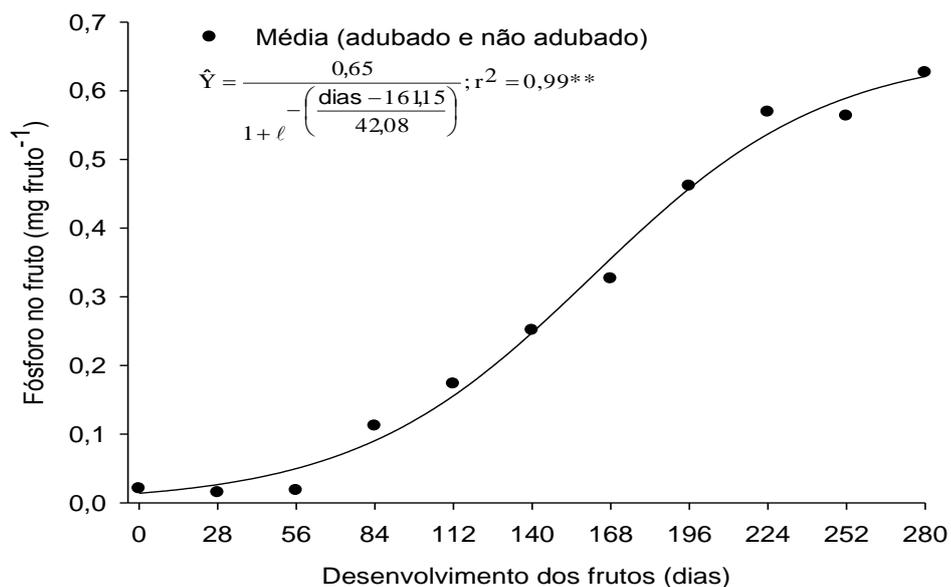


FIGURA 4. Acúmulo de fósforo em frutos de cafeeiro coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão da média.

No mês posterior (outubro) incrementos de 0,11 mg fruto⁻¹ foram observadas, aumentando gradativamente até o último mês de avaliação (abril) atingindo valor máximo de 0,62 mg fruto⁻¹. Nota-se que os maiores acúmulos foram concentrados nos estádios de expansão, granação e maturação do fruto, afirmando a necessidade nutricional nesta fase para formação do fruto. Este mesmo comportamento foi verificado por Laviola et al. (2008) em frutos de cafeeiro arábica e por Partelli et al. (2014) em frutos de cafeeiro conilon de ciclo super tardio com taxas máximas de acúmulo nestes três estádios, já os clones precoce, médio e tardio obtiveram taxas expressivas de acúmulo desde a fase inicial, este comportamento ocorre em função do menor tempo para formação do fruto.

Quanto ao potássio, inicialmente no período compreendido entre julho a setembro não houve acúmulo expressivo. Resultados semelhantes foram encontrados por Laviola et al. (2008) em café arábica, Covre & Partelli (2013a) em café conilon no Sul da Bahia e Partelli et al. (2014) em clone super tardio de conilon no Espírito Santo, com acúmulo nulo de potássio na fase do grão chumbinho. No estágio chumbinho as baixas taxas de crescimento e acúmulo de matéria seca podem ser decorrentes da elevada taxa respiratória e intensa multiplicação celular (LAVIOLA et al., 2007b).

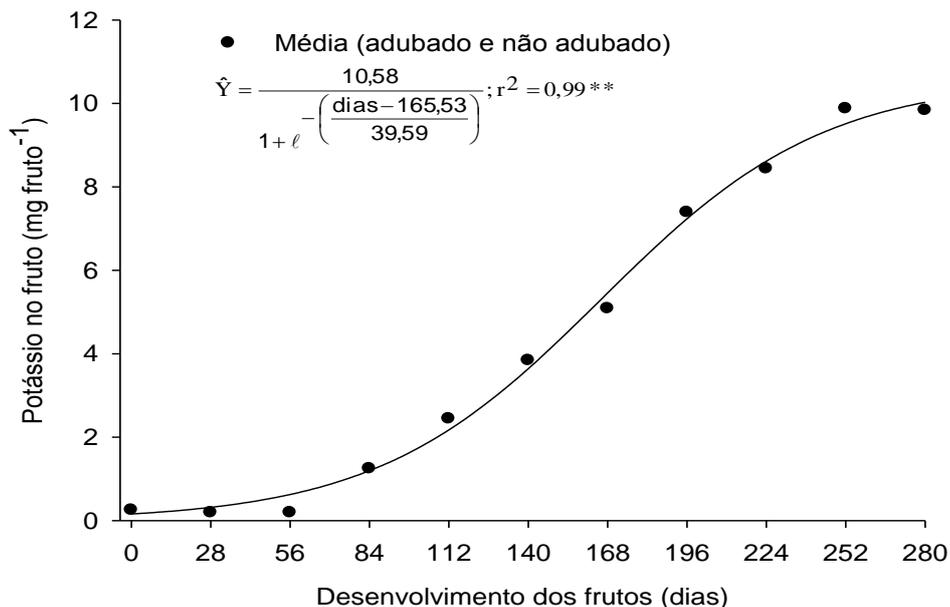


FIGURA 5. Acúmulo de potássio em frutos de café coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão da média.

Nos primeiros frutos chumbinho coletados (julho) um pequeno incremento de potássio foi mais expressivo (0,25 mg fruto⁻¹) em comparação as duas avaliações seguintes (0,19 mg). Tal comportamento pode ser justificado, pois neste período as flores presentes nos ramos foram alocadas juntamente aos frutos para análise. Em pesquisa realizada por Malavolta et al. (2002) foi verificado que dentre os nutrientes o potássio se caracterizou com teor mais elevado neste órgão, extraindo cerca de 80 kg ha⁻¹ deste nutriente, se constituindo como forte dreno temporário por nutrientes, com teores mais elevados do que folhas e ramos.

A partir do mês de outubro as taxas apresentaram acréscimos significativos, estendendo até o mês de março. Neste período os frutos passam pelos estádios de expansão rápida, granação e maturação, ou seja, crescem em tamanho e ganham peso, assim necessitam de maiores quantidades de potássio devido seu papel na formação do amido (ativação da sintase do amido), fundamental para a produção do café (BRAGANÇA et al., 2008).

Comportamento similar foi observado por Covre & Partelli (2013a) e Partelli et al. (2014), em café conilon, obtendo taxas máximas de acúmulo de potássio nesses três estádios do ciclo reprodutivo do café. Na Costa Rica, Ramirez et al. (2002) observaram em um ciclo reprodutivo de 240 dias do café, que 93 % do K

total foram acumulados nos últimos 180 dias, ou seja, a partir do terceiro mês após a floração até a maturação dos frutos, evidenciando comportamento bem similar ao estudo em questão.

Acúmulo constante de potássio foi observado até a maturação por Laviola et al. (2008) em frutos de café arábica, atribuindo a isto a causa de que este nutriente é requerido na ativação de diversas enzimas fundamentais na síntese de compostos orgânicos que são sintetizados com a maturação dos frutos.

O padrão de acúmulo de cálcio seguiu modelo sigmoidal, entretanto, diferentemente dos demais nutrientes já nos primeiros meses (julho, agosto e setembro) de avaliação em que o fruto se encontra no estágio de chumbinho houve um incremento crescente no acúmulo deste nutriente (Figura 6). Estes resultados concordam com Laviola et al. (2007c) que verificou mesmo comportamento em café arábica e atrela esta causa a importância deste nutriente em processos de divisão celular e estabilização de membranas e parede celular das novas células (TAIZ & ZAIGER, 2013).

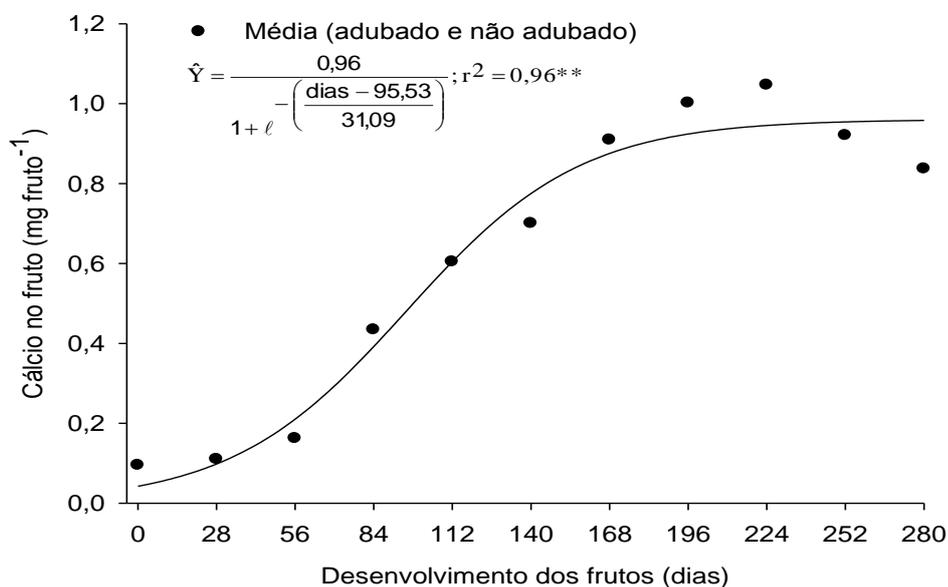


FIGURA 6. Acúmulo de cálcio em frutos de cafeeiro coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão da média.

O acúmulo de cálcio foi crescente até fevereiro, fases em que o fruto passa pelos estádios de expansão rápida, granação e início da maturação, no entanto houve queda nos últimos dois meses (março e abril). Laviola et al. (2007a) também obteve acúmulo máximo deste nutriente nestes três estádios em diferentes altitudes

de cultivo e Partelli et al. (2014) obteve taxas máximas de acúmulo de cálcio nestes estádios para genótipo de ciclo de maturação distintos, verificando comportamento diferente entre os genótipos. No entanto ambos apresentaram-se de forma crescente até final do ciclo reprodutivo.

O acúmulo de magnésio apresentou comportamento sigmoidal, sendo que inicialmente nos meses de julho a setembro não houve aumento das taxas de acúmulo, permanecendo estável neste período (Figura 7). A partir de outubro ocorreu aumento gradativo atingindo taxa máxima de acúmulo no último mês de avaliação. Estes resultados concordam com Partelli et al. (2014) e Laviola et al. (2008) que obtiveram maiores acúmulos deste nutriente nos estádios de expansão, granação e maturação, evidenciando a alta demanda nutricional para formação dos frutos nesta fase reprodutiva, diante da afirmação que os frutos são drenos preferenciais por nutrientes.

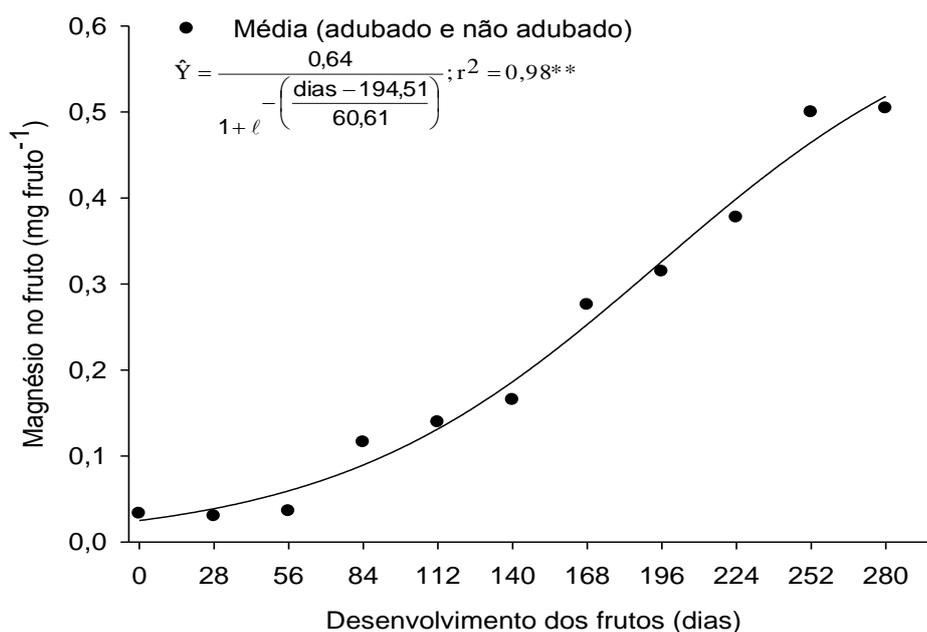


FIGURA 7. Acúmulo de magnésio em frutos de café coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão da média.

As curvas de acúmulo de enxofre se apresentaram distintamente dos demais nutrientes, sendo que na fase inicial foi menos pronunciado até o mês de setembro. A partir de outubro iniciou-se aumento no acúmulo, no entanto manteve-se pouco expressivo, mas nos dois últimos meses de avaliação (março e abril) dobrou-se o valor (Figura 8). Resultados similares foram observados por Laviola et al. (2007d)

com maior acúmulo relativo de enxofre nos estádios de granação-maturação em frutos de cafeeiro arábica

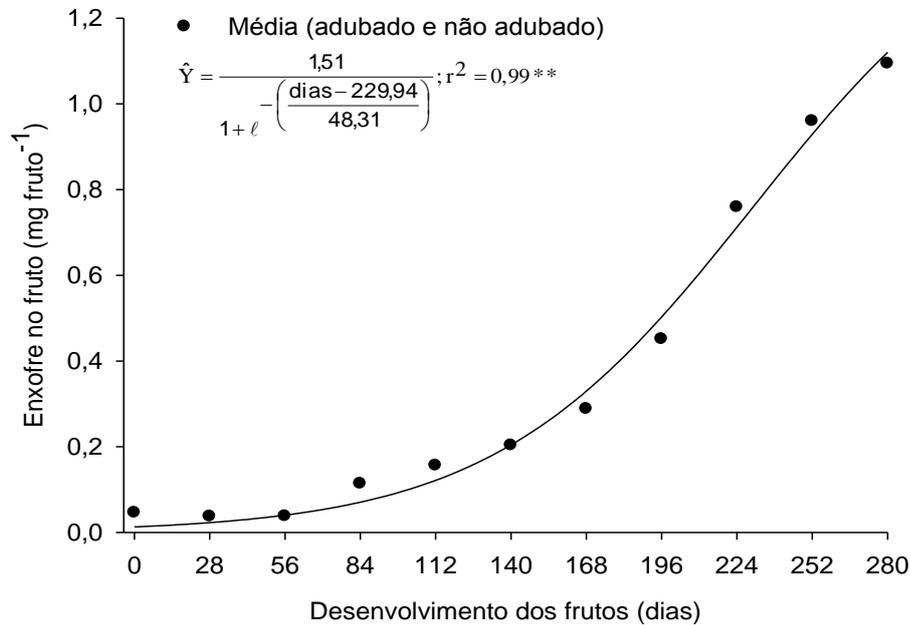


FIGURA 8. Acúmulo de enxofre em frutos de cafeeiro coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão da média.

Partelli et al. (2014) também obteve acúmulo expressivo de enxofre nos últimos meses de avaliação para genótipos de café conilon de ciclo precoce (fevereiro), médio (março), tardio (abril) e super tardio (maio).

Diante do exposto é possível afirmar que a adubação mineral deve ser feita em função do conhecimento das curvas de acúmulo dos nutrientes nos frutos, devido mostrar com evidência as fases de maiores exigências da planta. Assim, visando os picos de acúmulo sugere-se que a adubação com macronutrientes deve concentrar-se em maior proporção a partir de outubro visto o fruto estar em estágio de expansão rápida, estendendo até a granação-maturação. No entanto, deve atentar-se ao comportamento individual de cada nutriente, visto que há diferenças expressivas no acúmulo.

Conclusões

A adubação mineral influencia na concentração no fruto para os nutrientes minerais nitrogênio e cálcio, bem como nas folhas para nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio.

As épocas de coleta de frutos e folhas influíram nas taxas de concentração dos macronutrientes.

O acúmulo nos frutos difere apenas para nitrogênio, sendo que plantas adubadas acumulam maior teor. Demais nutrientes não são influenciados pelo manejo de adubação.

As curvas de acúmulo dos macronutrientes se comportam de forma sigmoide, com menor teor na fase chumbinho e aumento nos estádios de expansão, granação e maturação, denotando que a época de coleta influi no acúmulo. No entanto, há diferenças entre os nutrientes.

A adubação mineral deve concentrar-se em maior proporção de outubro a abril, mas deve ser dada cada nutriente separadamente, visando atender as fases mais exigente da planta.

Referências bibliográficas

BRAGANÇA, S. M.; PREZOTTI, L. C.; LANI, J. A. Nutrição do cafeeiro conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSENCA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. **Café conilon**. Vitória: INCAPER, p.299-325, 2007.

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Accumulation of Macronutrients for the Conilon Coffee Tree. **Journal of Plant Nutrition**, Estados Unidos, v.31, n.1, p.103-120, 2008.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

CLEMENTE, J. A.; MARTINEZ, H. E. P.; ALVES, L. C.; LARA, M. C. R. Effect of N and K doses in nutritive solution on growth, production and coffee bean size. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.2, p.279-285, 2013.

COVRE, A.M.; PARTELLI, F.L. Acúmulo de potássio em *Coffea canephora* irrigado e não irrigado, no estado da Bahia. In. VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS

DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2013, Salvador, BA. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa café, 2013. CD-ROM a.

COVRE, A.M.; PARTELLI, F.L. Nitrogênio em folhas e frutos de café conilon irrigado e não irrigado, no estado da Bahia. In. VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS. DO BRASIL, 1., 2013, Salvador, BA. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa café, 2013. CD-ROM b.

CUNHA, A.R & VOLPE, C.A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.49-62, 2011.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Oxford, v.167, n.3, p.357-377, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 2006.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: Cálcio, Magnésio e Enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.1451-1462, 2007a.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO, L.D.S. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em duas altitudes de cultivo: Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.1439-1449, 2007b.

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

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V, V.H. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. Viçosa, v.31, n.1, p.319-329, 2007c.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.1, p.29-40, 2007d.

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

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICHS, R. SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.1.017-1.022, 2002.

MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; ROSA, J.D.; GATIBONI, L.C. Calcium: magnesium ratio in amendments of soil acidity: nutrition and initial development of corn plants in a Humic Alic Cambisol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.4, p.799-806, 2008.

MEURER, E.J. XI-POTÁSSIO. In: FERNADES, M.S., Eds. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.281-298.

PARTELLI, F.L.; MARRÉ, W.B.; FALQUETO, A.R.; VIEIRA, H.D.; CAVATTI, P.C. Seasonal Vegetative Growth in Genotypes of *Coffea canephora*, as Related to Climatic Factors. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.5, n.8, p.108-116, 2013

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**, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.

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

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. Consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de cafe Caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v.26, n.1, p.33-42, 2002.

RENA, A.B. & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. Informativo Agropecuário, n.11, p.26-40, 1985.

SEDAM. Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2010. Porto Velho: SEDAM, 2012.

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes**. 2. Ed. Ver. Ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SOUZA, S.E & FERNANDES, M.F. IX-FÓSFORO. In: FERNADES, M.S., Eds. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.215-252.

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

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

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. XII-CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE. In: FERNADES, M.S., Eds. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 299-325.

CAPÍTULO 2.3

MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM CAFEIEIRO EM DISTINTOS MANEJOS DE ADUBAÇÃO DA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL

MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM CAFEIEIRO EM DISTINTO MANEJO DE ADUBAÇÃO DA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL

RESUMO

O conhecimento da dinâmica de micronutrientes em folhas e frutos de cafeeiro conilon tem como principal função auxiliar no diagnóstico das necessidades nutricionais da planta, facilitando o manejo da adubação. Neste sentido, objetivou-se avaliar a matéria seca, a concentração de micronutrientes em frutos e folhas, e acúmulo nos frutos de cafeeiro sob distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental. O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, Rondônia, em lavoura propagada por estaca de 2,5 anos de idade, conduzido em esquema de parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (adubado e não adubado) e nas subparcelas as épocas de avaliação. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 11 plantas úteis, sendo marcados em cada planta, dois ramos plagiotrópicos produtivos. Os frutos foram coletados a cada 28 dias, desde o estágio fenológico do grão chumbinho até a maturação completa. Concomitantemente foram coletadas 22 folhas aleatoriamente em cada bloco, estendendo-se até junho de 2014. Quantificou-se a matéria seca e concentração de micronutrientes nas folhas e frutos e acúmulo de micronutrientes nos frutos. Os manejos de adubação não influenciaram a matéria seca, entretanto a concentrações de zinco nos frutos, e manganês, ferro e zinco nas folhas diferiram em alguns períodos. O acúmulo foi influenciado pelo manejo de adubação apenas para manganês na última coleta realizada. As curvas de acúmulo de micronutrientes seguiu o modelo sigmoidal simples, com baixas taxas na fase inicial e aumento nos estádios de expansão, granação e maturação. A adubação a base de micronutrientes quando necessária deve ser parcelada durante a ocorrência destes três últimos estádios.

Palavras-chave: curvas de acúmulo, manejo de adubação, estádios fenológicos.

DRY AND MICRONUTRIENT ACCUMULATION IN COFFEE IN SEPARATE SOUTH WEST AMAZON MANURE MANAGEMENT

ABSTRACT

Knowledge of the dynamics of micro-nutrients in leaves and fruits of conilon coffee's main function is to assist in the diagnosis of nutritional needs of the plant, facilitating the management fertilization. In this sense, the objective was to evaluate the dry matter, the concentration of micronutrients in fruits and leaves, and accumulation in the fruits of coffee under different managements of fertilizer in South Western Amazon. The experiment was conducted in Rolim de Moura municipality, Rondônia, in crops propagated by cuttings of 2.5 years of age, conducted in time split plot where the main plots consisted of two fertilization managements (fertilized and not fertilized) and the plots and the evaluation times. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. The experimental plot consisted of 11 useful plants, being marked in each plant, two productive reproductive branches. Fruits were collected every 28 days, from the developmental stage of the grain pellet to full maturity. At the same time it was collected 22 leaves randomly in each block, extending to June 2014 was quantified dry matter and concentration of micronutrients in the leaves and fruits and micronutrient accumulation in fruits. The management of fertilization did not affect dry matter, however zinc concentrations in fruits, and manganese, iron and zinc in the leaves differ in some periods. The accumulation was influenced by fertilizer management only for manganese in the last collection performed. Micronutrient accumulation curves followed the simple sigmoidal model, with lower rates in the initial phase and increase in expansion stages of grain formation and maturation. Fertilization when the necessary micronutrients base must be divided during the occurrence of the latter three stages.

Keywords: accumulation curves, fertilizer management, micronutrients.

Introdução

Os nutrientes minerais são essências para a formação das plantas, compondo cerca de 9% da sua estrutura e possuem diversas funções como constituintes de moléculas orgânicas e de estrutura de membranas, participam da ativação enzimática, controle osmótico, transporte de elétrons, sistema tampão do protoplasma, controle da permeabilidade das membranas e dentre outros (BUCHANAN et al., 2000; BRAGANÇA et al., 2008).

O cafeeiro é considerado uma planta de alta exigência nutricional devido à grande quantidade de nutrientes exportados com a retirada dos frutos. Assim o estado nutricional da planta em si se caracteriza como um fator que influencia substancialmente o seu desenvolvimento, bem como reprodução (QUINTELA et al., 2011; PARTELLI et al., 2014).

Os micronutrientes apesar de exigidos em baixas concentrações são tão importantes quanto os demais para o crescimento, desenvolvimento e produtividade do cafeeiro e as quantidades requeridas variam, principalmente em função da idade e da produtividade. O ferro se caracteriza como o micronutriente mais acumulado na planta de café conilon, seguida do manganês, boro, zinco e cobre (BRAGANÇA et al., 2007). Já em frutos de café arábica a ordem de acúmulo segue sendo Fe>Mn>B>Cu>Zn (LAVIOLA et al., 2007b).

Normalmente os cultivos cafeeiros são realizados em solos com baixa disponibilidade de nutrientes e em grande maioria a adubação com micronutrientes é ignorada, acarretando a aparecimento de diferentes sintomas de deficiência junto às plantas. Assim surge a necessidade de conhecimentos quanto ao manejo da adubação com estes elementos, para auxiliar no manejo nutricional diante do fato do cafeeiro apresentar algumas particularidades nos seus diversos estádios de desenvolvimento quanto às variações na concentração e conteúdo de elementos acumulados.

Durante o período reprodutivo os frutos de cafeeiro se constituem como os drenos preferenciais por carboidratos e nutrientes minerais da planta, no entanto esta fase coincide com a fase de maior crescimento vegetativo que também demanda grande quantidade de nutriente, geralmente ocorre entre setembro a maio (PARTELLI et al., 2010, 2013, 2014). Assim, o fornecimento de nutrientes minerais

para o cafeeiro deve ser satisfatório tanto para suprir as demandas dos frutos, bem como, dos órgãos vegetativos (LAVIOLA et al., 2008) visando os picos de maior demanda de cada nutriente em particular (PARTELLI et al., 2014).

O conhecimento das curvas de acúmulo e do total acumulado pelos órgãos do café conilon tem finalidade de auxiliar a recomendação e ajuste do programa de adubação das lavouras, (BRAGANÇA et al., 2007) bem como a mobilização de nutrientes de folhas para frutos para diagnóstico preciso do status nutricional da planta (LAVIOLA et al., 2007c).

O acúmulo de micronutrientes em frutos de cafeeiro arábica apresentou-se no estágio de chumbinho inexpressiva, apenas B e Zn foram mais pronunciados, aumentando significativamente no estágio de expansão rápida, especialmente em maior proporção para Zn. Em crescimento suspenso o acúmulo mantém-se contínuo, estabiliza antes do final do estágio de granação e na maturação não há significativo acúmulo. Quando avaliado as concentrações foliares, verificou-se que a presença dos frutos resultou em forte competição fruto/folha pela partição dos micronutrientes, em todos os estádios de formação dos frutos (LAVIOLA et al., 2007b).

Diante da deficiência de estudos com a cultura do café conilon principalmente na Amazônia Ocidental, objetivou-se avaliar a matéria seca, concentração e acúmulo de micronutrientes em cafeeiro em distintos manejos de adubação na Amazônia Sul ocidental.

Material e métodos

O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, localizado na zona da mata do Estado de Rondônia, Brasil, em propriedade particular estabelecida na Linha 180, km 11 sul, com altitude média de 277 metros, latitude de 11° 49' 43"S e longitude 61° 48' 24"O. O clima predominante na região é Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média de 2000 mm ano⁻¹. O período chuvoso está compreendido entre os meses de outubro-novembro até abril-maio. O primeiro trimestre do ano apresenta o maior acúmulo de chuvas. O período mais quente fica compreendido entre os meses de agosto e outubro (SEDAM, 2012).

Durante a condução do experimento, os valores médios de temperatura mínima, média e máxima, precipitação foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal de Rondônia, localizado no mesmo município a 23 km da área experimental. Os dados estão ilustrados na figura 1.

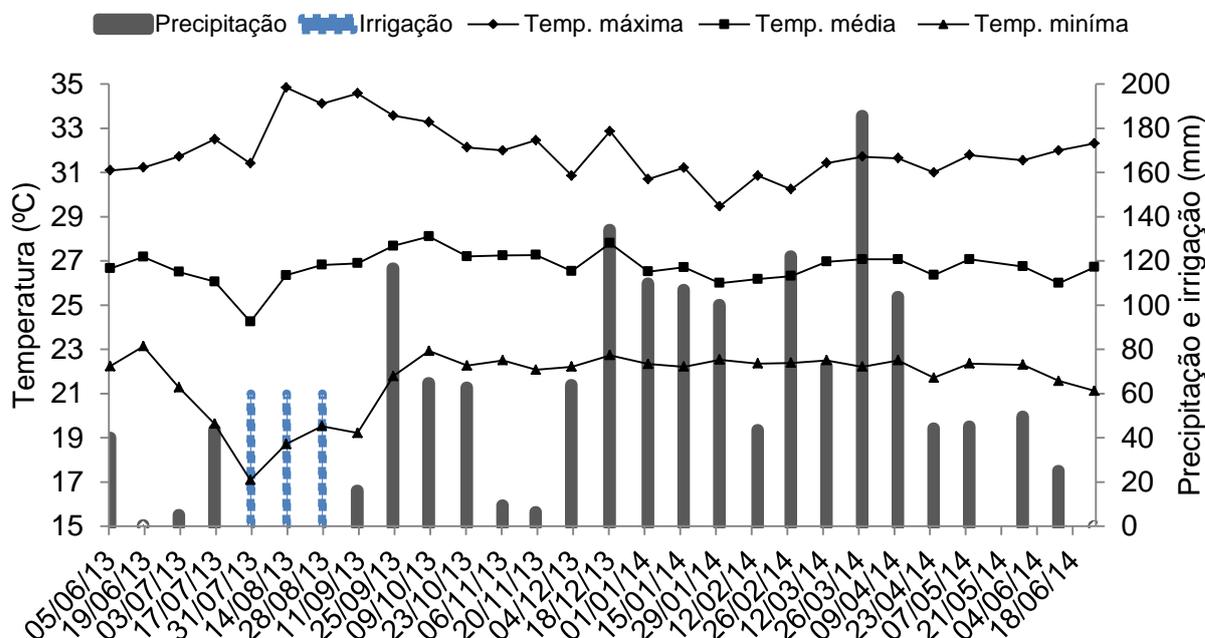


FIGURA 1. Precipitação, irrigação, temperatura mínima, média e máxima ocorridos durante o período da condução do experimento. Rolim de Moura, 2013/2014.

O estudo foi conduzido em lavoura de cafeeiro propagado por estacas, com dois anos e meio de idade, no espaçamento de quatro metros entre linhas e um metro entre plantas (2500 plantas por hectare). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico (EMBRAPA, 2006), textura argilosa, com relevo plano, cujas características são apresentadas na tabela 1. Junto ao solo havia grande quantidade de palha oriunda do beneficiamento do fruto de café reposto após a colheita dos mesmos.

TABELA 1. Resultados da análise química de solo na área experimental em diferentes profundidades.

Amostra	pH em água	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmolc dm ⁻³	Al+H	Al	MO g kg	V %
00-10 cm	7,2	86	19,23	66,1	17,2	18,2	0,0	34,5	85
10-20 cm	6,9	13	5,03	41,8	7,6	24,8	0,0	17,8	69
20-30 cm	7,3	45	8,21	69,7	8,4	11,6	0,0	17,8	87
30-40 cm	6,7	3	6,41	26,2	6,6	16,5	0,0	16,1	70

pH: em H₂O 1:2,5; P e K: Extração: Mehlich 1; Ca e Mg: Extração: KCl 1mol/L; Al+H: Titulação; MO: Método Embrapa.

A adubação do tratamento adubado foi realizada nas doses de 440 kg ha⁻¹ de N, 270 kg ha⁻¹ de K₂O, 9 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 12,5 kg ha⁻¹ de CaO e 6 kg ha⁻¹ de S. O superfosfato simples foi aplicado em uma única vez (12 de julho de 2013), uréia e cloreto de potássio em quatro parcelamentos (12 de julho e 22 de outubro de 2013, 31 de janeiro e 28 de fevereiro de 2014). Em períodos de estiagem foi realizada a irrigação por meio de aspersão convencional, cujos dados da lâmina de água aplicada estão exposto na figura 1.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (adubado e não adubado) e as subparcelas foram compostas pelas épocas de coleta de folhas e frutos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 11 plantas, sendo marcados em cada planta, dois ramos plagiotrópicos produtivos, contendo 10 a 12 rosetas, posicionados na porção mediana da copa nos pontos cardeais lado norte e sul.

As coletas foram realizadas com intervalo de 28 dias, desde o estágio fenológico do fruto chumbinho (julho de 2013) até a maturação completa (abril de 2014). Em cada avaliação coletou-se aleatoriamente dentro das repetições cinco ramos de cada tratamento, destacando-o completamente do tronco e acondicionando em sacos de papel. Concomitantemente foram coletadas 22 folhas no terço médio da planta, a partir do terceiro par de folhas aleatoriamente em cada bloco, no entanto as avaliações estenderam-se dois meses posterior a colheita (jun/2014), a fim de averiguar o comportamento da concentração foliar após a retirada dos frutos.

Os frutos e folhas coletados foram encaminhados para estufa de circulação de ar forçada a 65°C, secados até atingir massa constante. Posteriormente, foi realizada a separação e contagem dos frutos e pesado em balança de precisão. Nos ramos coletados em julho havia presença de flores e estas foram alocadas junto aos frutos chumbinhos. O material foi moído em moinho Wiley, de aço inoxidável, para realização das análises químicas. As análises foram feitas usando como metodologia a descrita por Silva et al. (2009).

O acúmulo de nutriente por fruto (mg fruto⁻¹) foi determinado pela fórmula: Acúmulo = Massa seca do fruto (gramas) x concentração de nutriente (miligramas

por quilograma). Foram submetidos à análise de variância as médias de massa seca, concentração nutricionais nas folhas e frutos e acúmulo de nutrientes nos frutos. Foi feita análise de regressão apenas para matéria seca e acúmulo de nutrientes nos frutos com auxílio do programa estatístico Assistat 7.7 beta.

Resultados e discussão

O manejo da adubação não promoveu diferenças no acúmulo de matéria seca no fruto (Tabela 2). Esse resultado pode ser explicado pela quantidade de nutrientes presentes no solo, em função de sua fertilidade natural (Tabela 1) ou até mesmo de um possível efeito residual de fertilizantes aplicados anteriormente na área de pesquisa, sendo assim satisfatório para formação do fruto.

TABELA 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) e média dos tratamentos manejo de adubação para acúmulo de matéria seca em frutos de cafeeiro.

Fonte de Variação	F
Manejo adubação (a)	1,08 ^{ns}
Épocas de coleta (b)	344,68**
Int. Ta x Tb	0,28 ^{ns}
Médias dos tratamentos manejos de adubação (mg)	
Presença de adubação	170,67a
Ausência de adubação	167,71a

CV%: 6,81

** e ^{ns}, significativo ao nível de 1% e não significativo, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verificou-se que os frutos durante seu desenvolvimento passaram por quatro estádios distintos de formação, sendo estes: chumbinho, expansão, granação e maturação. Assim como verificado por Partelli et al. (2014) em frutos de café conilon no norte do Espírito Santo e Laviola et al. (2008) em cafeeiro arábica no estado de Minas Gerais.

Laviola et al. (2007d; 2008) relatam que no primeiro estágio ocorre intensa divisão celular e há ausência de crescimento expressivo do fruto. No segundo estágio, a divisão celular é menos expressiva, no entanto ocorre maior parte da expansão celular com deposição de material de parede onde o fruto atinge de 50 a 80% do seu tamanho máximo. No estágio de granação, os eventos fisiológicos mais importantes estão relacionados ao endurecimento do endosperma das sementes em

virtude da deposição de substâncias de reserva. Na última fase, maturação ocorre à mudança da coloração da casca do fruto.

O conhecimento dos distintos estádios em que o fruto passa durante seu desenvolvimento facilita o reconhecimento das melhores épocas de aplicação de tratamentos fitossanitários e a execução das diversas operações agrícolas necessárias (CAMARGO & CAMARGO, 2001), bem como, a adubação mineral, visando atender as demandas nutricionais para a formação do fruto.

O acúmulo de matéria seca no fruto seguiu comportamento sigmoidal durante seu desenvolvimento (Figura 2). Inicialmente (três meses iniciais) o crescimento dos frutos ficou praticamente estagnado na fase denominada de chumbinho. A partir de outubro o crescimento aumentou significativamente até atingir seu tamanho máximo em março, mantendo o mesmo tamanho em abril, mês da colheita dos frutos já em estado de amadurecimento, essas fases denominam-se de expansão, granação e maturação como especificado anteriormente.

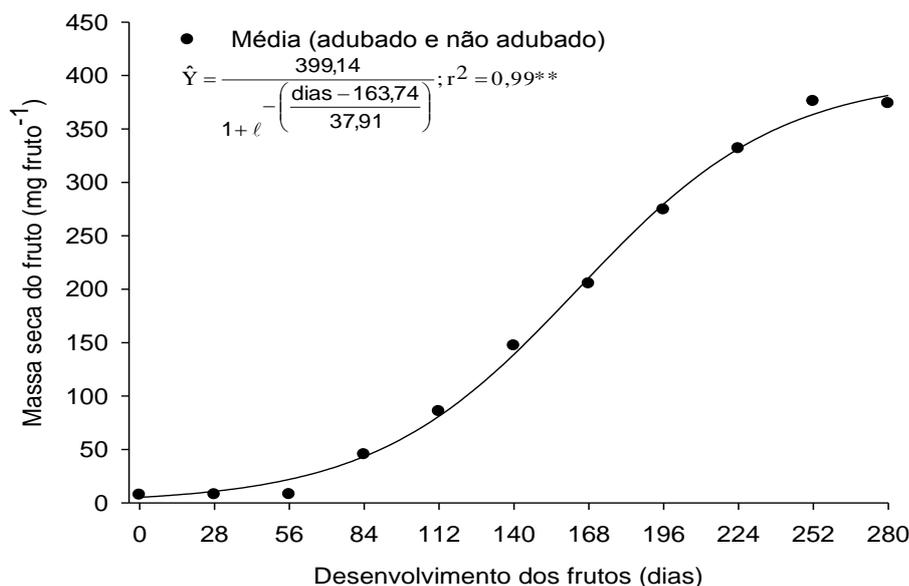


FIGURA 2. Acúmulo médio de matéria seca nos frutos (g) de cafeeiros robusta da fase chumbinho até a maturação.

Partelli et al. (2014) obteve curvas de acúmulo de matéria seca com comportamento sigmoidal, sendo que maior parte acumulou-se nos três últimos estádio de desenvolvimento do fruto. Laviola et al. (2007a) também verificou comportamento sigmoidal de acúmulo de matéria seca em duas altitudes de cultivo (720 e 950 m) em Minas Gerais para cafeeiro arábica, sendo que na fase chumbinho

ocorreu acúmulo pouco expressivo, aumentando nos estádios posteriores. Ou seja, as demandas tanto de nutriente bem como de água são mais expressivas nestas fases.

De acordo com Bragança et al. (2010) os frutos correspondem a 8% (1,33 kg planta⁻¹) do total de matéria seca de uma planta inteira de cafeeiro conilon com 72 meses de idade. Diferentemente Prezotti & Bragança (2013) relatam que os frutos são responsáveis pelo acúmulo de 12% da matéria seca total da planta. Variações podem ocorrer em função de condições edafoclimáticas e características vegetativas de cada genótipo.

Os manejos de adubação empregados influenciaram nas concentrações de micronutrientes nos frutos e folhas em alguns períodos de avaliação, diante da interação significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

TABELA 3. Análise de variância (ANOVA) para concentração de micronutrientes nos frutos e nas folhas da pós-florada até a maturação e pós-colheita dos frutos.

CONCENTRAÇÃO NO FRUTO				
	Cobre	Manganês	Ferro	Zinco
Fonte de variação	Valor de F			
Manejo adubação (a)	1,18 ^{ns}	0,87 ^{ns}	2,47 ^{ns}	0,70 ^{ns}
Épocas avaliadas (b)	8,14 ^{**}	15,43 ^{**}	16,20 ^{**}	19,57 ^{**}
Interação AxB	1,63 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,42 ^{ns}	3,25 ^{**}
CONCENTRAÇÃO FOLIAR				
Manejo adubação (a)	1,06 ^{ns}	5,09 ^{ns}	3,93 ^{ns}	5,89 ^{ns}
Épocas avaliadas (b)	2,76 ^{**}	12,31 ^{**}	22,11 ^{**}	63,82 ^{**}
Interação AxB	1,73 ^{ns}	5,39 ^{**}	5,36 ^{**}	2,69 ^{**}

ns e ** não significativo, significativo ao nível de 1%, respectivamente.

Quanto a concentração no fruto, apenas o zinco apresentou interação significativa, onde frutos de plantas que receberam adubação concentraram maior teor no final de janeiro e abril, no entanto apresentou menor teor no início de novembro (Tabela 4).

TABELA 4. Concentração de micronutrientes (mg kg⁻¹) nas frutos de cafeeiro *C. conephora* adubado e não adubado durante período de pós-florada (julho de 2013) a colheita do cafeeiro (abril de 2014).

Avaliações	Cobre		Manganês		Ferro		Zinco	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
16/07/13	38,47	37,65	55,83	47,53	400,64	343,56	89,68a	85,97a
13/08/13	57,42	33,91	57,04	57,96	340,81	213,08	76,46a	79,99a
10/09/13	27,79	36,71	61,57	77,62	187,17	289,46	78,81a	76,48a
08/10/13	35,52	45,28	60,02	60,17	203,39	210,85	49,39a	48,94a
06/11/13	24,34	31,24	48,43	32,87	156,19	120,97	44,47b	72,19a
03/12/13	21,27	15,73	29,87	31,81	168,41	163,73	51,02a	42,38a
02/01/14	20,27	18,97	28,53	19,86	149,11	132,04	44,56a	50,29a
30/01/14	20,03	15,54	27,97	26,57	140,92	140,34	62,40a	44,73b
27/02/14	21,03	15,44	20,85	22,90	131,57	136,95	48,11a	49,25a
27/03/14	23,20	13,30	15,11	22,01	33,20	35,43	61,43a	62,91a
24/04/14	20,51	16,36	27,81	10,07	97,79	42,98	81,20a	65,83b
Média	28,17a	25,47a	39,36a	37,22a	182,65a	166,31a	62,50a	61,72a
CV%	37,66		24,42		24,18		18,37	

(A) plantas adubadas e (NA) não adubadas. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Já para as folhas comportamento distinto foi verificado, onde ocorreu interação para manganês, ferro e zinco. Concentração superior de manganês em folhas de plantas que receberam adubação ocorreu do início de novembro ao início de janeiro e no mês de abril. O ferro apresentou maior média no final de janeiro e junho e menor concentração no início de janeiro e maio. Já para zinco menor concentração deste nutriente foi verificada em julho e novembro (Tabela 5).

Valem ressaltar que os micronutrientes são tão importantes quanto os macronutrientes para a nutrição das plantas, entretanto a necessidade das plantas é menor quanto a estes. A deficiência de qualquer um dos micronutrientes no solo é limitante ao crescimento e produção das mesmas, mesmo quando todos os outros nutrientes essenciais estão presentes em quantidades apropriadas (CARMO et al., 2012).

TABELA 5. Concentração de micronutrientes (mg kg^{-1}) nas folhas de cafeeiro *C. conephora* adubado e não adubado durante período de pós-florada (julho de 2013) até pós-colheita do cafeeiro (junho de 2014).

Avaliações	Cobre		Manganês		Ferro		Zinco	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
16/07/13	25,96	37,03	88,26a	87,83a	187,30a	193,90a	49,71b	79,86a
13/08/13	30,98	31,64	99,24a	95,74a	257,19a	259,78a	87,74a	90,90a
10/09/13	33,81	28,07	100,09a	77,93a	224,48a	194,62a	81,51a	78,95a
08/10/13	31,31	40,37	120,51a	103,45a	212,02a	230,46a	71,65a	74,77a
06/11/13	37,79	45,48	128,45a	84,28b	192,36a	203,05a	59,40b	82,66a
03/12/13	55,77	38,54	139,50a	54,00b	117,23a	121,49a	82,21a	75,15a
02/01/14	50,82	20,82	118,07a	63,51b	89,29b	171,83a	75,95a	74,77a
30/01/14	28,53	14,02	49,17a	63,01a	127,24a	76,48b	79,95a	83,42a
27/02/14	11,66	16,93	52,77a	48,97a	59,25a	69,14a	73,72a	82,78a
27/03/14	23,60	25,83	63,58a	47,41a	97,81a	91,71a	96,72a	88,83a
24/04/14	16,61	24,75	79,91a	58,05a	146,24a	195,79a	91,14a	86,52a
29/05/14	53,21	21,79	187,14a	100,67b	160,19b	308,26a	8,00a	7,33a
26/06/14	29,87	14,68	77,93a	99,87a	228,26a	137,21b	9,66a	10,00a
Média	33,07a	27,69a	100,35a	75,75a	161,45a	173,36a	66,72a	70,10a
CV%	75,80		54,69		15,84		8,99	

(A) plantas adubadas e (NA) não adubadas. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As concentrações de cobre, manganês, ferro e zinco nas folhas e frutos de café conilon sofreram variações ao longo do período avaliativo. As maiores concentrações de micronutrientes nos frutos foram verificadas na fase inicial do desenvolvimento deste órgão, denominada de fase do grão chumbinho (Figura 3).

Este comportamento ocorre em virtude do baixo incremento de matéria seca neste estágio, uma vez que esta fase se caracteriza por intensa divisão celular (LAVIOLA et al., 2007c), ou seja o nutriente está mais concentrado devido o menor teor de matéria seca presente no fruto.

Com o crescimento do fruto e aumento no teor de matéria seca nos estágios de expansão, granação e maturação as concentrações sofreram variações, no entanto diminuíram atingindo o valor mínimo no último mês de avaliação para cobre, manganês e ferro. Apenas para zinco comportou-se de forma distinta, uma vez que a concentração deste nutriente teve incremento nos meses de março e abril. Isto ocorre em função do efeito de diluição nos nutrientes, devido o aumento do teor de matéria seca no fruto (PREZOTTI & BRAGANÇA, 2013).

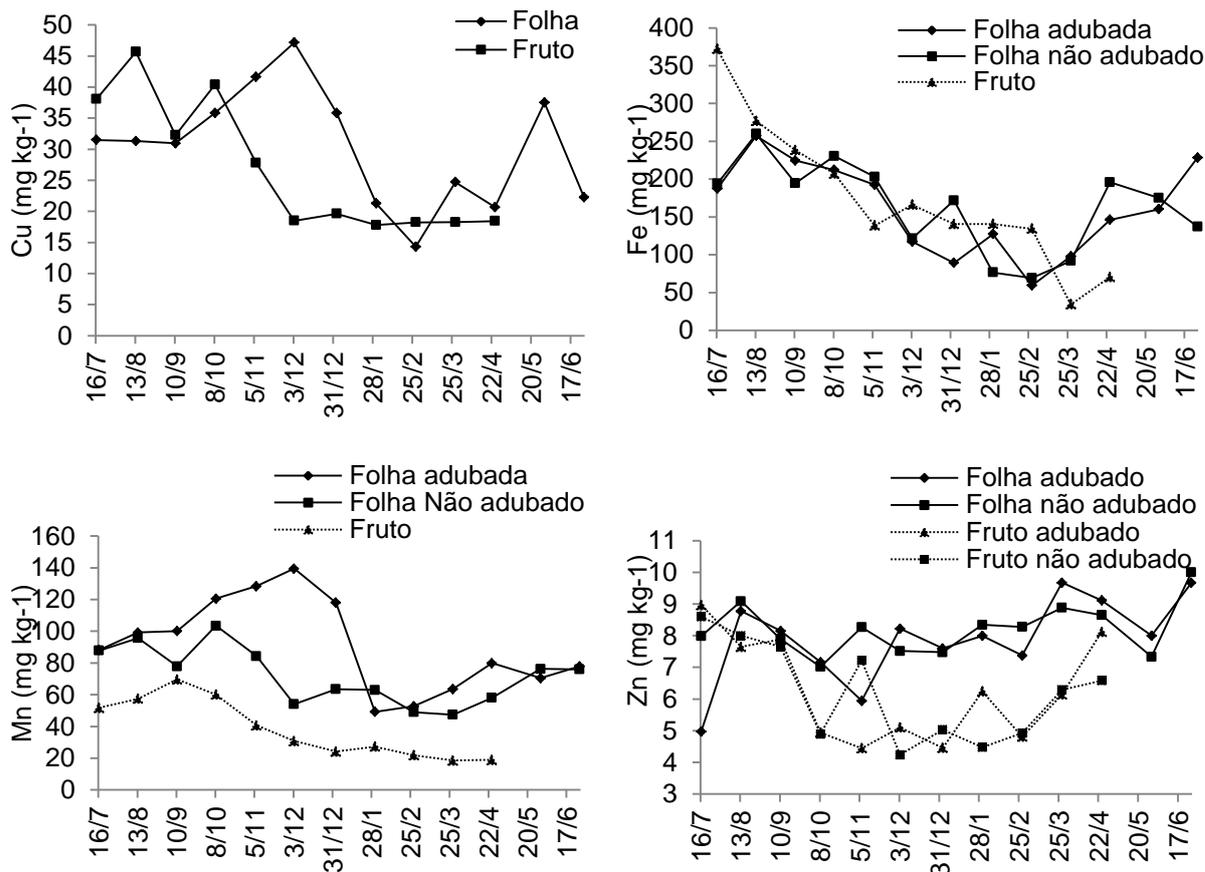


FIGURA 3. Concentração de cobre, ferro, manganês e zinco em fruto e folhas da pós-florada até a pós-colheita do cafeeiro conilon.

As concentrações foliares também variaram ao longo do período avaliativo (Figura 3). O cobre, ferro e manganês apresentaram mínima concentração na fase de granação-maturação dos frutos. Esse mesmo comportamento foi observado para Cu e Mn por Laviola et al. (2007b), no entanto, distintamente menores concentrações de Fe foram relatadas na fase de expansão do fruto pelo mesmo autor. O zinco apesar da pouca variação nas concentrações apresentou tendência de menor teor na fase de expansão dos frutos assim como verificado por Laviola et al. (2007b) com concentrações menos expressivas na fase inicial de desenvolvimento deste órgão.

Para todos os micronutrientes avaliados, após a colheita dos frutos (maio e junho) houve uma tendência do aumento na concentração foliar destes nutrientes, esse desempenho pode ocorrer em função da retirada dos drenos preferênciais (frutos), disponibilizando maior quantidade de nutriente para a planta vegetal. Partelli et al. (2013), relatam que ramos plagiotrópicos sem frutos apresentam maior

crescimento vegetativo do que ramos produtivos e atribuem a isto a demanda de nutriente necessária para formação deste órgão durante a fase reprodutiva.

Apesar dos gráficos não expressarem claramente a competição por micronutrientes entre frutos e folhas, há uma tendência do aumento na concentração foliar quando diminui a concentração no fruto, após a fase inicial de desenvolvimento do mesmo. Laviola et al. (2007b) compararam as concentrações foliares nas fases de expansão e granação com as concentrações iniciais (fase de floração) a fim de verificar a competição por nutrientes entre frutos e folhas e verificou que a presença de frutos causa forte competição fruto/folha pela partição dos micronutrientes, independentemente do estágio de formação dos frutos.

Os manejos de adubação surtiram efeito apenas sobre o acúmulo de manganês nos frutos de café conilon, devido à interação significativa entre manejos de adubação e épocas de avaliação verificada (Tabela 6).

TABELA 6. Análise de variância (ANOVA) para acúmulo de micronutrientes nos frutos e nas folhas da pós-florada até a maturação.

	Cobre	Manganês	Ferro	Zinco
Fonte de variação	Valor de F			
Manejo adubação (a)	5,63 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,61 ^{ns}
Épocas avaliadas (b)	12,15 ^{**}	14,13 ^{**}	5,98 ^{**}	26,18 ⁻⁻
Interação AxB	0,95 ^{ns}	2,61 [*]	1,21 ^{ns}	1,12 ^{ns}

ns e ** não significativo, significativo ao nível de 1% e dados quantitativos, respectivamente.

O comportamento da interação evidenciou apenas para o último mês de avaliação, média de acúmulo de frutos adubados superior aos frutos de plantas ausentes em adubação (Tabela 7). Este comportamento pode ser justificado através dos valores de concentração encontrado nos órgãos das plantas (Tabela 3 e 4), uma vez que praticamente todos os nutrientes estão presentes em níveis adequados ou até elevados. Isso reflete diretamente nas taxas de acúmulo, proporcionando um bom desenvolvimento do fruto.

TABELA 7. Acúmulo de micronutrientes em frutos de café conilon coletados desde fase chumbinho até a maturação completa dos frutos.

Avaliações	Cobre		Manganês		Ferro		Zinco	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
16/07/13	0,37	0,37	0,54a	0,48a	3,99	3,44	0,88	1,03
13/08/13	0,40	1,09	0,40a	0,37a	2,43	1,35	0,54	0,51
10/09/13	0,20	0,28	0,52a	0,59a	0,75	2,22	0,28	0,46
08/10/13	1,60	1,98	2,55a	4,89a	8,66	9,94	2,15	2,19
06/11/13	2,15	2,74	4,12a	2,95a	12,29	10,37	3,71	6,67
03/12/13	3,33	2,31	4,41a	4,65a	28,68	24,15	7,36	6,24
02/01/14	4,14	3,90	5,87a	4,05a	31,10	40,80	9,12	10,26
30/01/14	5,82	4,12	8,03a	6,84a	59,58	36,59	13,28	11,75
27/02/14	6,95	5,04	6,95a	7,57a	43,59	96,30	15,99	27,45
27/03/14	8,91	4,89	5,78a	8,01a	12,84	13,50	23,53	23,59
24/04/14	7,69	6,16	10,41a	3,80b	36,61	16,26	30,47	24,82
Média	3,78a	2,99a	4,51a	4,02a	21,87a	23,17a	9,76a	10,45a
CV%	40,0		39,76		120,66		35,77	

(A) plantas adubadas e (NA) não adubadas. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As curvas de acúmulo dos micronutrientes seguiram comportamento sigmoidal simples (Figura 4, 5, 6 e 7). Inicialmente no estágio de chumbinho baixas taxas de acúmulo foram verificadas, no entanto para cobre e manganês nota-se pequeno incremento já na primeira coleta de frutos após a floração aumentando nos meses posteriores. Para ferro e zinco não ocorre mesmo comportamento, apresentando taxas nulas de acúmulo neste mesmo período (Figura 5 e 7).

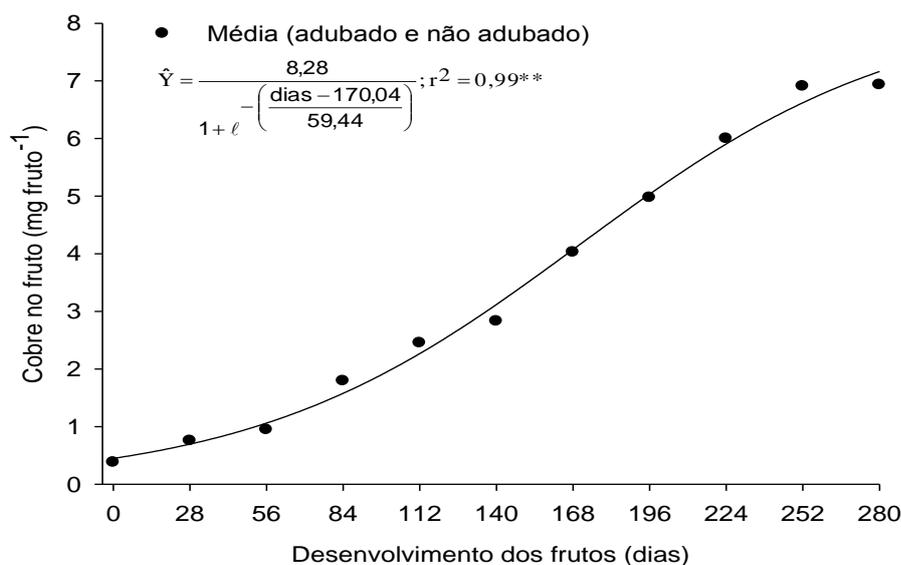


FIGURA 4. Acúmulo de cobre em frutos de cafeeiro conilon coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão.

Como já mencionado o cobre desde a primeira avaliação (16 de julho de 2013) já evidenciou pequeno incremento de acúmulo, seguindo comportamento praticamente linear até penúltima avaliação (25 de março de 2014), mantendo mesmo valor na última coleta (Figura 4).

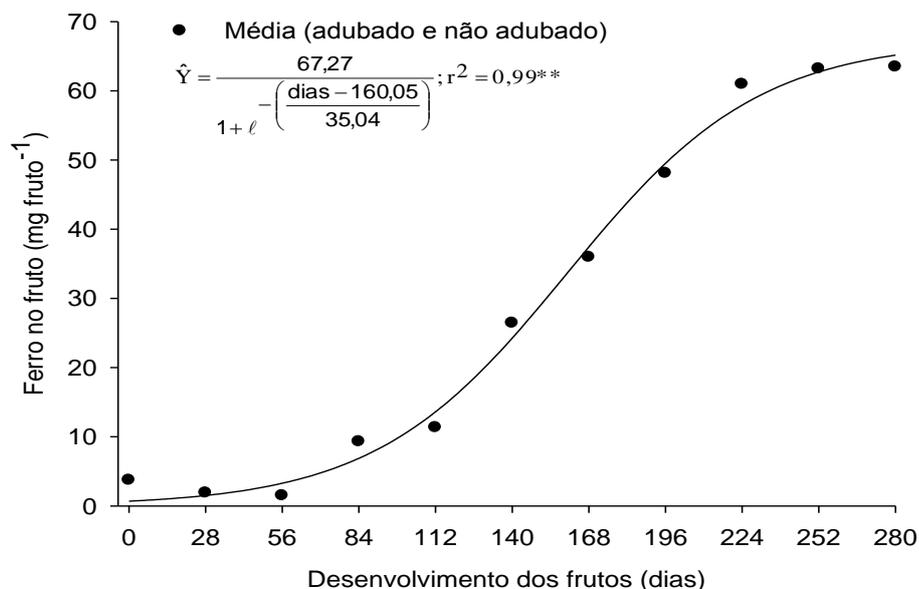


FIGURA 5. Acúmulo de ferro em frutos de café conilon coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão.

O ferro comportou-se distintamente na fase inicial, mostrando incremento de acúmulo deste nutriente somente a partir de outubro de 2013. Aumentou significativamente até março de 2014 e manteve-se estável no último mês de coleta (abril de 2014) (Figura 5).

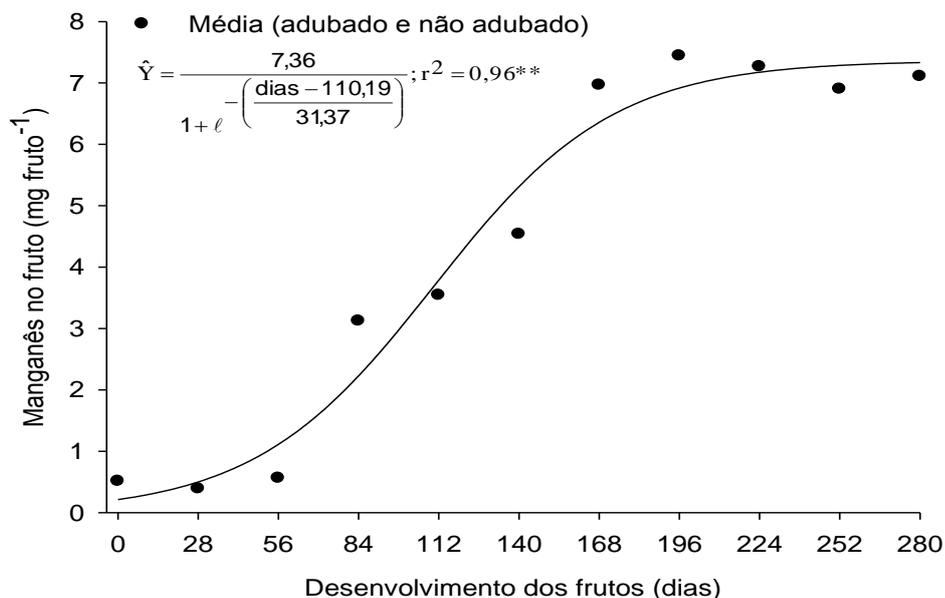


FIGURA 6. Acúmulo de manganês em frutos de café conilon coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão.

O manganês se caracterizou como micronutrientes com taxas de acúmulo mais oscilantes, onde apresentou incremento desde o estágio fenológico de grãochumbinho, aumento considerável entre setembro e outubro, maior taxa de acúmulo nos meses de janeiro e queda nos meses posteriores (Figura 6).

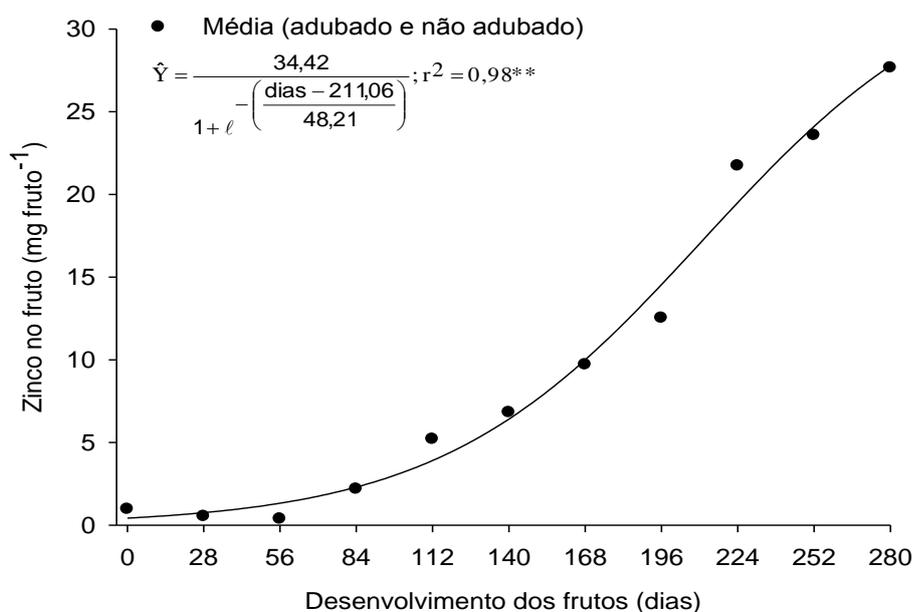


FIGURA 7. Acúmulo de zinco em frutos de café conilon coletados desde a fase chumbinho até a maturação. As barras representam o erro padrão.

Para zinco na fase inicial não ocorreu acúmulo expressivo e taxas menos pronunciadas ocorreram até final de janeiro de 2014, e mostrou maior acúmulo nos três últimos meses de avaliação (fevereiro, março e abril), disposto na figura 7.

Marré (2012) em genótipos de café conilon de ciclo precoce, médio e tardio de maturação, verificou acúmulo de micronutrientes na fase inicial dos frutos, este fato pode estar associado ao menor tempo que a planta tem para formar completamente este órgão, já que clone de ciclo supertardio não apresenta o mesmo comportamento uma vez que o período de formação do fruto aumenta até 4, 3 e 2 meses em comparação ao precoce, médio e tardio, respectivamente.

Diferentemente Laviola et al. (2007b) verificou na fase chumbinho maior proporção de acúmulo de B e Zn, atribuindo isto as importantes funções destes nutrientes nos processos de divisão celular e na estabilização de membranas das novas células formadas. A fase de chumbinho tem como característica a multiplicação celular e altas taxas respiratórias, com isso não ocorrem acúmulo de massa seca nesta fase, em consequência disto há baixas taxas de acúmulo de nutrientes nos frutos.

No estágio de expansão rápida, que ocorre posteriormente ao chumbinho notou-se aumento nas taxas de acúmulo de todos os micronutrientes, esse aumento seguiu continuamente nos estádios de granação e maturação para cobre, ferro e zinco até a última coleta. Já o manganês comporta-se distintamente dos demais e apresentou maior taxa de acúmulo no mês de janeiro, com queda nos meses seguintes.

Nestes estádios de formação do fruto ocorre o alongamento celular na fase de expansão rápida, atingindo cerca de 80% do peso total do fruto, na granação ocorre o enchimento do endosperma e deposição da matéria seca e na maturação há aumento no teor de açúcar, com isso explicam-se as maiores taxas de acúmulo ocorrido neste período em função das demandas por nutrientes envolvidas nestes processos (LAVIOLA et al. 2007b,c,d; PARTELLI et al., 2014)

Resultados semelhantes foram verificados por Laviola et al. (2007b) em café arábica em duas altitudes de cultivo, sendo que a menor altitude (720 m) proporcionou maiores acúmulos relativos do que a altitude de 950 m e estabilização anteriormente ao estágio de maturação. Marré (2012) constatou que o acúmulo de micronutrientes em café conilon com ciclos distintos de maturação no norte do

Espírito Santo tende a iniciar-se antes do início do estágio de expansão rápida, estendendo até a maturação.

A adubação mineral com micronutrientes normalmente não é priorizada nas lavouras cafeeiras, no entanto, é rotineiro verificar sintomas visuais de deficiências junto às plantas. Quando bem manejada pode agregar inúmeros benefícios ao cafeeiro, respondendo eficientemente com aumento da produção principalmente.

De acordo com Bragança et al. (2007) a adubação mineral com zinco na cova pode aumentar cerca de 50% a produtividade do cafeeiro conilon. Reis Jr & Martinez (2002) verificaram que dose de zinco ($2,3 \mu\text{mol L}^{-1}$) na solução nutritiva fornecida a mudas de café conilon e catuaí proporcionou maior conteúdo de matéria seca da planta (26,6 g) para ambos. Gondijo et al. (2008) avaliando a omissão de zinco no cafeeiro verificou alterações morfológicas nas folhas mais jovens, com produção de folhas pequenas e estreitas, algumas vezes retorcidas, e a formação de ramos com internódios curtos.

Malavolta et al. (2002) relata que as inflorescências de catuaí amarelo apresentam maior teor de ferro e manganês do que os valores verificados em ramos e folhas, constituindo-a como forte dreno por estes nutrientes neste período.

Em comparação ao total de cobre acumulado na planta inteira de cafeeiro arábica, verificou-se que 40,63% está contida nos frutos (AMARAL et al., 2010). Quando omitido a planta manifesta sintomas de clorose das folhas mais novas e os limbos foliares passaram a mostrar alterações morfológicas com as folhas encurvando-se e posicionando-se verticalmente. Bem como, pode causar a inibição do crescimento das plantas de cafeeiro (GONDIJO et al., 2008).

De acordo com Guimarães et al. (1999) em solos argilosos o fornecimento de zinco quando deficiente deve ser feito via folhas parcelados de duas a quatro aplicações. O fornecimento de cobre é feito eficientemente através de fungicidas cúpricos ou através de sulfato de cobre. As deficiências de ferro e manganês são ocasionadas pela aplicação de supercalagem, podendo ser solucionado através da aplicação de sulfato manganoso e sulfato ferroso (BRAGANÇA et al., 2007).

Através dos dados obtidos sugere-se que quando necessária a aplicação de micronutrientes na lavoura cafeeira, deve ser realizada antes do início do estágio de expansão rápida, devido ao comportamento das taxas de acúmulo neste período. Esta mesma recomendação é feita por Laviola et al. (2007b) e Marré (2012) diante

do comportamento de acúmulo observado em seus trabalhos. Em particular maior atenção deve ser voltada ao cobre e manganês uma vez que as taxas de acúmulo destes nutrientes já na fase inicial apresentam incremento.

Quando escolhido o método de adubação com micronutrientes via solo, a primeira aplicação deve ser realizada logo após a florada, devido às fontes de micronutrientes apresentarem liberação lenta para uso da planta. Entretanto, quando o fornecimento dos micronutrientes for via folha, a primeira aplicação poderá ser feita cerca de 30 dias após a antese, uma vez que a absorção por este órgão e posterior distribuição dos micronutrientes nas plantas são processos mais rápidos (LAVIOLA et al., 2007b).

Conclusão

A adubação mineral influencia nas concentrações e acúmulo de nutrientes dos órgãos da planta avaliados.

As concentrações de micronutrientes em folhas e frutos de cafeeiro variam durante o ciclo da cultura. Nos frutos são maiores na fase inicial e diminuem nas fases posteriores, já nas folhas maior teor verifica-se após a colheita dos frutos.

O acúmulo de micronutrientes nos frutos se comporta de forma sigmoideal, com menores taxas na fase inicial (chumbinho) aumentando nas fases de expansão, granação e maturação.

A adubação quando necessária deve ser parcelada, no entanto maior percentual deve ser concentrado nos três últimos estágios de formação do fruto.

Referencias bibliográficas

AMARAL, J.F.T do.; MARTINEZ, H.E.P.; LAVIOLA, B.G.; FERNANDES FILHO, E.I.; CRUZ, C.D. Eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes em cultivares de cafeeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.2, p.253-262, 2010.

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v.54, n.314, p.398-404, 2007.

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Accumulation of macronutrients for the Conilon Coffee Tree. **Journal of Plant Nutrition**, Estados Unidos, v.31, n.1, p.103-120, 2008.

BRAGANÇA, M.S.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; LANI, J.A.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H. Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.1, p.048-052, 2010.

BUCHANAN, B. B., W. GRUISSEN, AND R. L. JONES. Biochemistry and molecular biology of plants, Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists, 1367 p, 2000.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

CARMO, D.L DO.; NANNETTI, D.C.; LACERDA, T.M.; NANNETTI, A.N.; ESPÍRITO SANTO, D.J. Micronutrientes em solo e folha de cafeeiro sob sistema agroflorestal no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v.7, n.1, p.76-83, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 2006.

GONTIJO, R.A.N.; GUIMARÃES, R.J.; CARVALHO, J. G de. Crescimento e teor foliar de nutrientes em cafeeiro decorrente da omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 124-132, 2008.

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ V., V.H.; PREZOTTI, L.C.; VIANA, A.S.; MIGUEL, A.E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B., LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D. & MONTEIRO, A.V.C. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999, p.289-302.

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

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; NETO, A.P. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1521-1530, 2007a.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO, L.D.S. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em duas altitudes de cultivo: Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1439-1449, 2007b.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V, V.H. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 319-329, 2007c.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.1, p.29-40, 2007d.

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICHS, R. SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1.017-1.022, 2002.

MARRÉ, W.B. Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon, com distintos estágios de maturação. São Mateus, Universidade Federal do Espírito Santo, 2012. 68 p. (Dissertação de mestrado).

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; SILVA, M.G.; RAMALHO, J.C. Seasonal vegetative growth of different agebranches of conilon coffee tree. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p.619-626, 2010.

PARTELLI, F.L.; MARRÉ, W.B.; FALQUETO, A.R.; VIEIRA, H.D.; CAVATTI, P.C. Seasonal Vegetative Growth in Genotypes of *Coffea canephora*, as Related to Climatic Factors. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.5, n.8, p.108-116, 2013.

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**, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.

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

QUINTELA, M.P.; SILVA, T.J.A.; BOMFIM-SILVA, E.M.; SILVA, E.F.F.; BEBÉ, F.V. Parâmetros produtivos e nutricionais do cafeeiro submetido adubação nitrogenada na região de Garanhuns. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.4, p.74-79, 2011.

REIS JR, R.A.; MARTINEZ, H.E.P. Adição de Zn e absorção, translocação e utilização de Zn por cultivares de cafeeiro. **Scientia Agricola**, São Paulo, v.59, n.3, p.537-542, 2002.

SEDAM. Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2010. Porto Velho: SEDAM, 2012.

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes**. 2. Ed. Ver. Ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

3. CONCLUSÕES GERAIS

As variações sazonais de crescimento são bem semelhantes com demais regiões produtoras de café. Apesar do uso de irrigação na área experimental no período de estiagem, esta não foi capaz de manter as taxas de crescimento dos ramos e quando ocorrência de chuva há retorno expressivo no crescimento, mantendo-se durante todo período chuvoso.

A adubação nitrogenada se torna mais eficiente no aumento das concentrações e acúmulo em frutos, diante do efeito significativo observado. Já demais nutrientes não causam mesmo efeito. As taxas de acúmulo tanto de macronutrientes como de micronutrientes são mais expressivas nos estádios de expansão, granação e maturação.

As concentrações de nutrientes nas folhas e frutos se comportam instável em todo período avaliativo. Mas nos frutos tende a ser maior na fase de chumbinho diminuindo posteriormente com crescimento do mesmo em função do aumento do teor de matéria seca. Já nas folhas mostra-se menor na fase em que o fruto encontra-se pequeno e aumenta após a retirada dos frutos da planta.

Para obter maior eficiência da adubação mineral recomenda-se que a oferta ao cafeeiro ocorra em maior parte de setembro a abril, devido às maiores taxas de crescimento vegetativo diário e de acúmulo de nutrientes nos frutos ocorrerem concomitantemente neste período. Atendendo assim a demanda necessária para formação do fruto e manutenção do vigor vegetativo da planta.

Referenciais bibliográficas

AGUIAR, A.T.E.; FAZUOLI, L.C.; SALVA, T.J.G.; FAVARIN, J.L. Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.577-582, 2005.

ALMEIDA, S.L.S de.; COGO, F.D.; VIEIRA, R.J.; CAMPOS, K.A.; MORAIS, A.R de. Fertilização foliar em mudas de cafeeiro com organominerais líquidos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.3, p.9-13, 2011.

ALVAREZ V. V.H.; NOVAIS, R.F de.; BARROS, N.F de.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. 5. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999, p.289-302.

AMARAL, J.A.T do.; LOPES, J.C.; AMARAL, J.F.T do.; SARAIVA, S.H.; JESUS JR, W.C de. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros conilon propagados por estacas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1624 -1629, 2007.

AMARAL, J.A.T do.; RENA, A.B.; AMARAL, J.F.T do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.377-384, 2006.

AMARAL, J.F.T do.; MARTINEZ, H.E.P.; LAVIOLA, B.G.; FERNANDES FILHO, E.I.; CRUZ, C.D. Eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes em cultivares de cafeeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.2, p.253-262, 2010.

Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). HISTÓRIA: O Café no Brasil. Disponível em <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>, acesso dia 26 de janeiro de 2005 as 15:26hrs.

BRAGANÇA, M.S.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; LANI, J.A.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H. Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.1, p.048-052, 2010.

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

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Accumulation of Macronutrients for the Conilon Coffee Tree. **Journal of Plant Nutrition**, Estados Unidos, v.31, n.1, p.103-120, 2008.

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v.54, n.314, p.398-404, 2007.

BUCHANAN, B. B., W. GRUISSEN, AND R. L. JONES. Biochemistry and molecular biology of plants, Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists, 1367 p, 2000.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

CANNELL, M. G. R. The contribution of carbohydrates from vegetative laterals of the growth of fruits on the bearing branches of *Coffea arabica*. **Turrialba**, San José, v.20, n.1, p.15-19, 1970.

CARMO, D.L DO.; NANNETTI, D.C.; LACERDA, T.M.; NANNETTI, A.N.; ESPÍRITO SANTO, D.J. Micronutrientes em solo e folha de cafeeiro sob sistema agroflorestal no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v.7, n.1, p.76-83, 2012.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. f. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K.C. (Eds.) Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. London: Croom Herm, Westport, Conn, 1985. P. 13-47.

CLEMENTE, J. A.; MARTINEZ, H. E. P.; ALVES, L. C.; LARA, M. C. R. Effect of N and K doses in nutritive solution on growth, production and coffee bean size. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.2, p.279-285, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**, Safra 2015, Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-41. Janeiro de 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café. Quarto Levantamento, Brasília, v.1, n.3, p.1-55, Dezembro de 2014.

COVRE, A.M.; PARTELLI, F.L. Acúmulo de potássio em *Coffea canephora* irrigado e não irrigado, no estado da Bahia. In. VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2013, Salvador, BA. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa café, 2013. CD-ROM a.

COVRE, A.M.; PARTELLI, F.L. Nitrogênio em folhas e frutos de café conilon irrigado e não irrigado, no estado da Bahia. In. VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS. DO BRASIL, 1., 2013, Salvador, BA. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa café, 2013. CD-ROM b.

CUNHA, A.R da.; VOLPE, C.A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.49-62, 2011.

DAMATTA F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v.86, n.2, p.99-114, 2004.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v.18, n.1, p.55-81, 2006.

DAVIS, A.P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.152, n.4, p.465-512, 2006.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.167, n.1, p.357-377, 2011.

DIAS, J.R.M.; SCHMIDT, R.; DUBBERSTEIN, D.; WADT, P.G.S., ESPINDULA, M.C.; PARTELLI, F.L., PEREZ, D.V. 9. Manejo nutricional de cafeeiros clonais na Amazônia Ocidental. In: WADT, P.G.S.; MARCOLAN, A.L.; MATOSO, S.C.G.; PEREIRA, M.G., Eds. Manejos dos solos e a sustentabilidade agrícola na Amazônia Ocidental. Porto Velho, RO, Núcleo Regional Amazônia Ocidental da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015, p.137-160.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 2006.

FERREIRA, E.P.B.; PARTELLI, F.L.; DIDONET, A.D.; MARRA, G.E.R.; BRAUN, H. Crescimento vegetativo de *Coffea arabica* L. influenciado por irrigação e fatores climáticos no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3235-3244, 2013.

GONTIJO, R.A.N.; GUIMARÃES, R.J.; CARVALHO, J. G de. Crescimento e teor foliar de nutrientes em cafeeiro decorrente da omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 124-132, 2008.

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ V., V.H.; PREZOTTI, L.C.; VIANA, A.S.; MIGUEL, A.E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B., LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D. & MONTEIRO, A.V.C. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999, p.289-302.

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

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: Cálcio, Magnésio e Enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.1451-1462, 2007.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; NETO, A.P. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1521-1530, 2007.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO, L.D.S. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em duas altitudes de cultivo: Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1439-1449, 2007b.

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

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V, V.H. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.319-329, 2007.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; VENEGAS, V.H.A. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.1, p.29-40, 2007.

MAGIERO, M.; BONOMO, R.; BARROCA, M.V.; PARTELLI, F.L.; BONOMO, D.Z. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro conilon submetido a diferentes parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação. In. VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2013, Salvador, BA. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa café, 2013. CD-ROM.

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICHS, R. SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.1.017-1.022, 2002.

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

MARRÉ, W.B. Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon, com distintos estágios de maturação. São Mateus, Universidade Federal do Espírito Santo, 2012. 68 p. (Dissertação de mestrado).

MARSETTI, M.M.S.; BONOMO, R.; PARTELLI, F.L.; SARAIVA, G.S. Déficit hídrico e fatores climáticos na uniformidade da florada do cafeeiro conilon irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.6, p.371-380, 2013.

MARTINS, C.C.; REIS, E.F.; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J.E.M. Crescimento inicial do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) sob diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.3, p.193-201, 2006.

MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; ROSA, J.D.; GATIBONI, L.C. Calcium: magnesium ratio in amendments of soil acidity: nutrition and initial development of corn plants in a Humic Alic Cambisol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.4, p.799-806, 2008.

MEURER, E.J. XI-POTÁSSIO. In: FERNADES, M.S., Eds. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.281-298.

MORAIS, L.E.; CAVATTE, P.C.; MEDINA, E.F.; SILVA, P.E. M.; MARTINS, S.C.V.; VOLPI, P.S.; ANDRADE JÚNIOR, S.; MACHADO FILHO, J.A.; RONCHI, C.P.; DAMATTA, F.M. The effects of pruning at different times on the growth, photosynthesis and yield of Conilon coffee (*Coffea canephora*) clones with varying patterns of fruit maturation in southeastern Brazil. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.48, n.2, p.210-221, 2012.

NAZARENO, R.B.; OLIVEIRA, C.A.S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, J.C.P.; GUERRA, A.F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.8, p.903-910, 2003.

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**, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.

PARTELLI, F.L.; MARRÉ, W.B.; FALQUETO, A.R.; VIEIRA, H.D.; CAVATTI, P.C. Seasonal Vegetative Growth in Genotypes of *Coffea canephora*, as Related to Climatic Factors. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.5, n.8; p.108-116, 2013.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; SILVA, M.G.; RAMALHO, J.C. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p.619-626, 2010.

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

QUINTELA, M.P.; SILVA, T.J.A.; BOMFIM-SILVA, E.M.; SILVA, E.F.F.; BEBÉ, F.V. Parâmetros produtivos e nutricionais do cafeeiro submetido adubação nitrogenada na região de Garanhuns. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.4, p.74-79, 2011.

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. Consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de cafe Caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v.26, n.1, p.33-42, 2002.

RAMOS, R.A.; RAFAEL.; RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; MACHADO, R.S. Variação sazonal do crescimento vegetativo de laranjeiras Hamlin enxertadas em citrumeleiro Swingle no município de Limeira, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.32, n.3, p.539-545, 2010.

REIS JR, R.A.; MARTINEZ, H.E.P. Adição de Zn e absorção, translocação e utilização de Zn por cultivares de cafeeiro. **Scientia Agricola**, São Paulo, v.59, n.3, p.537-542, 2002.

RENA, A.B. & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. Informativo Agropecuário, n.11, p.26-40, 1985.

RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Org.). Café Conilon. Vitória: Incaper, 2007. p. 95-115.

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; POZZA, E.A.; MIRANDA, J.C.; CARVALHO, E.A.; FERNANDES, L.H.M.; POZZA, A.A.A. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.783-791, 2008.

SEDAM. Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2010. Porto Velho: SEDAM, 2012.

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes**. 2. Ed. Ver. Ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SOARES, A.R.; MANTOVANI, E.C.; RENA, A.B.; SOARES, A.A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p.117-125, 2005.

SOUZA, S.E & FERNANDES, M.F. IX-FÓSFORO. In: FERNANDES, M.S., Eds. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.215-252.

SYLVAIN P. Algumas observações sobre *Coffea arabica* L. em Etiópia. **Turrialba**, 05, P. 37-53, 1955.

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

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

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. XII-CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE. In: FERNANDES, M.S., Eds. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 299-325.