

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

WELINGTON BRAIDA MARRÉ

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE
NUTRIENTES EM DIFERENTES GENÓTIPOS DO
CAFEIRO CONILON**

**São Mateus, ES
Maio de 2012**

**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 DIFERENTES GENÓTIPOS DO
CAFEIRO CONILON**

WELINGTON BRAIDA MARRÉ

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.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Partelli

**São Mateus, ES
Maio de 2012**

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES PELO CAFEIRO CONILON, COM DISTINTOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO

WELINGTON BRAIDA MARRE

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 21 de maio de 2012.

Prof. Dr. Henrique Duarte Vieira
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro

Prof. Dr. Ivoney Gontijo
Universidade Federal do Espírito Santo

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

Dedico,

à minha esposa,

Amanda Macêdo Torres Moulin Olmo

à minha filha,

Julia Torres Moulin

aos meus pais,

João Batista Marré

Luzia Braidá

à minha madrastra

Maria Isabel Pontini

por todo incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela proteção a cada dia e por ter iluminado os meus pensamentos.

À Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao professor Fábio Luiz Partelli pela orientação segura, pela amizade, pela paciência, pelos ensinamentos e pela presença constante em todos os momentos.

À minha esposa Amanda Macêdo Torres Moulin Olmo pelo amor, pelo companheirismo, pela compreensão e pelo incentivo durante esses últimos anos dedicados ao mestrado.

À minha filha Julia pela compreensão, pelo carinho, pelo companheirismo e por ter me ajudado diretamente na montagem do experimento.

À minha mãe Luzia Braidá Marré, a qual me mostrou o valor dos estudos, incentivando o meu crescimento, de quem me orgulho profundamente.

Ao meu pai João Batista Marré, exemplo de vida, estando sempre presente nos momentos importantes, o qual permitiu a realização do trabalho na sua propriedade rural.

À minha madrastra Maria Isabel Pontini, por sempre incentivar, contribuir e aconselhar.

Ao meu Irmão Wanderson Braidá Marré pela amizade, pelo apoio e pela disposição em me ajudar durante a condução dos trabalhos.

Às minhas Irmãs Sandra Braidá Marré e Solange Braidá Marré pelo incentivo e conselhos.

À minha Irmã Tainá Teixeira Marré pela contribuição e disposição sempre presente na coleta dos dados.

Ao meu Irmão Mateus Teixeira Marré pela contribuição e conhecimentos oferecidos para finalizar o trabalho.

Aos amigos e irmãos José Maria Brunoro Mesquita Junior, Igor Pontini Mesquita e Mateus Pontini Mesquita, pela força, pela amizade e pelo acolhimento caloroso sempre que necessário.

Ao primo Bruno Bressale Marré pela disposição e pela dedicação nas etapas de coletas das amostras.

Ao Viveiro Ecoplantas, representado pelos primos e amigos Wesley e Josiel Marré Milanez, pelo incentivo.

Ao Tio Moizés Marré, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu afilhado Germano Oliosí Marré, pelo carinho e ajuda durante os trabalhos de montagem do experimento.

Ao meu Amigo Fábio Altoé Marinato, pela amizade, pelos conhecimentos compartilhados e pela força no decorrer do curso.

Ao amigo Reginaldo Cellia pela disposição e paciência em ajudar.

À amiga Bernadeth Seixas, pela compreensão, pela eficiência e pela dedicação em sua função.

Aos amigos do INCAPER pelo incentivo, por compreender a minha ausência quando necessário e pelo apoio em todo o período do curso.

À Fertilizantes Heringer pelo apoio financeiro.

À todos os professores que contribuíram para meu crescimento profissional e humano.

À todos que, de alguma forma, contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. CAPÍTULOS	
2.1. CRESCIMENTO VEGETATIVO SAZONAL DE DIVERSOS GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO	04
Resumo	05
Abstract	06
Introdução	07
Material e Métodos	08
Resultado e Discussões	10
Conclusões.....	17
Referências Bibliográficas.....	18
2.2. ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DO CAFEEIRO CONILON.....	20
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos	24
Resultado e Discussões	27
Conclusões.....	34
Referências Bibliográficas.....	35
2.3. ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DO CAFEEIRO CONILON	37
Resumo	38
Abstract	39
Introdução	40
Material e Métodos	41
Resultado e Discussões	44
Conclusões.....	50
Referências Bibliográficas.....	51
3. CONCLUSÕES GERAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMO

MARRÉ, Welington Braidá; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Maio de 2012; **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon, com distintos estágios de maturação.** Orientador: Fábio Luiz Partelli.

O conhecimento de aspectos fenológicos nutricionais é fundamental na melhoria da qualidade e produtividade do cafeeiro. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o crescimento sazonal e o acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro Conilon (*Coffea canephora* Pierre), com estágios de maturação distintas e o crescimento de grupos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos com diferentes idades, relacionando-os com os fatores climáticos. O experimento foi conduzido de 14/08/2010 a 08/10/2011 em uma lavoura a campo no município de Nova Venécia-ES. O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições. Foram utilizadas plantas com três anos de idade, cultivadas sob condição de pleno sol, no espaçamento de três metros entre fileiras e um metro entre plantas. A taxa de crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos do *C. canephora* é diferente entre os genótipos e sofre variação sazonal durante todo o período do ano, influenciada principalmente pelas variações de temperatura do ar. Sob temperaturas mínimas do ar, abaixo de 17,2 °C, a taxa de crescimento dos ramos de *C. canephora* é bastante reduzida para maioria dos genótipos estudados. Os ramos plagiotrópicos, com o passar dos meses (especialmente aqueles com café) apresentam menor crescimento vegetativo, quando comparados a ramos mais novos. Genótipos com ciclo de maturação distintos também apresentaram particularidades em cada nutriente absorvido, variando de acordo o período, podendo sugerir que cada genótipo demanda uma quantidade variável de nutriente no mesmo período. Genótipos com ciclo de maturação dos frutos mais prolongados demandam mais nutrientes, com melhor distribuição no ciclo. Sugere-se que o período, em que a maioria dos genótipos de café Conilon demanda mais nutrientes para o crescimento, é entre meado de setembro e a segunda semana de maio. Sugere-se também que as adubações devem ser realizadas em datas diferenciadas para cada tipo de maturação, de acordo com a necessidade do nutriente na formação do fruto.

Palavras-chave: *Coffea canephora* Pierre; genótipos; temperatura, nutrientes.

GROWING AND ACCUMULATION OF NUTRIENTS BY CONILON COFFEE, WITH DISTINCT PERIODS OF MATURATION

ABSTRACT

MARRÉ, Welington Braidá, M.Sc., Federal University of Espírito Santo, May 2012, Growth and nutrient accumulation by conilon coffee, with different stages of maturation. Advisor: Fábio Luiz Partelli.

The nutrients phenological aspects knowledge is primordial for a better quality and productivity of the coffee. So, the goal of this project was to determinate the seasonable growth and nutrients accumulation by Conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre), along with different periods of maturation and with the orthotropic and plagiotropic branch growth in distinct ages, as well as relate them to climate factors. The experiment was lead between 08/14/2010 and 10/08/2011 in a agriculture rural field, situated on Nova Venécia, Espírito Santo. The principal set lead used in the experiment was completely random, repeated five times. Plants of three years old were utilized, cultivated under full sunshine conditions, with their meters between lines and one meter between each plant. The growth rate of orthotropic and plagiotropic branches of *C canephora* are different between distinct kinds of genotypes and they suffer of a seasonable climate variation during the whole year, influenced especially by air temperature variation. Plagiontropic branches along some months and especially with the fruit (coffee) presented lower vegetative growth, compared to newer branches. Distinct genotypes maturation cycle also presented singularities in each absorbed nutrient, varying according to a certain period of time, suggesting, maybe, that each genotype demand a variable quantity of nutrient at the same period. Longer fruit maturation cycles genotypes demand more nutrients and better redistribute them along the cycle. It is suggested that most of Conilon coffee genotypes demand more growth nutrients between mid-September to the second week of May. It is also suggested that fertilizations must be performed in different periods during the year for each kind of maturation cycle, according to nutrient demand for generating the fruit.

Keywords: *Coffea canephora* Pierre, genotypes, temperature, nutrients.

INTRODUÇÃO GERAL

A espécie *Coffea canephora* Pierre é originária das florestas tropicais úmidas, de baixas altitudes, que se estendem desde a costa oeste até a região central do continente africano (CHARRIER & BERTHAUD, 1985), apresentando ampla adaptação às condições edafoclimáticas tropicais, de baixas altitudes e temperaturas elevadas.

O Brasil possui um parque cafeeiro com 2,27 milhões de ha, tendo como principais Estados produtores Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Paraná (CONAB, 2012). Em 2011 produziu-se, no Brasil, 31,89 milhões de sacas beneficiadas de café arábica e 11,26 milhões de sacas de robusta, representando 73,9% e 26,1% da produção nacional, respectivamente. O café é cultivado em 14 estados brasileiros e no Distrito Federal, mas 96,98% da produção concentram-se em Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia.

O Estado do Espírito Santo é o maior produtor de café Conilon (*Coffea canephora*) do Brasil, apesar de ocupar menos de 0,5% do território Brasileiro, obteve a maior produtividade média de café no país. Segundo dados da terceira estimativa da safra 2011/2012, a cafeicultura capixaba atingiu a maior produtividade, passando na frente de todos os Estados brasileiros. Estima-se que para a safra de 2012 serão produzidas 12,06 milhões de sacas de café beneficiado no Estado, sendo mais de 76,7% Conilon (CONAB, 2012).

A previsão atual para a produção nacional de café beneficiado indica 50,61 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, acréscimo de 12,6% e 20,2%, quando comparado com a produção de 43,48 milhões de sacas obtidas na safra 2011. O maior acréscimo se dará na produção de café arábica, estimada em 37,71 milhões de sacas, o que representa um ganho sobre a safra anterior de 22,3%. Para a produção de robusta (conilon) a previsão aponta produção de 12,9 milhões de sacas, ou seja, crescimento de 10,7% (CONAB, 2012).

A cafeicultura é de grande importância econômica para o Estado, o Espírito Santo possui uma área aproximada de 500 mil hectares de lavoura de café, oriundas de 60 mil propriedades. É a principal atividade econômica em 80% dos municípios e representa, sozinha, 43% do PIB agrícola do Estado.

As lavouras de café estão presentes em todos os municípios capixabas, exceto em Vitória. Atualmente, está centrada, predominantemente, acima do Rio

Doce, com produção na ordem de 82,55 % (PEDEAG, 2007), estas regiões possuem solos de baixa fertilidade, fazendo com que uma adubação equilibrada seja prática indispensável na melhoria da produtividade e da qualidade.

É a cafeicultura atividade que mais gera empregos no Estado. Toda cadeia que envolve o café gera, aproximadamente, 400 mil postos de trabalhos por ano, e só no setor de produção estão envolvidas 131 mil famílias. A produção que gera esse grande negócio é obtida prioritariamente por produtores de base familiar, com tamanho médio das lavouras de 4,8 hectares para o café arábica e 9,4 hectares para o café conilon (PEDEAG, 2007).

Em café conilon, as inflorescências (glomérulos) são formadas a partir de gemas (sendo um glomérulo por cada gema), localizadas aleatoriamente nas axilas das folhas laterais que se formaram na estação de crescimento do ano corrente, de forma que a floração depende estreitamente do crescimento dos ramos plagiotrópicos (PARTELLI et al., 2010).

Atualmente, a grande maioria das lavouras de café conilon é formada por variedades clonais, sendo cada uma composta por um determinado número de clones. Alguns desses clones distinguem-se entre si pelo fenótipo, basicamente, pela época de maturação dos frutos, ou seja, os frutos de todos os clones de uma determinada variedade completam, simultaneamente, sua maturação, que pode ser super-precoce, precoce, média, média-tardia, tardia ou super-tardia.

É importante ressaltar, entretanto, que a florada desses clones ocorre na mesma época em agosto/setembro, por ocasião das "chuvas de florada". Contudo, o período posterior, da abertura da flor à completa maturação (e colheita), é diferenciado para cada clone (BRAGANÇA et al., 2001). Isso indica que há padrões diferenciados de crescimento e maturação de frutos entre clones de café conilon.

Estudos sobre o padrão de crescimento dos frutos revestem-se de grande importância científica e agrônômica, pois a partir das curvas de crescimento dos frutos é possível inferir-se sobre as fases em que a demanda do fruto (e da planta) por nutrientes é mais ou menos pronunciada, podendo-se, portanto, otimizar o manejo de água e de fertilizantes e, conseqüentemente, reduzir custos e aumentar tanto a produtividade da lavoura como a qualidade dos frutos (PARTELLI et al., 2010).

No Brasil e em outros países, as pesquisas sobre a nutrição mineral da espécie *Coffea arabica* têm sido efetuadas de forma mais ampla do que para o

Coffea canephora, existindo vários trabalhos publicados sobre o assunto. Particularmente para o café Conilon, a falta de dados sobre o crescimento do acúmulo de nutrientes tem dificultado o acompanhamento das lavouras no Estado do Espírito Santo, principalmente no que diz respeito às recomendações de adubação.

Ao fazer recomendação de adubação é necessário saber, dentre outros fatores, quais as exigências nutricionais da cultura, levando-se em consideração as quantidades de macro e micronutrientes necessárias ao crescimento desenvolvimento dos órgãos vegetativos e reprodutivos. Além disto, o conhecimento das épocas de maior demanda e a taxa de acúmulo dos nutrientes pela cultura permite melhor aproveitamento dos mesmos. Isso é de particular importância para o cafeeiro Conilon devido ao seu alto potencial produtivo (LAVIOLA, 2007).

Além destes aspectos, os estudos sobre a análise de crescimento, utilizando-se dados de acúmulo de matéria seca, permitem descrever o padrão de crescimento da cultura ou de parte dela, possibilitando comparações entre situações distintas, que podem ser aplicadas às mais diversas modalidades de estudos (BRAGANÇA, 2010).

O conhecimento de aspectos fenológicos nutricionais é fundamental na melhoria da qualidade e produtividade do cafeeiro. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o crescimento sazonal e o acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro Conilon (*Coffea canephora* Pierre), em estágios de maturação distintas.

CAPÍTULO 2.1

CRESCIMENTO VEGETATIVO SAZONAL DE DIVERSOS GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

CRESCIMENTO VEGETATIVO SAZONAL DE DIVERSOS GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

RESUMO

O conhecimento sazonal de diferentes genótipos do cafeeiro Conilon torna-se importante instrumento no manejo da cultura, principalmente na irrigação e adubação. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o crescimento vegetativo dos ramos de *Coffea canephora* em diferentes genótipos, bem como, relacioná-los com os fatores climáticos, tendo como base o crescimento de grupos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos com diferentes idades. O experimento foi conduzido no município de Nova Venécia, Espírito Santo. Marcaram-se três grupos de ramos plagiotrópicos e um grupo de ramos ortotrópicos, de 14 genótipos, sendo 13 da variedade Vitória e um da variedade Ipiranga. Foram utilizadas plantas com três anos de idade, cultivadas sob condições de pleno sol, no espaçamento de três metros entre fileiras e um metro entre plantas. A taxa de crescimento dos ramos ortotrópicos e dos ramos plagiotrópicos do *Coffea canephora* é diferente entre os genótipos e sofre mutação sazonal durante todo o período do ano, influenciada, principalmente, pelas variações de temperatura do ar. Sob temperaturas mínimas do ar, abaixo de 17,2 °C, a taxa de crescimento dos ramos de *C. canephora* foi bastante reduzida para maioria dos genótipos estudados. Os ramos plagiotrópicos, com passar dos meses, (especialmente, aqueles com café) apresentaram menor crescimento vegetativo, quando comparados aos ramos mais novos. Sugere-se que a maioria dos genótipos de café Conilon demanda mais nutrientes para o crescimento entre meado de setembro e a segunda semana de maio.

Palavras-Chave: *Coffea canephora*; genótipos; temperatura.

SEASONABLE VEGETATIVE GROWTH OF DIFFERENT KINDS OF GENOTYPES OF THE COFFEE CONILON, ON NORTH OF ESPÍRITO SANTO.

ABSTRACT

The seasonable knowledge of different types of the Conilon coffee has become an important instrument on the culture handling, especially on watering and fertilization. The goal of measuring vegetative growth of the *Coffea canephora* branches in different kinds of genotypes as well as relating them to climates factors, based on growth of groups of orthotropic and plagiotropic branches with different ages. The experiment was lead on the city of Nova Venécia, Espírito Santo. Three groups of plagiotropic branches were marked and one orthotropic branche were marked in a total of 14 genotypes, 13 of Vitória's variety and one of Ipiranga's variety. Plants of three years old were used, cultivated under ample sunshine contact, with 3 meters between lines and one meter between each plant. The growth rate of orthotropic and plagiotropic branches of *C canephora* is different under different genotypes and suffer a seasonable variation during the whole year, influenced, especially, by the oscillation of air temperature. Under temperatures lower than 17,2 °C the branch growth rate are reduced in most of the studied genotypes. Over the months, plagiontropic branches, especially with coffee, has shown a lower vegetative growth rate compared to newer branches. It is suggested that most of Conilon coffee genotypes demand more nutrients for growth between mid-September and the second week of may.

Key words: *Coffea canephora*; genotypes; temperature.

INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* é representado por mais de 100 (cem) espécies, destacando-se, comercialmente, as espécies: *C. arabica* e *C. canephora* (DAVIS et al., 2006). A produção mundial do café, nos últimos anos, foi superior a 132 milhões de sacas, produzida, principalmente, nos países da América do Sul e da Ásia (ICO, 2012). Na safra de 2011, a produção brasileira de café Arábica e Conilon foi de, aproximados 31,9 e 11,3 milhões de sacas, respectivamente, em área de 2,27 milhões de hectares (CONAB, 2012). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, tendo exportado em 2011 mais de 32 milhões de sacas (ICO, 2012). A produção, no Estado do Espírito Santo, na safra 2010/2011, foi de 11,57 milhões de sacas de café, sendo 3,07 milhões de Arábica e 8,49 milhões Conilon. Isto significa produtividade média de 25,5 sacas/hectare, superior à média nacional que foi de 22 sacas/hectare (CONAB, 2012).

Em café Conilon, as inflorescências (glomérulos) são formadas a partir de gemas (sendo um glomérulo por cada gema), localizadas aleatoriamente nas axilas das folhas laterais que se formaram na estação de crescimento do ano corrente, de forma que, a floração depende estreitamente do crescimento dos ramos plagiotrópicos. No cafeeiro, o desenvolvimento reprodutivo começa com a florada, seguida pela formação dos chumbinhos, pela expansão dos grãos, até seu tamanho normal. Depois, ocorre a granação dos frutos e a fase de maturação (CAMARGO e CAMARGO, 2001; PEZZOPANE et al., 2003; MORAES et al., 2008; PETEK et al., 2009).

O padrão de crescimento do cafeeiro Arábica é modificado quando se aumenta o fotoperíodo para 14 horas. A remoção dos frutos não impede as quedas nas taxas de crescimento dos ramos e das folhas, apesar de serem maiores em cafeeiros sem frutos. As flutuações nas taxas fotossintéticas potenciais não explicam as variações no crescimento e as diminuições ocorridas nessas taxas podem estar relacionadas com as resistências bioquímicas nos cloroplastídios. A elevação da resistência estomática à tarde coincide com as quedas drásticas no crescimento dos ramos e da área foliar. Além disso, o crescimento de folhas e de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos acompanha as curvas de temperaturas mínima, média e máxima (SILVA et al., 2004; AMARAL et al., 2006).

Nos cafeeiros, baixas temperaturas (inferior a 13°C) e déficit hídrico acentuado (-3 MPa) afetam diversos componentes do processo fotossintético, pois podem reduzir a condutância estomática, a fotossíntese líquida, a eficiência fotoquímica do fotossistema II, o transporte tilacóidal de elétrons, a atividade enzimática e o metabolismo do carbono, alterando, ainda, a composição e a estrutura dos complexos de pigmentos fotossintéticos e as classes lipídicas com intensidades distintas entre genótipos e espécies (CAMPOS et al., 2003; RAMALHO et al., 2003; SILVA et al., 2004, PRAXEDES et al., 2006; PARTELLI et al., 2009; 2011; BATISTA-SANTOS et al., 2011), relacionadas com as características morfofisiológicas distintas, como acontece entre as espécies *C. arabica* e *C. canephora* (RAMALHO et al., 2003).

O cafeeiro Conilon, quando cultivado em baixas temperaturas (inferiores a 17 °C), apresenta um decréscimo acentuado no crescimento (LIBARDI et al., 1998; PARTELLI et al., 2010), ocasionando queda de produtividade. Os parâmetros climáticos para o zoneamento da espécie *C. canephora* são fundamentados na região de origem. Assim, compreender as características sazonais do crescimento vegetativo do café Conilon, na região do Estado do Espírito Santo, é importante ferramenta para a avaliação de plantas, com implicações para o manejo da cultura, especialmente, para a irrigação e para o planejamento do programa de fertilização da lavoura.

Considerando que são escassos os trabalhos de pesquisa que analisam o crescimento vegetativo do cafeeiro Conilon com a influência de fatores climáticos, objetivou-se, neste, avaliar a taxa de crescimento vegetativo dos ramos de *Coffea canephora* em diferentes genótipos, relacionando-os aos fatores climáticos, tendo como base o crescimento sazonal de grupos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos de diferentes idades, no município de Nova Venécia, Norte do Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Nova Venécia, Norte do Estado do Espírito Santo. A área está localizada a 18° 43' 46" Sul, 40° 23' 10" Norte, com altitude média de 100 metros. O clima, conforme classificação de Köppen, é Aw, tropical com estação seca. Durante a condução do experimento, os valores médios de temperatura mínima, média e máxima, de umidade relativa do ar e de

precipitação foram coletados pela estação meteorológica automática, localizada a 3,8 km da área estudada e a 154 metros de altitude.

Foram utilizadas plantas de *C. canephora* com três anos de idade, cultivadas sob condições de pleno sol, no espaçamento de 03 (três) metros entre fileiras e de 01 (um) metro entre plantas. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, de textura argilosa, com relevo ondulado (EMBRAPA, 2006), cujas características apresentaram pH em água 5,41, P 6,1 mg dm⁻³, K 66 mg dm⁻³, Ca 1,35 cmol_c dm⁻³, Mg 0,78 cmol_c dm⁻³, S-SO₄ 7,0 mg dm⁻³, B 0,2 mg dm⁻³, Cu 0,4 mg dm⁻³, Fe 36,8 mg dm⁻³, Mn 21,0 mg dm⁻³, Zn 3,2 mg dm⁻³ na camada de 0,00-0,20 m.

No decorrer do período experimental, as plantas foram devidamente manejadas, realizando-se adubações segundo o Manual de Recomendações de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo, 5ª aproximação. Também, realizou-se, nos períodos críticos, irrigação de suplementação por meio do sistema de aspersão convencional. Observa-se, no entanto, que não foi considerado o manejo da irrigação, visto que o experimento foi feito em lavoura comercial e o produtor não o utiliza.

A área de estudo foi composta por 14 (quatorze) tratamentos: plantas que compõem a variedade Conilon Vitória 'Incaper-8142' (1V, 2V, 3V, 4V, 5V, 6V, 7V, 8V, 9V, 10V, 11V, 12V, 13V) (FONSECA et al., 2004) e plantas que compõem a cultivar super-tardia (Ipiranga -501). Cada parcela foi composta por 05 (cinco) plantas úteis, marcadas ao acaso. Nessas plantas foram realizadas as marcações dos ramos, iniciadas em 09/10/2010. Foram utilizados quatro grupos de ramos: ortotrópico (Orto), plagiotrópico velho com café (PlagVCC), plagiotrópico velho sem café (PlagVSC), plagiotrópico novo (PlagN).

Nessa data, foram escolhidos e marcados aleatoriamente um ramo ortotrópico e dois ramos plagiotrópicos por planta (PlagVCC e PlagVSC). O ramo PlagVCC foi marcado de forma aleatória observando a idade e os números de gemas produtivas. O ramo PlagVSC foi marcado como o último lançamento de ramo plagiotrópico no ramo ortotrópico. O ramo Ortotrópico foi marcado a partir da base do ramo PlagVSC. Da mesma forma, no dia 29/01/2011, foi escolhido e marcado um ramo plagiotrópico novo por cada planta. As medições foram realizadas em intervalo médio de 15 (quinze) dias, durante o período de um ano (até dia 08/10/2011).

Foi calculada a taxa diária de crescimento vegetativo dos diferentes tratamentos e grupos de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos. Os dados de crescimento vegetativo foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$), considerando-se o delineamento inteiramente casualizado. Calculou-se a média e o erro padrão da média do crescimento dos ramos. Também realizou-se associação entre o crescimento vegetativo e a baixa temperatura. Os crescimentos foram avaliados com os dados climáticos e com irrigações da lavoura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 16 de maio até o mês de agosto, as temperaturas mínima e média (Figura 1A), apresentaram os menores valores médios, caracterizando assim um período de condições adversas ao crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, fato associado a baixa temperatura (LIBARDI et al., 1998; PARTELLI et al., 2010). Observa-se que, nesse período, o crescimento foi menor em praticamente todos os genótipos estudados (Figura 2). Esses resultados confirmam aqueles relatados por Partelli et al. (2009; 2011), os quais mostraram que *C. canephora*, em baixas temperaturas, apresentam sensibilidade e, portanto, menor crescimento (LIBARDI et al., 1998; PARTELLI et al., 2010).

Os cafeeiros, situados em locais que apresentam temperaturas baixas positivas e deficiência hídrica acentuada, sofrem diversos danos no processo fotossintético. Esses fatores acarretam redução do crescimento vegetativo, da condutância estomática, da fotossíntese líquida, da eficiência fotoquímica do fotossistema II, do transporte tilacoidal de elétrons, da atividade enzimática, bem como, do metabolismo do carbono, alterando, também, a composição e a estrutura dos complexos de pigmentos fotossintéticos, as classes lipídicas e os ácidos graxos com intensidades distintas entre genótipos e espécies (RAMALHO et al. 2003, SILVA et al. 2004, PARTELLI et al. 2009; 2011, BATISTA-SANTOS et al. 2011).

A redução do crescimento em todos grupos de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos (Figura 2) foi mais perceptível quando a temperatura mínima média ficou abaixo de 17,2°C (Figura 1A), como observado, no período a partir de 16 de maio. Nota-se que a queda brusca de crescimento ocorreu nos genótipos V1, V2, V3, V4, V5, V9, V10, V13 e Ipiranga (Figura 2), enquanto os demais materiais

apresentaram queda menos acentuada ou, até mesmo, mantiveram o crescimento (Figura 2 - genótipos V6, V7, V8, V11 e V12).

Essas particularidades entre os genótipos de café conilon podem estar associadas a diferentes mecanismos de tolerância a baixa temperatura, como a eficiência do ciclo da zeaxantina, a atividade enzimática, a configuração das classes lipídicas e de açúcares nas folhas, dentre outros fatores, que são diferentes entre os genótipos de café Conilon (PARTELLI et al., 2009; 2011) e entre o gênero *Coffea* (CAMPOS et al., 2003; RAMALHO et al., 2003; BATISTA-SANTOS et al., 2011). Essas diferenças podem também estar associadas ao ciclo de maturação, pois as variedades estudadas apresentam ciclo de maturação precoce, médio, tardio e super tardio (FONSECA et al., 2004; FERRÃO et al., 2008), por isso alguns clones, V6 e V8, por exemplo, podem tolerar mais a temperatura baixa, quando comparados aos demais.

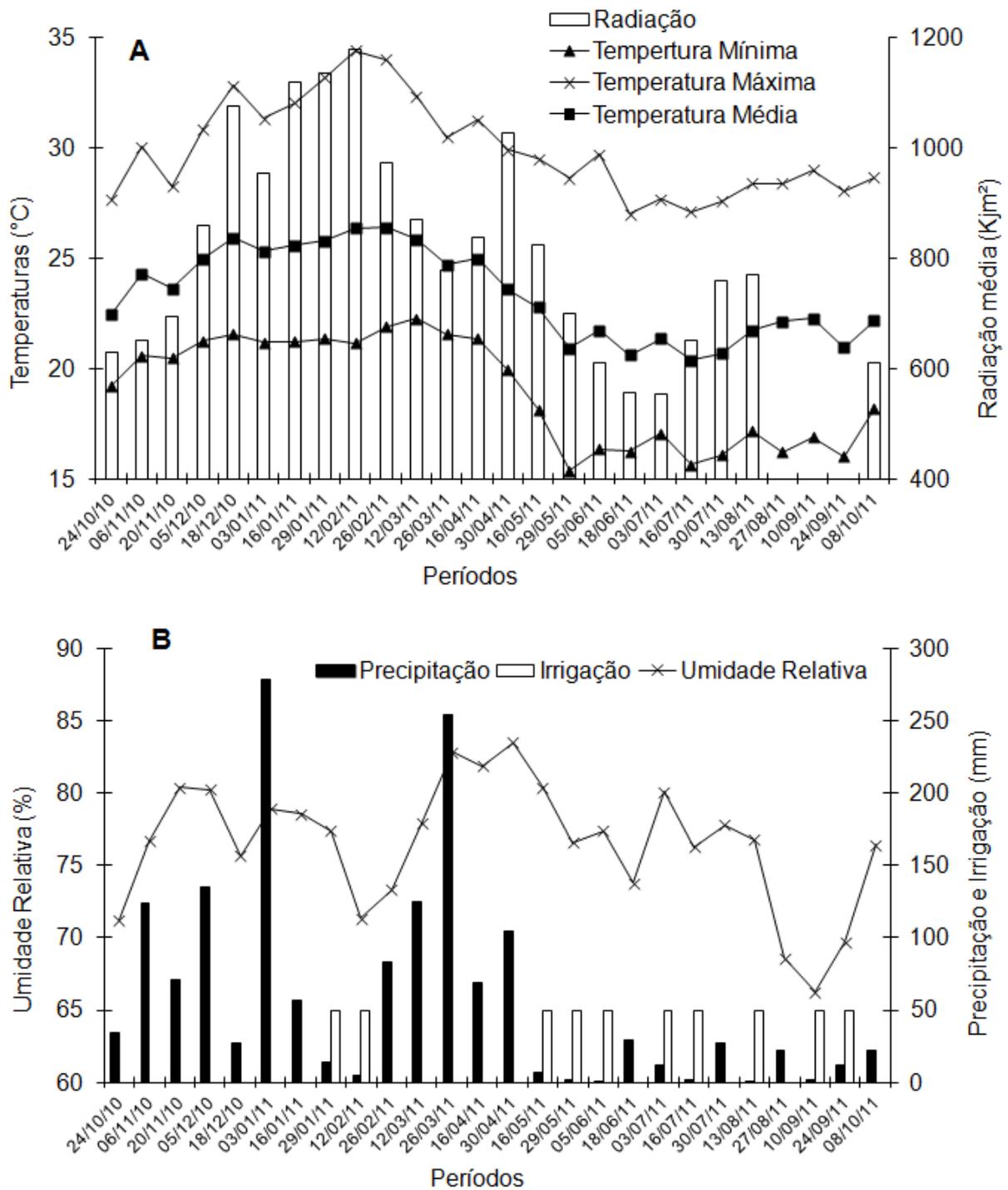


Figura 1: Temperatura mínima, máxima e média, radiação (A), precipitação, irrigação e umidade relativa (B), determinadas durante o período de condução do experimento. Nova Venécia/ES, 2010/2011. Nota: 13 de agosto a 24 de setembro não foi possível obter dados de radiação.

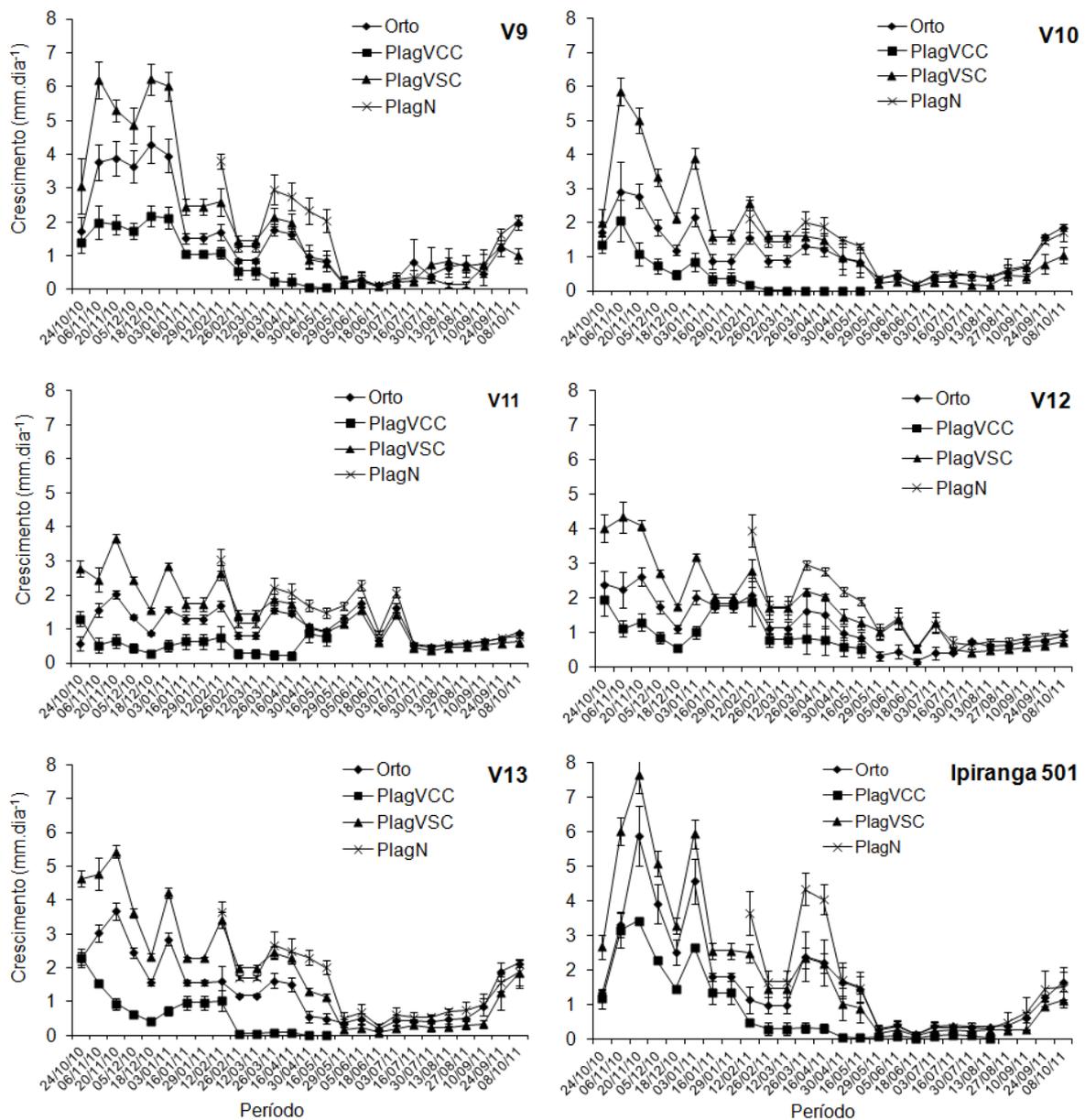


Figura 2. Taxa de crescimento vegetativo (mm dia^{-1}) de grupos de ramos ortotrópicos e plagiótropicos de *C. canephora*, ao longo do experimento. Nova Venécia/ES, 2010/2011. As barras representam o erro padrão da média.

O maior crescimento vegetativo ocorreu do início das medições até a segunda semana de maio de 2010 e, depois, a partir de meado de setembro de 2011 (Figura 2). Assim, sugere-se que a maioria dos genótipos de café Conilon demanda mais nutrientes para o crescimento entre meados de setembro até a segunda semana de maio, em função das maiores taxas de crescimento.

Foi observada leve queda na taxa de crescimento em alguns meses de verão/outono, o que não pode ser atribuída a condições de baixa temperatura mínima do ar. Essas quedas pontuais em alguns genótipos, provavelmente, estão

associadas ao ataque severo de *Hemileia vastatrix*, que ocorreu em alguns clones (dados observados em campo). Também pode estar associado a altas temperaturas máximas do ar (superior a 34°C, tendo dias que passaram de 38°C) e deficit hídrico ocorridos em janeiro e fevereiro (Figura 1AB). As quedas foram distintas conforme genótipo, pois o café Conilon pode responder de forma diferente à seca do solo (DAMATTA et al., 2003; PINHEIRO et al., 2004; PRAXEDES et al., 2006).

Os ramos plagiotrópicos mais novos sem café (PlagN), seguidos dos ramos plagiotrópicos velho sem café (PlagVSC), apresentaram crescimento maior do que os ramos ortotrópicos (Orto) e os ramos plagiotrópicos velhos com café (PlagVCC), que apresentaram crescimento quase que nulo na época antes da colheita (Figura 2). Esses dados corroboram com os mostrados por Partelli et al. (2010). Possivelmente, o menor crescimento do ramo velho com fruto, está associado à genética da planta e à grande demanda de nutrientes necessários para formação dos frutos. Assim, para estimar o crescimento sazonal do cafeeiro há necessidade de marcar mais de um grupo de ramos plagiotrópicos.

As regressões entre o crescimento de ramos e todos os parâmetros ambientais não foram significativas durante todo o período do experimento. Porém, um estudo mais detalhado, considerando apenas o período de diminuição da temperatura, apresentou correlações significativas com a temperatura mínima do ar (Figura 3). O melhor ajuste foi obtido usando a média de temperaturas mínimas, no período de 26/03/2011 à 10/09/2011, com $R^2 = 0,8683$ para ramos ortotrópicos, $R^2 = 0,9135$ para plagiotrópicos velhos sem café e $R^2 = 0,9246$ para plagiotrópicos novos (Figura 3), confirmando que a baixa temperatura mínima do ar exerce influência negativa no crescimento do cafeeiro Conilon.

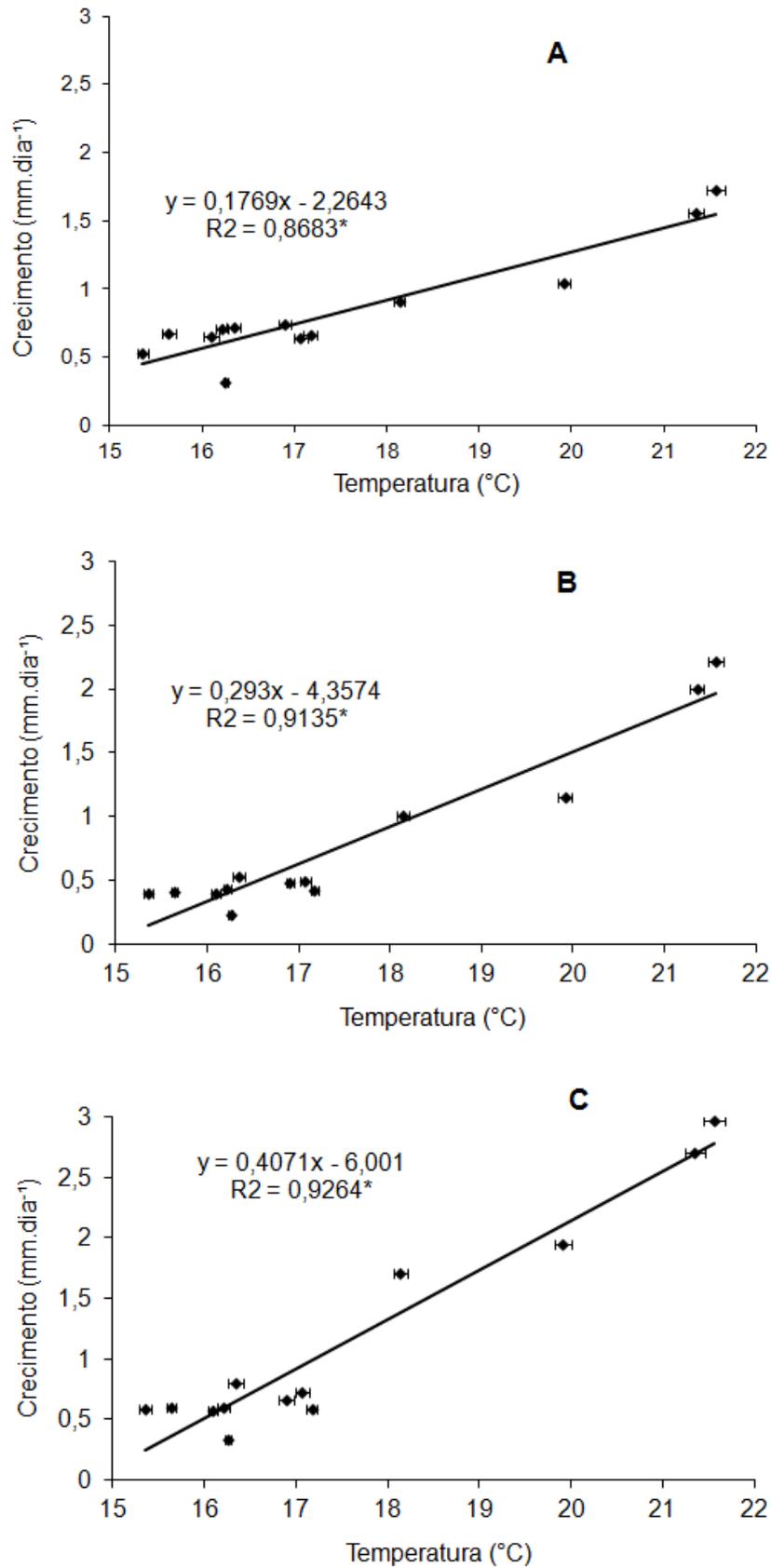


Figura 3. Associação entre a média de temperaturas mínimas (tomada entre 26/03 a 10/09/2011) e a taxa de crescimento vegetativo dos ramos ortotrópicos (A), plagiotrópicos velho sem café (B) e plagiotrópicos novo(C).

CONCLUSÃO

A taxa de crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos do *C. canephora* é diferente entre os genótipos e sofre variação sazonal durante todo o período do ano, influenciada, principalmente, pelas variações de temperatura do ar.

Em temperaturas mínimas do ar, abaixo de 17,2 °C, a taxa de crescimento dos ramos de *C. canephora* é bastante reduzida para a maioria dos genótipos estudados.

Os ramos plagiotrópicos, com o passar dos meses, (especialmente aqueles com frutos) apresentam menor crescimento vegetativo, quando comparados a ramos mais novos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BATISTA-SANTOS, P.; LIDON, F. C.; FORTUNATO, A.; LEITÃO, A. E.; LOPES, E.; PARTELLI, F. L.; RIBEIRO, A. I.; RAMALHO, J. C. The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp.-Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 8, p. 792-806, 2011.

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

CAMPOS, P. S.; QUARTIN, V.; RAMALHO, J. C.; NUNES, M. A. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. **Plants. Journal of Plant Physiology**, v. 160, n. 3, p. 283-292, 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Café: Safra 2012 Primeira Estimativa**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>. Acesso: 18 de abril de 2012.

DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; PINHEIRO, H. A.; DUCATTI, C.; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance of two field-grown clones of *Coffea canephora*. **Plant Science**, v. 164, n. 1, p. 111-117, 2003.

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**, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.

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

FERRAO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. Parametros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-69, 2008.

FONSECA, A. F. A.; FERRAO, M. A. G.; FERRAO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. 'Conilon Vitória - Incaper 8142': improved *Coffea canephora* var. kouillou clone cultivar for the state of Espírito Santo. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 503-505, 2004.

ICO – International Coffee Organization. **Trade Statistics**. Disponível em: http://www.ico.org/trade_statistics.asp?section=Statistics. Acesso: 18 de abril de 2012.

LIBARDI, V. C. M.; AMARAL, J. A. T.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 23-28, 1998.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUSHI, M. S.; RIBEIRO, A. M. R. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arabica*. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 257-260, 2008.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P.; BATISTA-SANTOS, P.; RODRIGUES, A. P.; LEITÃO, A. E.; RAMALHO, J. C. Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1404-1415, 2009.

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

PARTELLI, F. L., BATISTA-SANTOS, P., SCOTTI-CAMPOS, P., PAIS, I. P., QUANTIN, V. L., VIEIRA, H. D., RAMALHO, J. C. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. **Environmental and Experimental Botany**, v. 74, n. 1, p. 194-204, 2011.

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

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. B. P. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.

PINHEIRO, A. H.; DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; FONTES, E. P. B.; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. **Plant Science**, v. 167, n. 6, p. 1307-1314, 2004.

PRAXEDES, S. C.; DAMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E.; FERRÃO, M. A. G.; CORDEIRO, A. T. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. *kouillou*) leaves. **Environmental and Experimental Botany**, v. 56, n. 3, p. 263-273, 2006.

RAMALHO, J. C.; QUARTIN, V. L.; LEITÃO, E.; CAMPOS, P. S.; CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; NUNES, M. A. Cold Acclimation Ability and Photosynthesis among Species of the Tropical *Coffea* Genus. **Plant Biology**, v. 5, n. 6, p. 631-641, 2003.

SILVA, E. A.; DAMATTA, F. M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A. J.; BARROS, R. S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 89, n. 2-3, p. 349-357, 2004.

CAPÍTULO 2.2

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DO CAFEIRO CONILON

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DO CAFEEIRO CONILON

RESUMO

Há uma variabilidade acentuada no período de maturação dos frutos das variedades clonais, com um diferencial em relação à época de colheita. Objetivou-se apresentar dados de acúmulo máximo de macronutrientes em quatro genótipos distintos no que se refere ao ciclo de maturação dos frutos. O experimento foi conduzido no município de Nova Venécia, Espírito Santo. O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, sendo quatro tratamentos (quatro genótipos de maturação diferenciada). Foram marcadas 60 plantas (um ramo por planta) de cada tratamento, sendo os ramos analisados/colhidos a partir da floração até a colheita, em intervalo de 28 em 28 dias. O acúmulo máximo de macronutrientes obtido foi na data de 06/02/2011 para o genótipo de maturação com ciclo precoce, em 08/04/2011 para o genótipo de maturação com ciclo médio, em 07/05/2011 para o genótipo de maturação com ciclo tardio e na data de 03/07/2011 para o genótipo de maturação com ciclo super-tardio. Estes genótipos, com ciclo de maturação distintos, também apresentaram particularidades para cada nutriente absorvido, variando de acordo com o período, podendo, portanto, sugerir que cada genótipo demanda uma quantidade variável de nutriente no mesmo período. Genótipos com ciclo de maturação dos frutos mais prolongados demandam mais macronutrientes, os quais devem ser mais bem distribuídos no ciclo. Sugere-se que o suprimento de macronutrientes ao café conilon deve levar em consideração o ciclo de maturação do genótipo quando desejável o máximo de aproveitamento de nutriente e consequentemente a produtividade.

Palavras-Chave: *Coffea canephora*; maturação; Nutrientes.

MACRONUTRIENTS ACCUMULATION IN FRUITS OF DIFFERENT KINDS OF GENOTYPE OF THE CONILON COFFEE.

ABSTRACT

There is an accentuated variability on the period of maturation of clonal variety's fruits, with a differential period in consideration of harvest time. The goal is present data of the max quantities of macronutrients' accumulation in four distincts genotypes relative to fruits maturation cycle. The experiment was lead on Nova Venécia, Espírito Santo. The principal course set used was completely random as with four treatments (four different maturation period genotypes). 60 Plants were marked (one branch per plant) of each treatment that were analyzed and picked since flowering to harvesting, in gaps of 28 to 28 days. The max quantity of macronutrients accumulation was obtained on 2/6/2011 for the precocious cycle genotype, 4/8/2011 for the average maturation cycle genotype, 5/7/2011 for the slowest maturation cycle genotype. This genotypes whose maturation cycle are distinct also presented singularities in each absorbed nutrient, that had varied according to certain period. It may suggest that each genotype demand a variable quantity of nutrients in the same period of time. Genotypes which maturation fruit cycle is longer takes a bigger amount of macronutrients and they are also better distributed along the cycle. It is suggested that that in order to supply nutrients to Conilon coffee it has to be taken in consideration the maturation cycle of each genotype if a full utilization of nutrients and consequently rising the productivity rate, if desirable.

Keywords: *Coffea canephora*; maturation; nutrients.

INTRODUÇÃO

A produção mundial do café nos últimos anos foi superior a 132 milhões de sacas, produzido, principalmente, nos países considerados em desenvolvimento (ICO, 2012). Na safra de 2011, a produção brasileira de *Coffea arabica* e *C. canephora* foi de aproximadamente 31,89 e 11,26 milhões de sacas, respectivamente, em área de 2,27 milhões de hectares (CONAB, 2012). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, tendo exportado, em 2011, mais de 32 milhões de sacas (ICO, 2012). A produção, no Estado do Espírito Santo, na safra 2010/2011, foi de 11,5 milhões de sacas de café, sendo 03 milhões de arábica e 8,5 milhões de conilon.

Atualmente, no Estado do Espírito Santo, a cultura do café conilon está centrada acima do Rio Doce. Esta região possui solos de baixa fertilidade, fazendo com que uma adubação equilibrada seja prática indispensável na melhoria da produtividade e da qualidade. Outro aspecto importante sobre a sustentabilidade da cafeicultura está relacionado à seleção de progenitores de café Conilon, que deve levar em consideração a associação entre estudos de divergência genética e a produtividade por ciclo (CECON., et al, 2008).

O gênero *Coffea* é representado por mais de 100 espécies, destacando-se comercialmente as espécies: *Coffea arabica* e *C. canephora* (DAVIS et al., 2006). O café Conilon é diplóide com $2n = 22$ cromossomos e auto-incompatível, multiplicando-se por polinização cruzada. Devido à alogamia da espécie, observa-se grande heterogeneidade entre plantas de uma mesma lavoura, pois, as sementes obtidas não reproduzem necessariamente as características da planta-matriz. Esta variabilidade dificulta os tratamentos culturais e reduz a produtividade e a qualidade do café Conilon, mas, pode ser diminuída com a utilização da propagação assexuada de plantas-matrizes selecionadas.

Alguns desses clones distinguem-se entre si pelos fenótipos, basicamente, em virtude da época de maturação dos frutos, ou seja, os clones de uma determinada variedade completam, simultaneamente, seu ciclo de maturação, que pode ser precoce, médio, tardio ou super-tardio. É importante ressaltar que a florada desses genótipos ocorre na mesma época (em agosto/setembro), por ocasião das chuvas de florada. Contudo, o período posterior, de abertura da flor à completa maturação e colheita, é diferenciado para cada clone. Há uma diversidade

acentuada na época de maturação dos frutos das variedades clonais, com um diferencial de época em relação à época de colheita. As variedades clonais EMCAPA 8111, EMCAPA 8121 e EMCAPA 8131 apresentam ciclo de maturação precoce, médio e tardio, respectivamente, (BRAGANÇA et al., 2001).

Considerando que são escassos os trabalhos de pesquisa que relacionam o acúmulo de nutrientes com os diferentes estádios de maturação no café conilon, este trabalho tem como objetivo apresentar dados de acúmulo máximo de macronutrientes em quatro genótipos distintos em relação ao ciclo de maturação dos frutos, no município de Nova Venécia, norte do Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na propriedade particular do Sr. João Batista Marré, localizada no município de Nova Venécia, Estado do Espírito Santo. A área está localizada a 18° 43' 46" S, 40° 23' 10" W, com altitude média de 100 m.

Durante a condução do experimento, os valores médios de temperatura mínima, média e máxima, de umidade relativa do ar e de precipitação foram coletados pela estação meteorológica automática do INMET/INCAPER, localizada na Latitude -18.6953°, Longitude -40.3908°, e Altitude 154 metros, a 3,8 km da área do experimento.

Foram utilizadas plantas de *C. canephora* com três anos de idade, cultivadas sob condições de pleno sol, no espaçamento de três metros entre fileiras e um metro entre plantas. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico e com textura argilosa, de relevo ondulado (EMBRAPA, 2006), cujas características apresentam pH em água 5,41, P 6,1 mg dm⁻³, K 66 mg dm⁻³, Ca 1,35 cmol_c dm⁻³, Mg 0,78 cmol_c dm⁻³, S-SO₄ 7,0 mg dm⁻³, B 0,2 mg dm⁻³, Cu 0,4 mg dm⁻³, Fe 36,8 mg dm⁻³, Mn 21,0 mg dm⁻³, Zn 3,2 mg dm⁻³ na camada de 0,00-0,20 m.

No decorrer do período experimental, as plantas foram devidamente manejadas conforme a literatura Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo, 5ª aproximação. Foram realizadas adubações em novembro de 2010, aplicando 110 gramas de superfosfato simples, em 16 de dezembro de 2010, aplicando 80 gramas de 20-00-20, em 12 de março de 2011, aplicando 100 gramas de 20-00-20 e em 30 de maio de 2011, aplicando 120 gramas de 20-00-20.

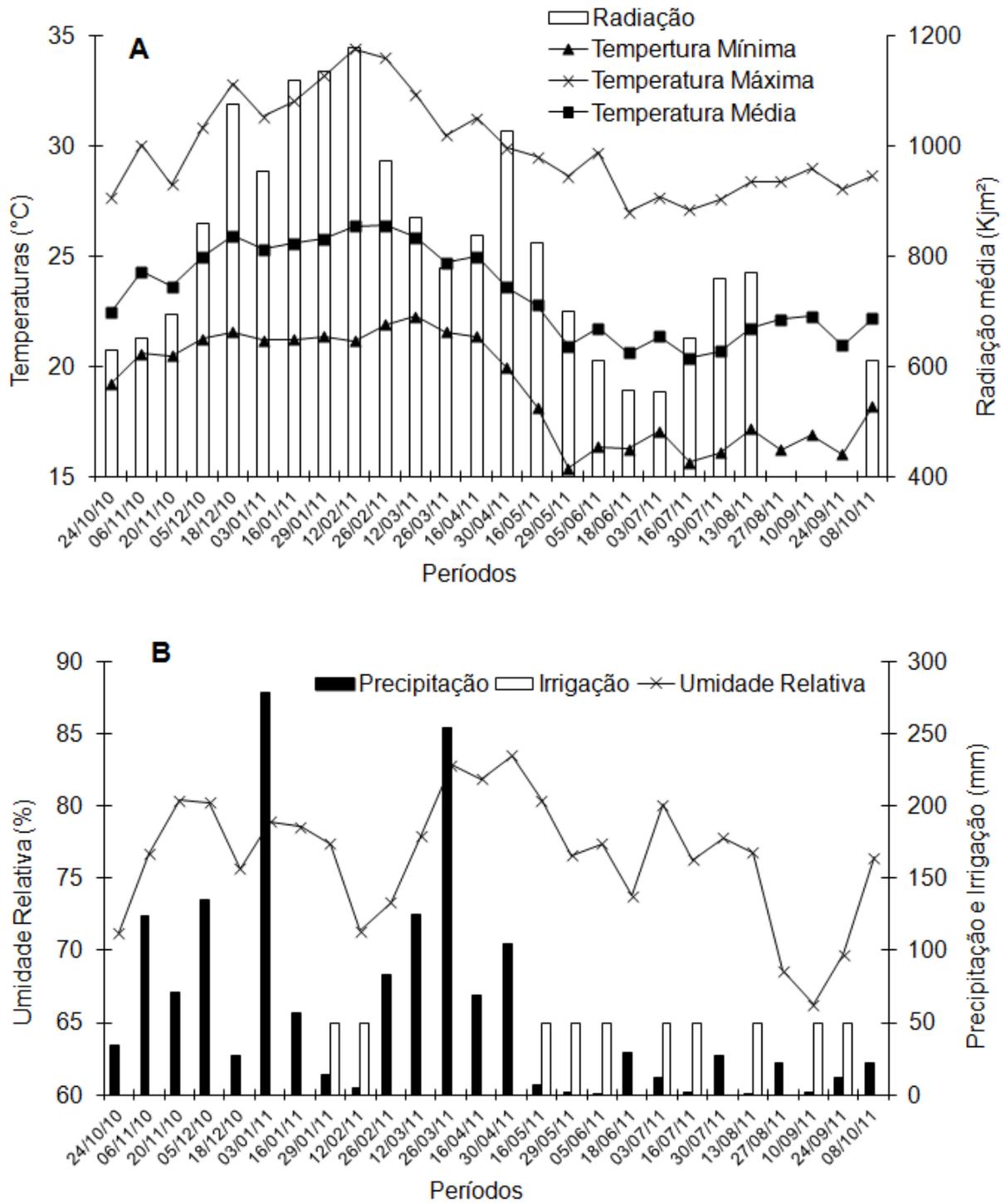


Figura 1. Temperatura mínima, máxima e média, radiação (A), precipitação, irrigação e umidade relativa (B), determinadas durante o período de condução do experimento. Nova Venécia/ES, 2010/2011. Nota: 13 de agosto a 24 de setembro não foi possível obter dados de radiação.

Tabela 1. Caracterização dos genótipos utilizados no experimento.

Maturação	Data de Colheita	genótipo	Variedade	Produtividade sacas/ha (2011)
Precoce	01/04/2011	12V	Conilon vitória	105
Média	27/04/2011	10V	Conilon vitória	123
Tardia	05/06/2011	13V	Conilon vitória	111
Super-tardio	11/07/2011	501	Ipiranga 501	110

O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, sendo quatro tratamentos (quatro genótipos de maturação diferenciada). Foram marcadas 60 plantas (um ramo por planta) de cada tratamento, sendo os ramos analisados/colhidos a partir da floração até a colheita, em intervalo de 28 em 28 dias. Foram realizados a coleta de cinco ramos ao acaso de cada genótipo em cada período avaliado, portanto, cinco repetições. Os ramos tinham em média 13 rosetas produtivas com café.

As amostragens iniciaram-se em 14 de agosto de 2010, quinze dias após a antese floral, para os materiais precoce e médio e em 11 de setembro de 2010, vinte e quatro dias após a antese floral, para os materiais tardio e super-tardio. Ocasão em que se coletaram ramos plagiotrópicos.

Os frutos foram coletados e secados em estufa de circulação forçada a 70°C até atingir peso constante. Após esse processo, o material vegetal foi pesado em balança de precisão. Os frutos foram moídos em moinho tipo Wiley, de aço inoxidável, passado em peneira de malha de 0,841 mm, para realização das análises químicas. As análises foram realizadas em triplicatas no laboratório, usando como metodologia, a descrita por Silva et al. (1999).

O acúmulo dos nutrientes por ramo (mg/ramo) foi calculado pela seguinte fórmula: Acúmulo = MS dos frutos (g) x concentração de nutriente (g/kg). Os dados foram apresentados em figuras, destacando-se valores médios e erro-padrão da média. Foi calculada a média, o erro padrão da média e a porcentagem do acúmulo de nutrientes nos frutos por ramo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notou-se que o acúmulo de matéria seca não se apresentou de forma constante do período de formação até colheita, apesar dos frutos apresentarem maduros (Figura 1), porém com acumulação crescente de massa de matéria seca (Bragança et al, 2010).

Em estudos realizado com café arábica foi constatado que, durante o período de desenvolvimento, os frutos passaram por cinco estágios de desenvolvimento distintos, sendo estes: chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso, granação e maturação (Rena et al., 2001). Observa-se que estes estágios de desenvolvimento ocorrem, em *Coffea canephora*, em épocas distintas, com duração também distinta, de acordo com o ciclo de maturação de cada material (Figura 1). Assim, o ciclo reprodutivo foi diferenciado entre os materiais, confirmando o estudo realizado por Bragança et al, (2001), havendo uma diversidade acentuada no período de maturação dos frutos das variedades clonais avaliadas, com um diferencial de até três meses em relação à época de colheita.

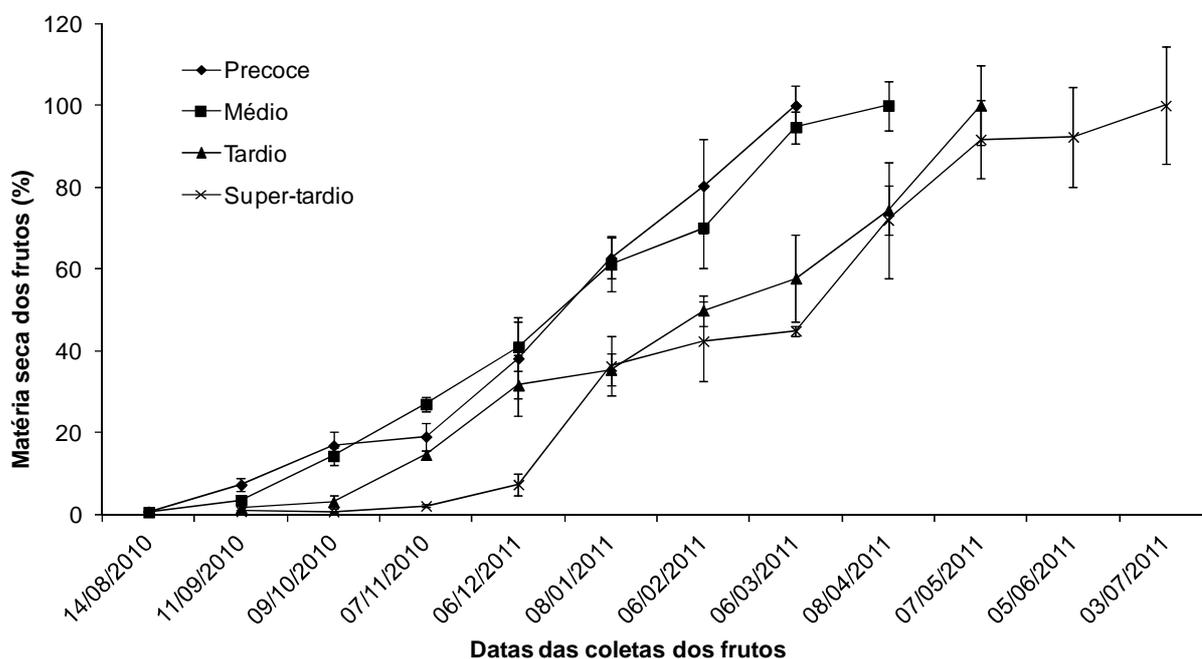


Figura 2. Porcentagem de acúmulo médio de matéria seca em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

O período de chumbinho, que se iniciou após a floração, teve um acúmulo de matéria seca nos frutos pouco expressivo neste estágio, em todos os tratamentos (Figura 2). Percebe-se, pois, que tal fato se deve ao desenvolvimento dos frutos ocorrer mais por multiplicação celular do que por expansão (LEON & FOURNIER,

1962; RENA et al., 2001). No período de expansão rápida, havendo incremento de matéria seca nos frutos até o final do estágio. O aumento de matéria seca neste estágio está relacionado principalmente à expansão celular (RENA et al., 2001). No estágio de crescimento suspenso, observa-se pouco acúmulo de matéria seca. Sugere-se, assim, que o baixo crescimento neste estágio está relacionado à reciclagem e à síntese de enzimas e de compostos intermediários (TAIZ & ZEIGER, 2010). Acredita-se que o fruto atingiu seu tamanho máximo. E o último estágio, de granação-maturação caracteriza-se pela deposição de matéria de reserva, principalmente nas sementes (ASTOLFI et al., 1981; RENA et al., 2001).

Foi observado acúmulo acentuado de nitrogênio nos distintos genótipos, geralmente ocorrido na fase final de maturação, ou seja, na data de 06/03/2011 no precoce, em 08/04/2011 no médio, em 07/05/2011 no tardio e na data de 03/07/2011 no super-tardio. Isto sugere que, nessas datas, há grande demanda deste nutriente, conforme matéria genética.

Percebe-se que, enquanto os materiais precoce e médio acumularam cerca de 80% do nitrogênio nos frutos, os materiais tardio e super tardio acumularam 20%, considerando a mesma data. Observa-se também que, enquanto os materiais com maturação precoce e médio atingem cerca de 95% de acúmulo de nitrogênio, não necessitando de grandes fornecimentos do nutriente, os materiais tardio e super tardio necessitam de cerca de 60% de fornecimento do nutriente. Pode-se sugerir que materiais com estágios de maturação diferentes demandam nutrientes em épocas distintas, assim, as adubações devem ser realizadas de forma diversa conforme o material cultivado.

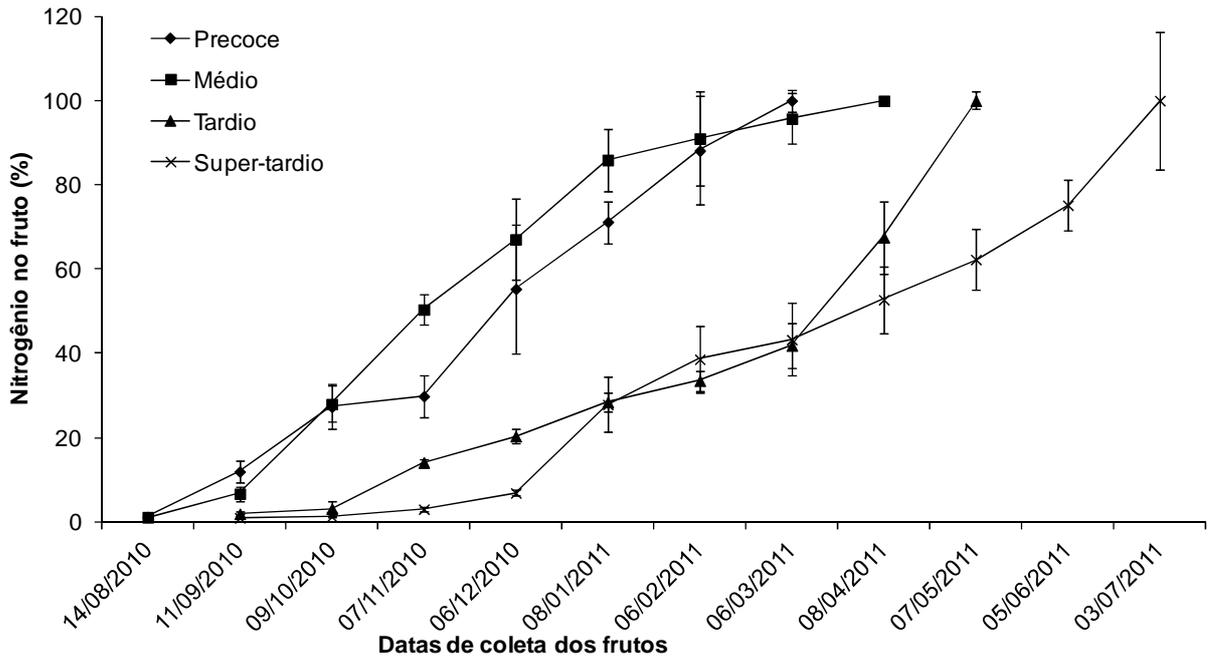


Figura 3. Porcentagem de acúmulo médio de nitrogênio em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Pode-se observar que em todos os materiais estudados, o acúmulo de nitrogênio foi crescente de forma constante até o estágio de crescimento suspenso (Figura 2), porém, o acúmulo no estágio de granação e de maturação obteve taxas elevadas de acúmulo de N, chegando à 2887 mg por ramo, no super-tardio (dados não apresentados). Outra observação que se pode destacar é que nos materiais tardio e super-tardio a taxa de acúmulo foi menor do que nos materiais precoce e médio, quando comparados nas mesmas datas das avaliações.

Notou-se que houve menor acúmulo em períodos distintos nos ciclos de maturação em todos os genótipos, sendo eles: no material de ciclo precoce, ocorreu na data 07/11/2010, no material de maturação médio, se deu em 06/02/2011, no material de maturação tardio e super-tardio, aconteceu em 06/03/2011. Sugere-se que, nestas datas, ocorreu uma menor demanda deste nutriente (Figura 3).

Ao avaliar o acúmulo de fósforo nos frutos (Figura 4), pode-se notar que o maior índice ocorreu no material de maturação super-tardio, chegando a 241 mg de P por ramo (dados não apresentados), observando a curva maior, até atingir 100% de fósforo acumulado. Observa-se uma semelhança nas curvas dos genótipos de maturação precoce, médio e tardio, com exceção para as datas onde ocorreu baixo acúmulo, sendo estas particulares para cada genótipo, sugerindo que, em

11/09/2010, em 07/11/2010 e em 08/01/2011 para precoce, médio e tardio, respectivamente, há uma menor necessidade deste nutriente.

Percebe-se que, enquanto o material precoce acumulou 70% do fósforo nos frutos, o super-tardio acumulou 10%, considerando a mesma data. Avalia-se também que, enquanto o material com maturação precoce atinge cerca de 90% de acúmulo, não necessitando de grandes fornecimentos do nutriente, o material super-tardio precisa de cerca de 80% de fornecimento do nutriente. Pode-se sugerir, portanto, que materiais com estágios de maturação diferentes demandam nutrientes em épocas distintas, assim, as adubações devem ser realizadas de forma diferente de acordo com o material cultivado.

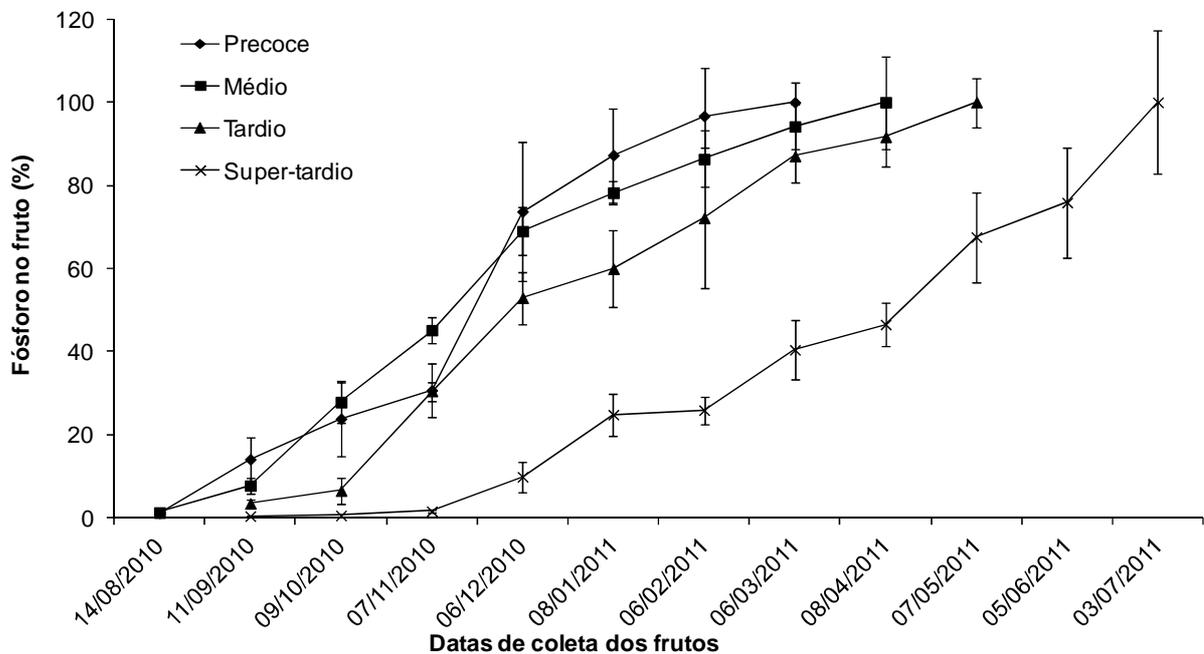


Figura 4. Porcentagem de acúmulo médio de fósforo em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

O potássio (Figura 5) foi um nutriente bastante acumulado pelos frutos do café conilon, atingindo 2400 mg por ramo (dados não apresentados), sendo inferior somente ao nitrogênio, comprovando que seu papel na formação de amido (através da ativação da sintase do amido) é fundamental na produção do café (BRAGANÇA et al, 2008). É um nutriente requerido na ativação de enzimas essenciais na síntese de açúcares solúveis (MARENCO & LOPES, 2005). Nota-se uma semelhança também no acúmulo de K nos ciclos de maturação precoce, médio e tardio, reduzindo-se o acúmulo para cada um em datas diferenciadas (Figura 4) e voltando

a elevar a taxa no estágio de granação, apresentando semelhança ao café arábica (LAVIOLA et al, 2009).

No entanto, não se observa com clareza esta característica nos frutos de maturação precoce e médio, podendo-se supor que, por tratar-se de material com ciclo menor e com o desenvolvimento dos frutos mais acelerados, o intervalo das amostras foi longo para apresentar esta característica. Percebe-se que, enquanto o material precoce acumulou 80% do potássio nos frutos em dezembro, o super-tardio acumulou menos de 10%. Pode-se sugerir que materiais com estágios de maturação diferentes demandam potássio em épocas distintas, assim as adubações devem ser realizadas de forma diferente de acordo com o material cultivado.

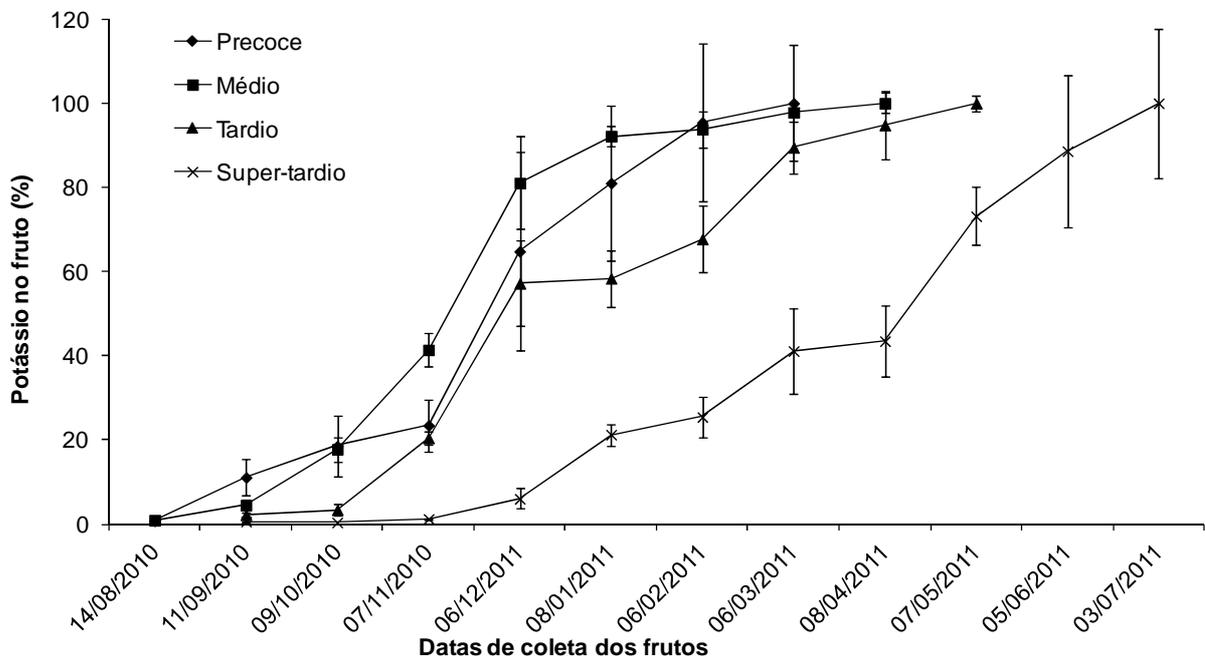


Figura 5. Porcentagem de acúmulo médio de potássio em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Para o cálcio, a curva de acúmulo (Figura 6) foi similar para todos os quatro ciclos de maturação levando em comparação o comportamento das curvas. Apresentando um salto considerável no início da formação dos frutos (sendo em datas diferentes para cada genótipo), reduzindo a taxa e voltando a apresentar um salto na taxa antes do estágio de maturação dos frutos. É provável que este maior acúmulo de cálcio no início está relacionado ao estágio de expansão rápida, visto que este nutriente é de grande importância nos processos de divisão celular e na estabilização de membranas e paredes celulares das novas células formadas (MARSCHNER, 1995; MARENCO & LOPES, 2005).

Analisando as curvas de acúmulo de magnésio (Figura 7), pode-se observar que houve uma oscilação no ramo em todos os genótipos, sendo mais expressivas em alguns e menos perceptível em outros, levando em consideração as datas avaliadas. Mas, de uma maneira geral, o magnésio apresentou curvas que demonstraram um incremento no início da amostragem de cada material, reduzindo-se a taxa por um período, elevando-se em outro, em datas distintas para cada genótipo e voltado a apresentar baixo acúmulo.

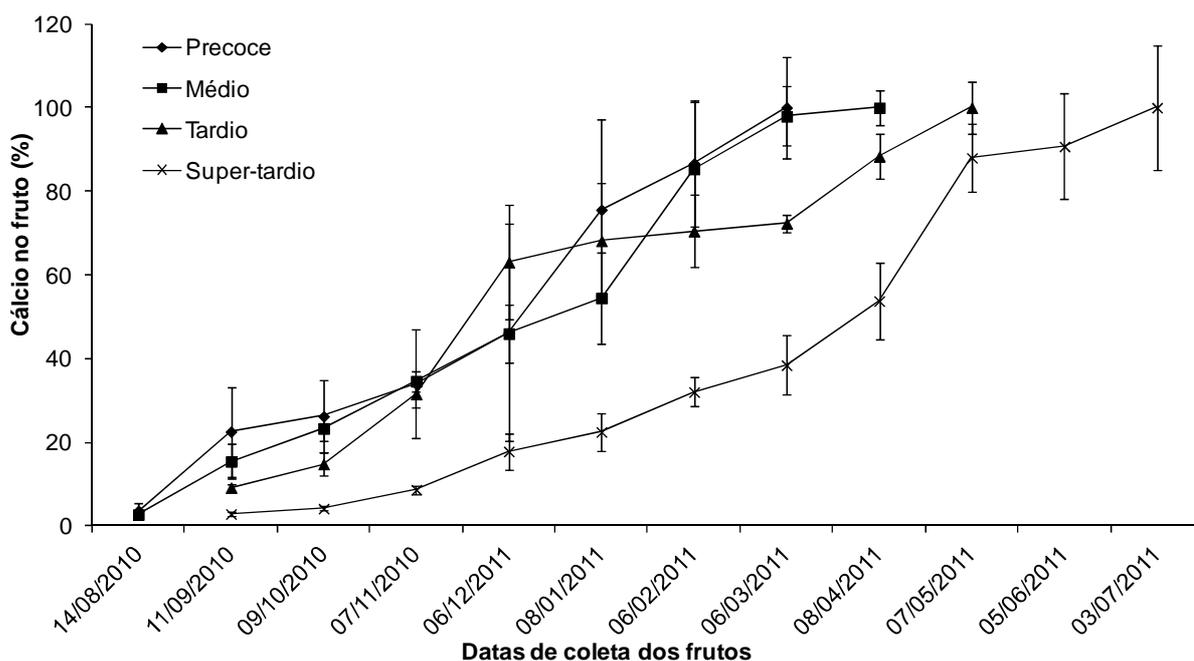


Figura 6. Porcentagem de acúmulo médio de cálcio em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Observou-se que o Mg foi o macronutriente menos acumulado pelos frutos (dados não apresentados). Esse nutriente, pode ter sido requerido em maior quantidade para acelerar a atividade de ATPases (MARSCHNER, 1995) justificando a alta taxa de acúmulo no meio do ciclo, já que o fruto no estágio de chumbinho possui alta taxa respiratória (CANNEL, 1971; RENA et al, 2001), o que explica o baixo acúmulo de Mg na cultura, pois o estágio de chumbinho apresenta menor taxa de acúmulo de matéria seca.

No que se refere ao acúmulo de enxofre (Figura 8), nota-se que as curvas apresentaram comportamento similar ao fósforo e ao potássio, inclusive, no aumento da taxa acúmulo nas datas finais de cada ciclo de maturação, sendo a partir de 06/02/2011, 06/03/2011, 08/04/2011 e 07/05/2011 para precoce, médio, tardio e super-tardio, respectivamente, corroborando com Laviola, et al (2007), que observou

que os maiores acúmulos de S foram no estágio de granação-maturação do fruto, em café arábica.

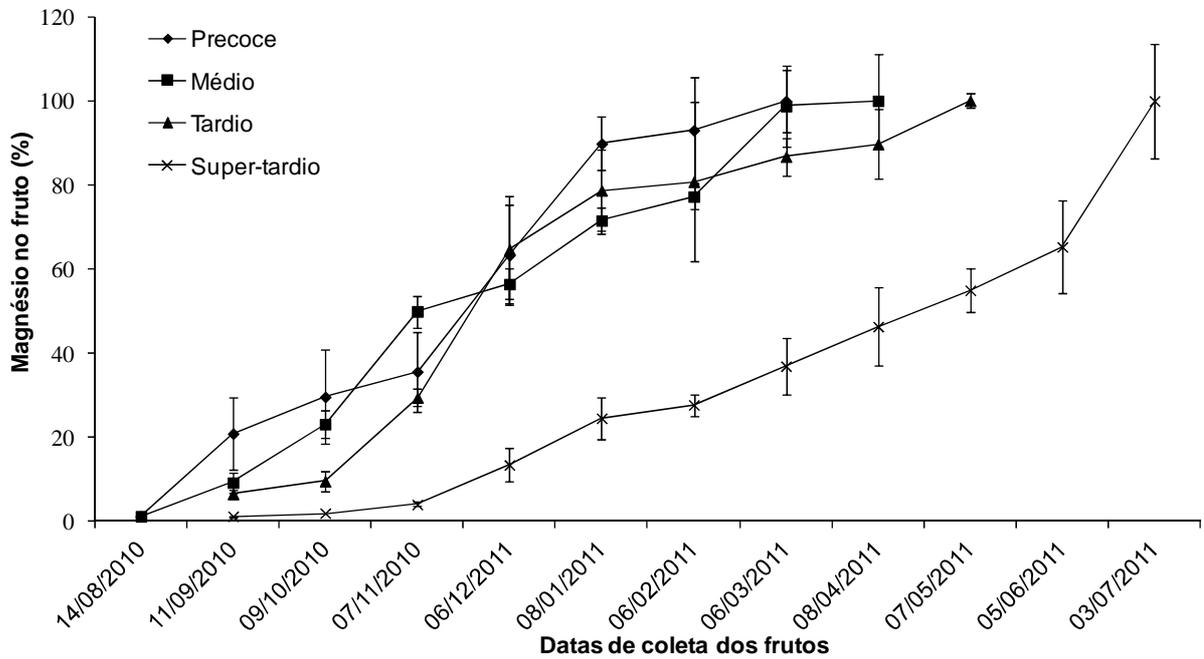


Figura 7. Porcentagem de acúmulo médio de magnésio em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

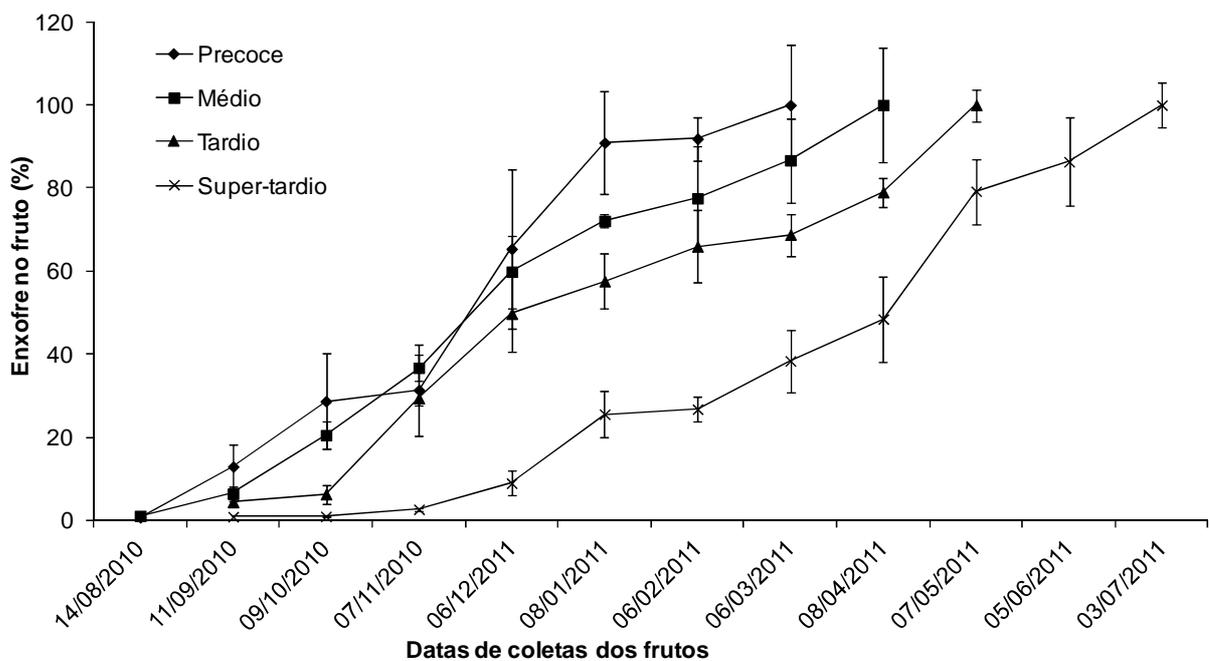


Figura 8. Porcentagem de acúmulo médio de enxofre em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Como observado nas figuras 3 a 8, o acúmulo máximo de macronutrientes obtido foi na data de 06/02/2011 para o genótipo de maturação com ciclo precoce, em 08/04/2011 para o genótipo de maturação com ciclo médio, em 07/05/2011 para o genótipo de maturação com ciclo tardio e em 03/07/2011 para o genótipo de maturação com ciclo super-tardio. Estes genótipos com ciclos de maturação distintos também apresentaram particularidades em cada nutriente absorvido, variando de acordo o período, podendo sugerir que cada genótipo demanda uma quantidade variável de nutriente no mesmo período.

CONCLUSÕES

- 1- O acúmulo de macronutrientes foi diversificado em genótipos com ciclo de maturação dos frutos diferentes.
- 2- Para o suprimento de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre ao café conilon, deve-se levar em consideração o ciclo de maturação do genótipo, isto para atingir o máximo de aproveitamento de nutriente e conseqüentemente maior produtividade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.

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

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H. E. P. ; GARCIA, H.; Santos, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A.. Accumulation of macronutrients for the conilon coffee tree. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, n. 1, p. 103-120, 2008.

CANNEL, M.G.R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica* L. **Journal Horticulturae Scientia.**, 46: 263-272, 1971.

CECON, P. R.; SILVA, F. F.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R. G.; CARNEIRO, A. P. Souza.; DETMANN, E.; FARIA, P. N.; MORAIS, T. S. S. Análise de medidas repetidas na avaliação de clones de café Conilon. **Pesquisa agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.43, n.9, p.1171-1176, 2008.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: Café: Safra 2010/2011, terceira estimativa, setembro de 2011. 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev 2011.

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**, Oxford, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.

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

ICO - INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. *Trade statistics: Dados históricos*. Disponível em: <http://www.ico.org/pt/new_historical_p.asp>. Acesso em: 06 mar 2012.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; de SOUZA, R. B.; SALOMAO, L. C. C.; CRUZ, C. D. Macronutrient Accumulation in Coffee Fruits at Brazilian Zona Da Mata Conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, p. 980-995, 2009.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P., SALOMAO, L. C. C. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p.1451-1462, 2007.

LEON, J.; FOURNIER, L. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica*. Turrialba, 12:65-74, 1962.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 451p.

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

RENA, A.B.; BARROS, R.S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.101-128.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre, Artmed, 2010. 819p.

CAPÍTULO 2.3

ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DO CAFEEIRO CONILON

ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DO CAFEEIRO CONILON

RESUMO

As quantidades de nutrientes exigidas pelo cafeeiro Conilon durante o seu ciclo variam e a determinação do acúmulo dos nutrientes minerais torna-se de imprescindível importância no manejo desta cultura. Objetivou-se determinar a variação na concentração de B, Cu, Fe, Mn e Zn nos frutos de cafeeiro e estabelecer sua curva de acúmulo da antese à maturação, em quatro ciclos de diferente maturação. O experimento foi conduzido no município de Nova Venécia, Espírito Santo. O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, sendo quatro tratamentos (quatro genótipos de maturação diferenciada). Foram marcadas 60 plantas (um ramo por planta) de cada tratamento, sendo os frutos dos ramos analisados/colhidos a partir da floração até a colheita, em intervalo de 28 em 28 dias. O acúmulo máximo de micronutrientes foi obtido na data de 06/02/2011 para o genótipo de maturação com ciclo precoce, de 08/04/2011 para o genótipo de maturação com ciclo médio, de 07/05/2011 para o genótipo de maturação com ciclo tardio e de 03/07/2011 para o genótipo de maturação com ciclo super-tardio. O consumo de nutrientes pelos frutos é mais crítico em condições de maturação mais precoce, já que a planta necessita completar esses processos em menor espaço de tempo. Já os materiais com maturação mais tardia apresentam um ciclo maior, aproveitando melhor os nutrientes disponíveis, principalmente no período de enchimento de grãos. Sugere-se que as adubações devem ser realizadas em datas diferenciadas para cada tipo de maturação, de acordo com a necessidade do nutriente na formação do fruto.

Palavras-Chave: *Coffea canephora*; maturação; nutrientes.

MICRONUTRIENTS ACCUMULATION IN FRUITS OF DIFFERENT COFFEE GENOTYPES conilon

ABSTRACT

The amount of nutrients demanded by Conilon coffee during its cycle varies in a significant way and the determination of mineral nutrients accumulation has become truly important on this plantation handling. The goal is determine the variable concentration of B, Cu, Fe, Mn and Zn on Conilon coffee fruits and establish its accumulation course between anthesis and maturation, in four maturation cycles. The experiment was lead on Nova Venécia, Espírito Santo. The principal set lead was totally random, with four different treatments (four different kinds of maturation genotype). 60 plants were marked (one branch per plant). In each treatment the results were analyzed/picked in the mid time of flowering to harvesting, in 28 to 28 days gap. The max micronutrients accumulation was obtained on 2/6/2011 for the precocious maturation cycle, 4/8/2011 for the average maturation cycle, 5/7/2011 for a slower maturation cycle and 7/3/2011 for the slowest maturation cycle. The rate of usable nutrients by Conilon coffee fruits are higher in precocious maturation conditions, since the plant needs them to complete the maturation process in a faster period of time. However, the later maturation materials presented a bigger cycle, utilizing in a better way the available nutrients, especially between grain filling. It is suggested that fertilizations must be performed in different dates for each kind of maturation cycle, according to the usable amount of nutrients while generating the fruit.

Keywords: *Coffea canephora*; maturation; nutrients.

INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2011, foram 31,89 milhões de sacas de café arábica beneficiado e 11,26 milhões de sacas de robusta, representando 73,9% e 26,1% da produção nacional, respectivamente. O café é cultivado em 14 (quatorze) estados brasileiros e no Distrito Federal, mas, 96,98% da produção se concentram em apenas seis Estados: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia. O Brasil possui um parque cafeeiro com 2,27 milhões de ha, tendo como principais Estados produtores Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Paraná (CONAB, 2012).

As quantidades de nutrientes exigidas pelo cafeeiro Conilon durante o seu ciclo variam de forma significativa e a determinação do acúmulo dos nutrientes minerais torna-se de imprescindível importância no manejo desta cultura. As plantas possuem, na média, cerca de 9 % de nutrientes minerais na matéria seca, existindo grandes diferenças entre as espécies e as quantidades totais exigidas (BUCHANAN et al., 2000).

Além da espécie, as quantidades de nutrientes acumulados variam de acordo com o genótipo, o local, a época do ano, a idade e os órgãos de uma mesma planta. A partição destes nutrientes dentro de uma árvore depende da distribuição de matéria seca e do teor de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos (KOZLOWSKI e PALLARDY, 1996; LAVIOLA et al., 2007).

O ciclo fenológico do cafeeiro pode variar de acordo como genótipo, sendo mais longo ou mais curto. Neste sentido, é possível que o pico de exigência nutricional em lavouras cafeeiras seja diferenciado, sendo mais precoce ou tardio. Dessa forma, as épocas e os intervalos entre as práticas de adubação deveriam ser diferenciados, levando-se em conta o período de maior exigência nutricional do cafeeiro de acordo com o ciclo de maturação. As variedades clonais de café conilon apresentam ciclo de maturação precoce, médio e tardio (BRAGANÇA et al., 2001)

Os principais micronutrientes requeridos pelo cafeeiro são B, Cu, Fe, Mn e Zn, os quais, apesar de requeridos em pequenas quantidades, são de grande importância para o crescimento, desenvolvimento e produção do cafeeiro (MIGUEL et al., 2002).

A melhor época para fornecimento de nutrientes, para suprir as exigências do crescimento e desenvolvimento dos frutos, é dependente do período de maior consumo de nutrientes pelo cafeeiro (MATIELLO et al., 2005). Por serem os frutos os drenos preferenciais durante o período reprodutivo (RENA & MAESTRI, 1985; CARVALHO et al., 1993), é importante que o suprimento de nutrientes pelas adubações anteceda os picos de acúmulo dos elementos nos frutos. Devido ao seu alto potencial produtivo e exigência nutricional, o Conilon apresenta respostas marcantes à aplicação de nutrientes.

Este estudo foi realizado com o objetivo de estabelecer a curva de acúmulo de micronutrientes da antese à maturação do fruto, em lavouras de café Conilon com quatro ciclos de maturação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na propriedade particular do Sr. João Batista Marré, localizada no município de Nova Venécia, Estado do Espírito Santo. A área está localizada a aproximadamente a 18°43' 46" S, 40°23' 10" W, com altitude média de 100 m. Durante a condução do experimento, os valores médios de temperatura mínima, média e máxima, de umidade relativa do ar e de precipitação foram coletados pela estação meteorológica automática do INMET/INCAPER, localizada na Latitude -18.6953°, Longitude -40.3908°, e Altitude 154 metros, a 3,8 km da área estudada.

Foram utilizadas plantas de *C. canephora* com três anos de idade, cultivadas sob condições de pleno sol, no espaçamento de três metros entre fileiras e um metro entre plantas. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico e de textura argilosa, com relevo ondulado (EMBRAPA, 2006), cujas características apresentam pH em água 5,41, P 6,1 mg dm⁻³, K 66 mg dm⁻³, Ca 1,35 cmol_c dm⁻³, Mg 0,78 cmol_c dm⁻³, S-SO₄ 7,0 mg dm⁻³, B 0,2 mg dm⁻³, Cu 0,4 mg dm⁻³, Fe 36,8 mg dm⁻³, Mn 21,0 mg dm⁻³, Zn 3,2 mg dm⁻³ na camada de 0,00-0,20 m.

No decorrer do período experimental, as plantas foram devidamente manejadas conforme a literatura Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo, 5ª aproximação. Foram realizadas adubações em novembro de 2010, aplicando 110 gramas de superfosfato simples, em 16 de dezembro de 2010, aplicando 80 gramas de 20-00-20, em 12 de março de 2011, aplicando 100 gramas de 20-00-20 e em 30 de maio de 2011, aplicando 120 gramas de 20-00-20.

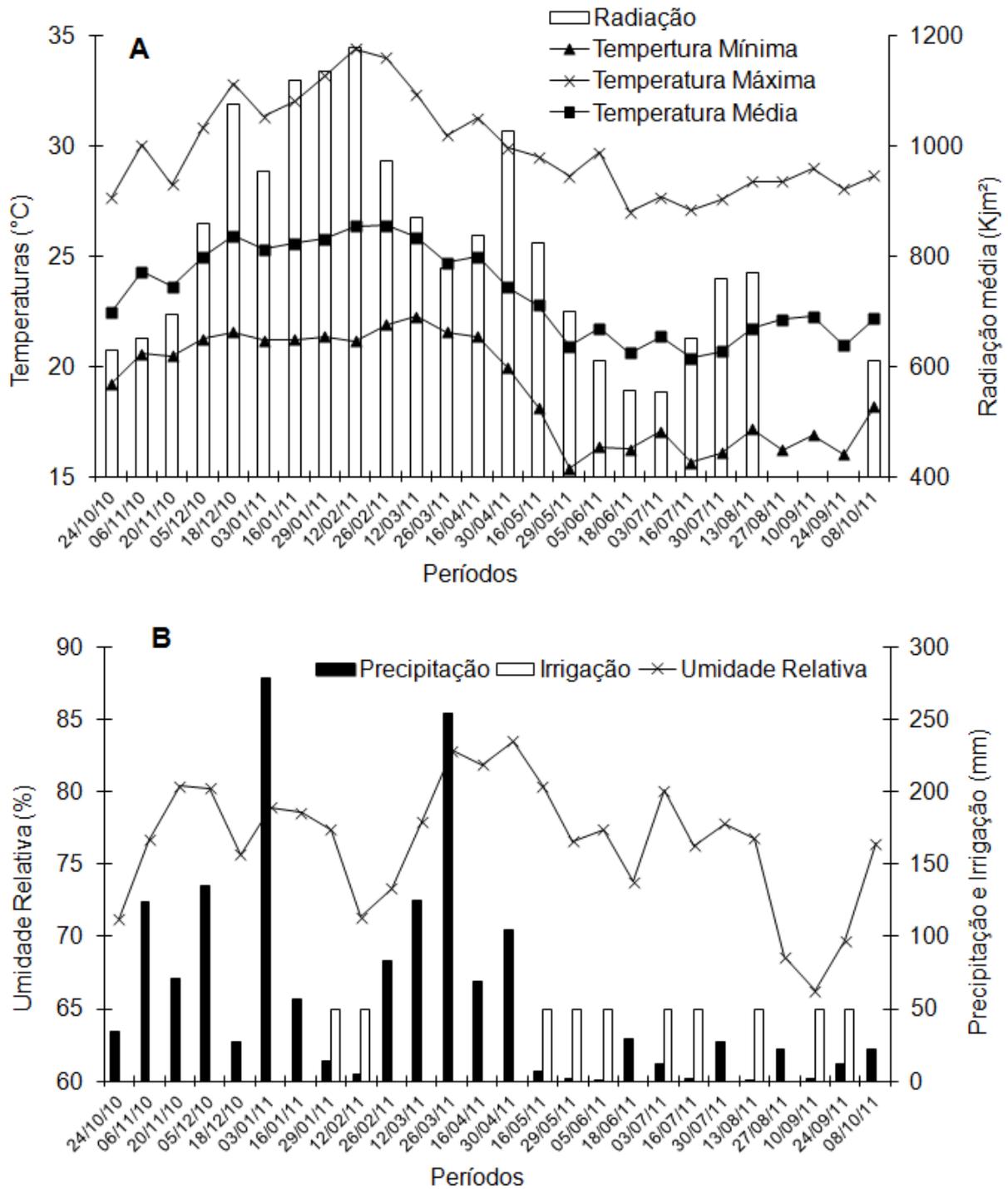


Figura 1. Temperatura mínima, máxima e média, radiação (A), precipitação, irrigação e umidade relativa (B), determinadas durante o período de condução do experimento. Nova Venécia/ES, 2010/2011. Nota: 13 de agosto a 24 de setembro não foi possível obter dados de radiação.

Tabela 1. Caracterização dos genótipos utilizados no experimento.

Maturação	Data de Colheita	genótipo	Variedade	Produtividade sacas/ha (2011)
Precoce	01/04/2011	12V	Conilon vitória	105
Média	27/04/2011	10V	Conilon vitória	123
Tardia	05/06/2011	13V	Conilon vitória	111
Super-tardio	11/07/2011	501	Ipiranga 501	110

O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, sendo quatro tratamentos (4 genótipos de maturação diferenciada). Foram marcadas 60 plantas (1 ramo por planta) de cada tratamento, sendo os ramos analisados/colhidos a partir da floração até a colheita, em intervalo de 28 em 28 dias. Foram realizados a coleta de 05 (cinco) ramos ao acaso de cada genótipo em cada período avaliado, portanto cinco repetições. Os ramos tinham em média treze rosetas produtivas com café.

As amostragens iniciaram-se em 14 de agosto de 2010, quinze dias após a antese floral para os materiais precoce e médio e em 11 de setembro de 2010, vinte e quatro dias após a antese floral, para os materiais tardio e super-tardio. Ocasão em que se coletaram ramos plagiotrópicos.

Os frutos foram coletados e secos em estufa de circulação forçada a 70°C até atingir peso constante. Após esse processo, o material vegetal foi pesado em balança de precisão. Os frutos foram moídos em moinho tipo Wiley, de aço inoxidável, passado em peneira de malha de 0,841 mm, para realização das análises químicas. As análises foram realizadas em triplicatas no laboratório, usando como metodologia, descrita por Silva et al. (1999).

O acúmulo dos nutrientes por ramo (mg/ramo) foi calculado pela seguinte fórmula: Acúmulo = MS dos frutos (g) x concentração de nutriente (g/kg).

Os dados foram apresentados em figuras, destacando valores médios em porcentagem. Foi calculada a média, o erro padrão da média e a porcentagem da média do acúmulo de micronutrientes nos frutos por ramo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos de cafeeiro passaram por cinco estágios distintos de formação: chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso, granação e maturação (RENA et al., 2001). Sendo que cada estágio de formação possui funções fisiológicas e metabólicas próprias, essenciais à formação final da semente de café (LAVIOLA et al., 2007).

No estágio de chumbinho, que corresponde ao período de 14/08/2010 à 9/10/2010 (Figura 1), os frutos apresentam baixa taxa de crescimento, o que corrobora com Laviola et al. (2007). Segundo Cannel (1971) e Leon & Fournier (1962), pode ser decorrente da elevada taxa respiratória e de multiplicação celular.

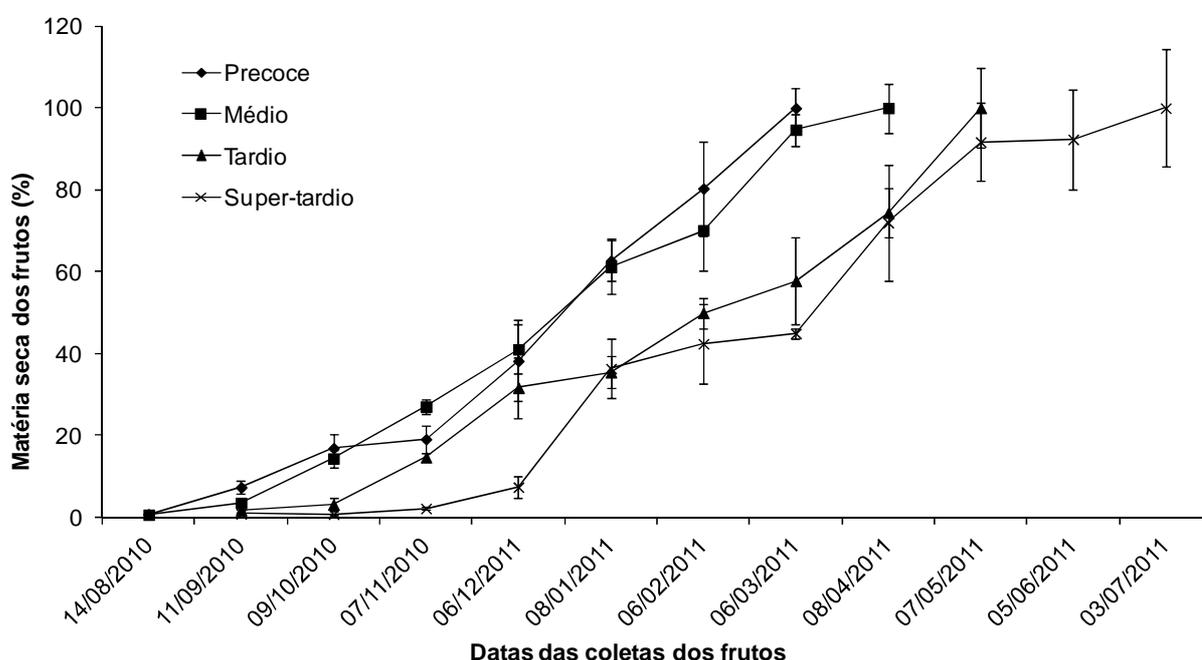


Figura 2. Porcentagem de acúmulo médio de matéria seca em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

De modo geral, a ascensão no acúmulo de micronutrientes apresentou tendência de começar antes do início do estágio de expansão rápida, que, para este experimento, considera-se a data de 07/11/2010 (Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7). Isso indica que, as demandas metabólicas por micronutrientes nos frutos iniciam-se um pouco antes do estágio de expansão rápida, observando-se incrementos significativos de matéria seca nos frutos (CANNEL, 1971; COOMBE, 1976).

Nota-se (Figura 3) que, nos genótipos com ciclo de maturação super-tardio, o acúmulo de F, em todas as datas amostradas, é menor que nos genótipos com ciclo de maturação mais precoce. Entretanto, o genótipo de maturação super-tardia foi o que mais acumulou Fe, numericamente por ramo (dados não apresentados).

Entre os micronutrientes o Fe foi o que apresentou maior acúmulo nos frutos, dados semelhantes àquele encontrado por Bragança et al. (2007), em que o Fe também foi o micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro Conilon, com percentual de 74% do total de micronutrientes distribuídos entre os vários órgãos. Destaca-se que estes autores não incluíram a variabilidade do café Conilon em suas análises.

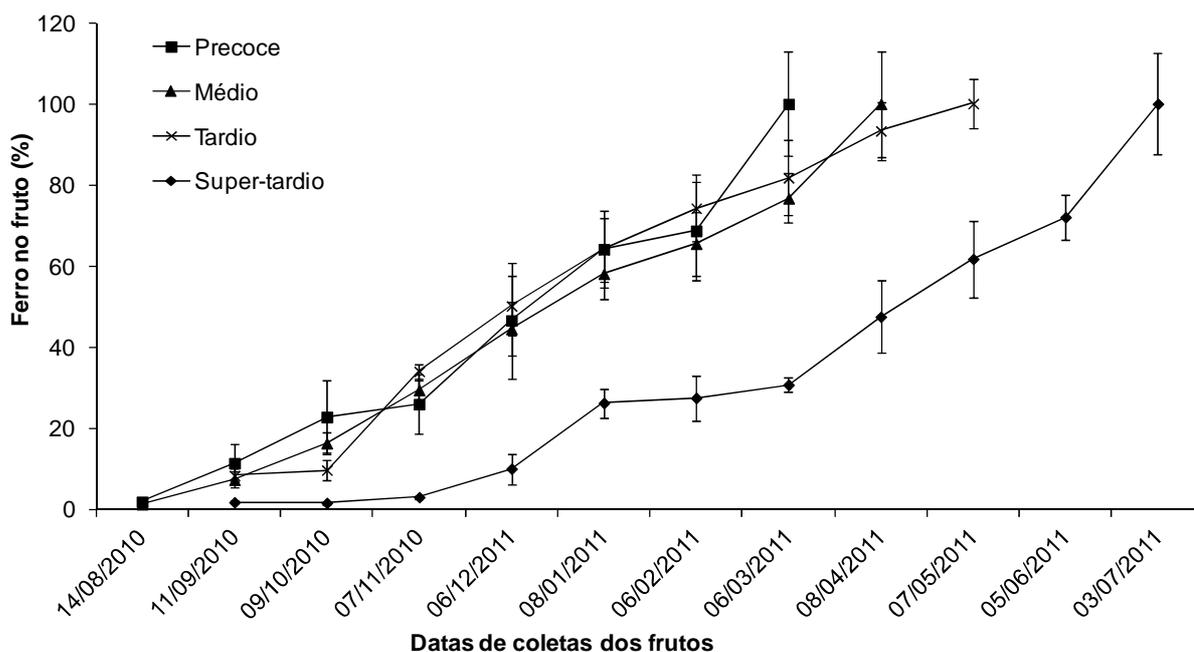


Figura 3. Porcentagem de acúmulo médio de ferro em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Analisando o acúmulo de zinco nos frutos dos quatro genótipos estudados, verificou-se uma semelhança entre os genótipos de maturação precoce e o tardio ao longo do ciclo, porém com diferencial no final do ciclo (Figura 4). Apesar do baixo acúmulo deste nutriente nos frutos, deve-se destacar a sua importância na síntese do triptofano, aminoácido precursor da biossíntese da auxina, ácido indol acético (AIA), essencial para o processo de alongamento celular (MARSCHNER, 1995).

Como o Zn é o único que não pode ser fornecido eficientemente via solo, devido à sua grande facilidade em ser adsorvido pelos colóides (RENA & FAVARO, 2000), sugere-se que este nutriente seja fornecido via foliar, com pulverizações em datas diferentes para cada ciclo de maturação.

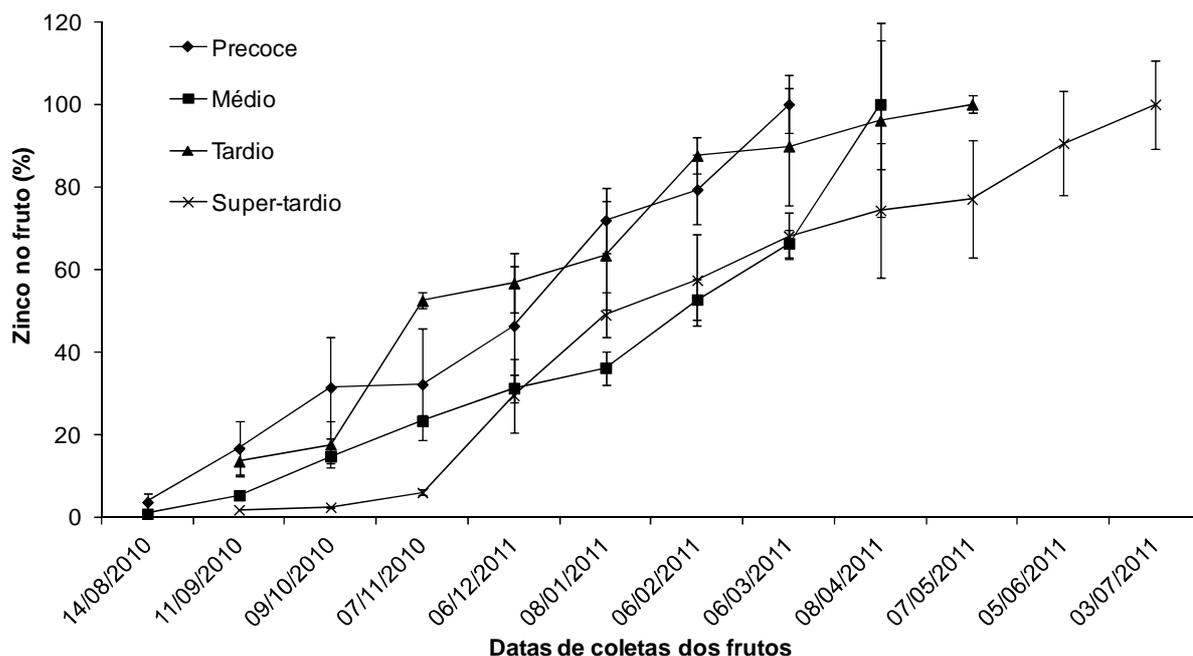


Figura 4. Porcentagem de acúmulo médio de zinco em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

O acúmulo de cobre obteve um desempenho de forma crescente, mas com variações de acordo com cada material. Houve variação no estágio de granação-maturação, no qual, para o genótipo precoce, o acúmulo saltou de 600 para 1300 μg de Cu, para o genótipo médio, o acúmulo subiu de 370 para 750 μg de Cu, para o genótipo tardio, o acúmulo foi de 870 para 1600 μg de Cu e para o super-tardio, saltou de 850 para 2400 μg de Cu.

No genótipo de maturação precoce, aos 140 dias (06/12/2010), após a antese, o acúmulo foi de 60%, no genótipo de maturação média, aos 196 dias (06/02/2011), acumulou 64%, no genótipo de maturação tardia, aos 180 dias (06/02/2011), acumulou 66%, e no genótipo de maturação super-tardio, aos 280 dias (05/06/2011), acumulou 66%. Comparando este micronutriente com os demais, verifica-se que este foi o quarto que mais acumulou, sendo superior somente ao Zinco, divergindo dos dados encontrados por Bragança et al. (2007), já que para este verificou, numa planta aos 72 meses de idade, o Cu como quinto micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro Conilon.

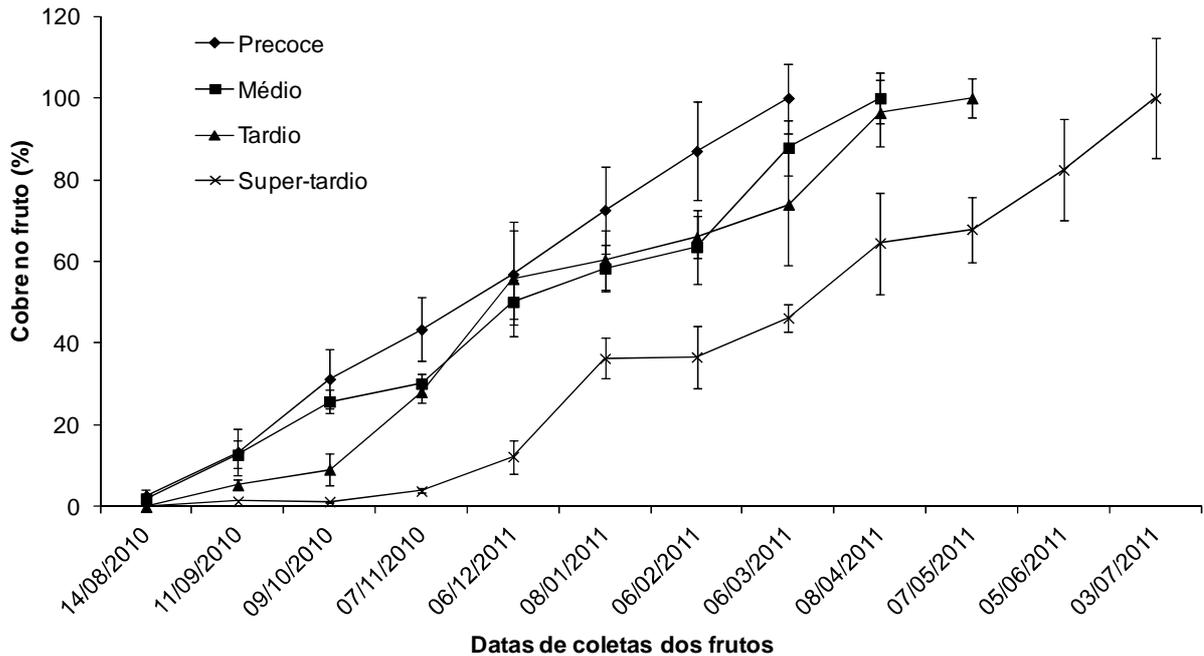


Figura 5. Porcentagem de acúmulo médio de cobre em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Nota-se um maior acúmulo de manganês em todo período estudado para os materiais precoce e médios, já para o tardio notou-se um acúmulo mais acentuado a partir da data 9/10/2010 e 6/12/2010 para o super-tardio (Figura 6). O Mn foi o segundo micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro Conilon, distribuídos entre os diversos órgãos, corroborando com Bragança et al (2007), porém no presente estudo podemos dizer que o acúmulo deste nutriente varia entre os genótipos estudados, principalmente no que se refere ao de maturação super-tardia.

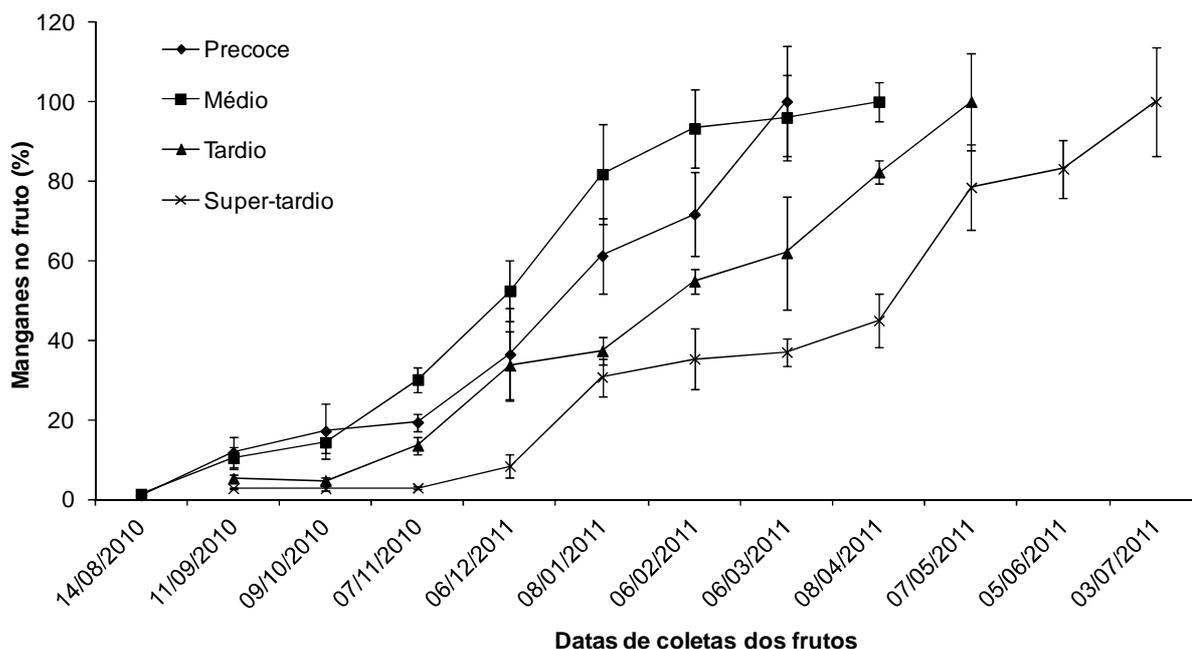


Figura 6. Porcentagem de acúmulo médio de Manganês em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

Nota-se semelhança no comportamento das curvas de boro entre todos os genótipos (Figura 7). Verifica-se, ainda, que o B é acumulado de forma similar nos genótipos precoce e médio, havendo uma baixa na taxa do acúmulo no mesmo período para este nutriente. Do mesmo modo acontece com o genótipo de maturação tardia e super-tardia, porém, neste último, a taxa de acúmulo permaneceu por mais tempo com baixo incremento deste nutriente nos frutos.

O B ao lado do Mn e do Zn, é um micronutriente que proporciona acréscimos de até 43% na produtividade do cafeeiro Conilon (BRAGANÇA et al., 1995), sugere-se que este seja disponibilizado ao cafeeiro de forma mais particular respeitando as especificidades e exigências dos genótipos, buscando uma melhor eficiência nutricional e produtiva na planta. Pela Figura 7, apresenta um acúmulo de aproximadamente 80% de B nos frutos dos genótipos de maturação mais precoce, enquanto acumulou cerca de 40 % nos genótipos de maturação mais tardia, considerando a mesma data.

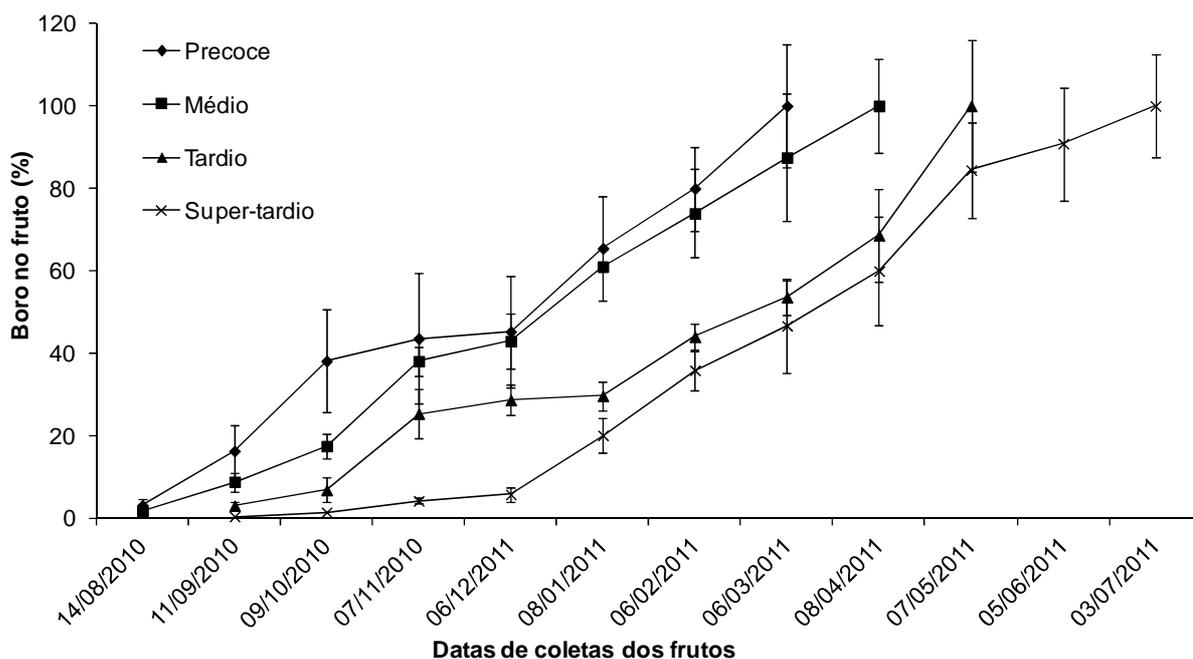


Figura 7. Porcentagem de acúmulo médio de boro em frutos de cafeeiros em função do tempo decorrido após a antese.

O fornecimento de micronutrientes ao cafeeiro, seja via solo ou via folha, deve se iniciar antes do estágio de expansão rápida do fruto (GUIMARÃES et al., 1999; RENA & FAVARO, 2000). Nas condições experimentais, o fornecimento de B, Cu e Zn deveria ocorrer antes da data 09/10/2010, em torno de 40 dias após a antese.

Se a aplicação de micronutrientes for via solo, ela deve ser efetuada após a florada, caso as fontes de micronutrientes apresentem baixa taxa de liberação. Se o fornecimento dos micronutrientes for via folha, ele poderá ser efetuada em torno dos 40 dias após a antese, já que a absorção via folha e a distribuição dos micronutrientes nas plantas são processos mais rápidos segundo RENA & FAVARO, 2000. Caso a adubação for via fertirrigação, este estudo demonstra a sua importância, podendo o nutriente ser aplicado na irrigação na época que o genótipo necessitar de maior demanda do nutriente.

O consumo de nutrientes pelos frutos, assim como o enchimento de grãos, é mais crítico em condições de maturação mais precoce, já que a planta necessita completar esses processos em menor espaço de tempo. Os materiais com maturação mais tardia apresentam um ciclo maior, aproveitando melhor os nutrientes disponíveis, na formação do fruto, principalmente no período de enchimento de grãos.

CONCLUSÕES

1. O ciclo de maturação influenciou a taxa de acúmulo de micronutrientes em frutos do cafeeiro conilon.

2. O acúmulo de micronutriente em frutos é crescente em decorrer do tempo, sendo em taxa diferente conforme maturação e nutriente.

3. As adubações devem ser realizadas em datas diferenciadas para cada tipo de maturação, de acordo com a necessidade do nutriente na formação do fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGANÇA, S.M., CARVALHO, C.H.S., DESSAUNE, Filho N., VENEGAS, V.H.A, LANI, J.A., FONSECA, A.F.A e SILVEIRA, J.S.M. (1995). Nutrição e Adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em Latossolo Amarelo coeso. II. Zinco-Boro-palha de café. In: 21º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Caxambú. **Resumos...**, IBC/GERCA. p.110-111.

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.

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

BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, 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.

BUCHANAN, B.B., GRUISSSEN W.; JONES, R.L. Biochemistry and molecular biology of plants, 1nd ed. Rockville, Maryland, **American Society of Plant Physiologists**. 1367 p, 2000.

CANNEL, M.G.R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica* L. **Journal Horticulturae Scientia**. 46: 263-272, 1971.

CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B.; PEREIRA, A.A.; CORDEIRO, A.T. Relação entre produção, teores de N, P, Ca, Mg, amido e seca de ramos do Catimor (*Coffea arabica* L.). **Pesquisa agropecuária Brasileira**. V. 28, n. 6, p. 665-673, 1993.

COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 27: 507-528, 1976.

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

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.

KOZLOWSKI, T.T. ; PALLARDY, S.G. (1996). Physiology of woody plants, 2nd ed. San Diego, Academic Press. 411p.

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**. v. 31, n. 6, p. 1451-1462, 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**. v. 31, n. 6, p. 1439-1449, 2007.

LEON, J.; FOURNIER, L. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica*. Turrialba, 12:65-74, 1962.

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

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. Cultura de café no Brasil: Novo manual de recomendações. Rio de Janeiro, MAPA /PROCAFE, 2005. 438p.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; VIANA, A.S.; JAPIASSU, L. Teores de micronutrientes nas amostras de solo analisadas pelo laboratório do mapa em Varginha, Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., Caxambu, 2002. Anais. Rio de Janeiro, MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.76-77.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, 11:26-40, 1985.

RENA, A.B.; FÁVARO, J.R.A. Nutrição do cafeeiro via folha. In: ZAMBOLIM, L., ed. Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.149-208.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370p.

CONCLUSÕES GERAIS

Comparando os experimentos, verificou-se que as maturações encontradas em cafezais conilon são classificadas em ciclo precoce, ciclo médio, ciclo tardio e ciclo super-tardio. Assim considerando, os genótipos apresentaram comportamentos diferentes quando analisado o acúmulo de nutrientes.

O ciclo de maturação influenciou o acúmulo de micronutrientes em frutos do cafeeiro conilon. O acúmulo de micronutrientes em planta é crescente no decorrer do tempo, sendo em taxa diferente conforme a maturação e o elemento mineral. Ao avaliar e estudar os dados obtidos, pode-se concluir que as adubações devem ser realizadas em datas diferenciadas para cada tipo de maturação, de acordo com a necessidade do nutriente na formação do fruto.

No trabalho que avaliou o acúmulo de macronutrientes, também se observou uma assimilação diferenciada em genótipos com ciclo de maturação dos frutos distintos. Os genótipos com ciclo de maturação dos frutos mais prolongados demandam mais macronutrientes e proporcionou uma melhor distribuição dos nutrientes ao longo do ciclo. Neste sentido, conclui-se que o suprimento de macronutrientes ao café conilon deve levar em consideração o ciclo de maturação do cafeeiro, isto para obter o máximo de aproveitamento de nutrientes e, conseqüentemente, melhor produtividade.

Ao analisar os dados das curvas de acúmulos de macronutrientes e micronutrientes, importante verificar também a concentração foliar no mesmo período avaliado, visando comparar os dados da curva de acúmulo dos frutos e folhas. Outro aspecto importante é a avaliação desses frutos, comparando-os com parâmetros de qualidade.

Sobre o primeiro capítulo, conclui-se que a taxa de crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos do *C. canephora* é diferente entre os genótipos e sofre variação sazonal durante todo o período do ano, influenciada principalmente pelas variações de temperatura do ar. Sob temperaturas mínimas do ar, abaixo de 17,2 °C, a taxa de crescimento dos ramos de *C. canephora* é bastante reduzida para maioria dos genótipos estudados. Os ramos plagiotrópicos, com o passar dos meses, principalmente com café, apresentam menor crescimento vegetativo, se comparados aos ramos mais novos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. 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.

BATISTA-SANTOS, P.; LIDON, F. C.; FORTUNATO, A.; LEITÃO, A. E.; LOPES, E.; PARTELLI, F. L.; RIBEIRO, A. I.; RAMALHO, J. C. The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp.-Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 8, p. 792-806, 2011.

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.

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

BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, 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.

Bragança, S.M., Carvalho, C.H.S., Dessaune, Filho N., Venegas, V.H.A, Lani, J.A., Fonseca, A.F.A e Silveira, J.S.M. (1995). Nutrição e Adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em Latossolo Amarelo coeso. II. Zinco-Boro-palha de café. In: 21º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Caxambú. **Resumos...**, IBC/GERCA. p.110-111.

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H. E. P. ; GARCIA, H.; Santos, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A.. Accumulation of macronutrients for the conilon coffee tree. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, n. 1, p. 103-120, 2008.

BUCHANAN, B.B., GRUISSSEN W. e JONES, R.L. Biochemistry and molecular biology of plants, 1nd ed. 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**, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CAMPOS, P. S.; QUARTIN, V.; RAMALHO, J. C.; NUNES, M. A. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. **Plants. Journal of Plant Physiology**, v. 160, n. 3, p. 283-292, 2003.

CANNEL, M.G.R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica* L. **Journal Horticulturae Scientia.**, 46: 263-272, 1971.

CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B.; PEREIRA, A.A.; CORDEIRO, A.T. Relação entre produção, teores de N, P, Ca, Mg, amido e seca de ramos do Catimor (*Coffea arabica* L.). **Pesquisa agropecuária Brasileira.** V. 28, n. 6, p. 665-673, 1993.

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.

CECON, P. R.; SILVA, F. F.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R. G.; CARNEIRO, A. P. Souza.; DETMANN, E.; FARIA, P. N.; MORAIS, T. S. S. Análise de medidas repetidas na avaliação de clones de café Conilon. **Pesquisa agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.43, n.9, p.1171-1176, 2008.

COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 27: 507-528, 1976.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Café: Safra 2012 Primeira Estimativa.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>. Acesso: 18 de abril de 2012.

DAMATTA, F. M; CHAVES, A. R. M; PINHEIRO, H. A; DUCATTI, C; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance of two field-grown clones of *Coffea canephora*. **Plant Science**, v. 164, n. 1, p. 111-117, 2003.

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**, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.

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

FERRAO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. Parametros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-69, 2008.

FONSECA, A. F. A.; FERRAO, M. A. G.; FERRAO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. 'Conilon Vitória - Incaper 8142': improved *Coffea canephora* var. kouillou clone cultivar for the state of Espírito Santo. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 503-505, 2004.

ICO – International Coffee Organization. **Trade Statistics**. Disponível em: http://www.ico.org/trade_statistics.asp?section=Statistics. Acesso: 18 de abril de 2012.

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.

KOZLOWSKI, T. T. ; PALLARDY, S.G. (1996). **Physiology of woody plants**, 2nd ed. San Diego, Academic Press. 411p.

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**. v. 31, n. 6, p. 1439-1449, 2007.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; de SOUZA, R. B.; SALOMAO, L. C. C.; CRUZ, C. D. Macronutrient Accumulation in Coffee Fruits at Brazilian Zona Da Mata Conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, p. 980-995, 2009.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P., SALOMAO, L. C. C. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p.1451-1462, 2007.

LEON, J.; FOURNIER, L. **Crecimiento y desarrollo del fruto de Coffea arabica**. Turrialba, 12:65-74, 1962.

LIBARDI, V. C. M.; AMARAL, J. A. T.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 23-28, 1998.

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

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 451p.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: Novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro, MAPA /PROCAFE, 2005. 438p.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; VIANA, A.S.; JAPIASSU, L. Teores de micronutrientes nas amostras de solo analisadas pelo laboratório do mapa em Varginha, Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., Caxambu, 2002. Anais. Rio de Janeiro, MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.76-77.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUISHI, M. S.; RIBEIRO, A. M. R. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arabica*. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 257-260, 2008.

NOVO PEDEAG - NOVO PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA CAPIXABA DA AGRICULTURA CAPIXABA. **Estudo setorial – cafeicultura**, Vitória/ES, 2007, 284p

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P.; BATISTA-SANTOS, P.; RODRIGUES, A. P.; LEITÃO, A. E.; RAMALHO, J. C. Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1404-1415, 2009.

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

PARTELLI, F. L., BATISTA-SANTOS, P., SCOTTI-CAMPOS, P., PAIS, I. P., QUANTIN, V. L., VIEIRA, H. D., RAMALHO, J. C. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. **Environmental and Experimental Botany**, v. 74, n. 1, p. 194-204, 2011.

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

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. B. P. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.

PINHEIRO, A. H.; DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; FONTES, E. P. B.; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. **Plant Science**, v. 167, n. 6, p. 1307-1314, 2004.

PRAXEDES, S. C.; DAMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E.; FERRÃO, M. A. G.; CORDEIRO, A. T. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. *kouillou*) leaves. **Environmental and Experimental Botany**, v. 56, n. 3, p. 263-273, 2006.

RAMALHO, J. C.; QUARTIN, V. L.; LEITÃO, E.; CAMPOS, P. S.; CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; NUNES, M. A. Cold Acclimation Ability and Photosynthesis among Species of the Tropical *Coffea* Genus. **Plant Biology**, v. 5, n. 6, p. 631-641, 2003.

RENA, A.B.; BARROS, R.S. & MAESTRI, M. **Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro**. In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.101-128.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, 11:26-40, 1985.

RENA, A.B.; FÁVARO, J.R.A. Nutrição do cafeeiro via folha. In: ZAMBOLIM, L., ed. **Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.149-208.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370p.

SILVA, E. A.; DAMATTA, F. M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A. J.; BARROS, R. S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 89, n. 2-3, p. 349-357, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre, Artmed, 2010. 819p.