



Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon¹

Initial growth and development of Conilon coffee genotypes

André Monzoli Covre², Fábio Luiz Partelli^{3*}, Aldo Luiz Mauri⁴, Maristela Aparecida Dias⁴

Resumo - O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e o Estado do Espírito Santo, o maior produtor nacional de café conilon (*Coffea canephora*). A variedade clonal 'Incapere Vitória 8142', desenvolvida para as condições encontradas no Estado, é composta por 13 genótipos com características de interesse. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento e desenvolvimento inicial de mudas dos genótipos que compõem a variedade de café de Conilon 'Incapere Vitória 8142', uma vez que tais informações podem auxiliar na implantação de lavouras com esta variedade. As mudas foram produzidas na Fazenda Experimental do Incaper, no município de Marilândia - ES e as avaliações realizadas no CEUNES-UFES em São Mateus - ES. Foram avaliados genótipos da variedade, em delineamento inteiramente casualizado com nove repetições. Efetuou-se a quantificação da produção de matéria seca, crescimento, desenvolvimento radicular, índice de qualidade de Dickson e conteúdo de nutrientes em diferentes partes das mudas. Os genótipos V8 e V10 apresentaram desenvolvimento superior aos demais genótipos. Nas condições avaliadas, os genótipos V2, V3, V4, V8, V9, V10, V11 e V12 apresentaram as melhores qualidades de mudas determinada por meio do índice de qualidade de Dickson. Nitrogênio e Ferro foram os nutrientes encontrados em maior concentração, independente do genótipo.

Palavras-chave - *Coffea canephora*. Índice de qualidade de Dickson. Produção de mudas.

Abstract - Brazil is the largest producer and exporter of coffee and the State of Espírito Santo is the largest producer of coffee conilon (*Coffea canephora*). The clonal variety 'Vitória Incaper 8142', developed for this state environmental condition is composed of 13 genotypes with characteristics of interest. The aim of this study was to evaluate the growth and the development of conilon coffee seedlings, variety 'Vitória Incaper 8142.' The seedlings were grown at the Incaper Experimental Farm in the Marilândia City, and evaluations done at CEUNES-UFES in São Mateus in Espírito Santo State. The genotypes were evaluated by a randomized experimental statistical mode applying nine replicates. It was conducted to quantify the dry mass production, growth, root development, Dickson quality index, and nutrient content in different parts of the seedlings. The V8 and V10 genotype had higher development compared with other genotypes. Under the conditions evaluated, improved quality of seedlings of the genotypes was V2, V3, V4, V8, V9, V10, V11, and V12, which was determined by the Dickson quality index. Nitrogen and iron were the macro and micronutrients found in higher concentration, regardless of genotype.

Key words - *Coffea canephora*. Dickson quality index. Seedling production.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 22/08/2012 e aprovado em 08/06/2013.

²Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e Bolsista PIBIC/CNPq, andre-covre@hotmail.com

³Prof. Adjunto da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). UFES/CEUNES/DCAB, São Mateus-ES, partelli@yahoo.com.br

⁴Pesq. do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incapere), aldomauri@incaper.es.gov.br; diasmunizf@yahoo.com.br

Introdução

O café é uma das commodities mais comercializadas do mundo, sendo o Brasil o maior produtor e exportador desde meados do século XIX, época em que a cafeicultura passou a ser uma atividade expressiva no cenário econômico (AMARAL *et al.*, 2007; DAMATTA *et al.*, 2007). A cultura está presente em mais de 80 países e, aproximadamente 25 milhões de pessoas dependem do café para sua subsistência na América Latina, África e Ásia (ICO, 2013). Em 2012 foram produzidas no Brasil 50,83 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas de café, sendo 12,48 milhões de Conilon e 38,34 milhões de Arábica, em um parque cafeeiro de 2,35 milhões de hectares (CONAB, 2013).

No Estado do Espírito Santo a cafeicultura é uma atividade de grande importância, presente em mais de 80% de seus municípios (PEZZOPANE *et al.*, 2010). O Estado é o segundo maior produtor nacional de café (*Coffea* sp.) e o maior produtor de café conilon (*Coffea canephora*), com produção em 2012 de 9,71 milhões de sacas (CONAB, 2013).

O cafeeiro conilon é uma planta diplóide ($2n=22$ cromossomos), autoestéril e alógama por autoincompatibilidade do tipo gametofítica. As plantas propagadas por sementes apresentam grande heterogeneidade no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (CONAGIN; MENDES, 1961; PARTELLI *et al.*, 2006a). As plantas propagadas vegetativamente mantêm as características da planta matriz, o que garante a homogeneidade no desenvolvimento, maior produtividade e melhor qualidade do café, além de permitir a obtenção de variedades com ciclo de maturação diferenciado (precoce, médio e tardio) (BRAGANÇA *et al.*, 2001; PARTELLI *et al.*, 2006a).

As variedades de café conilon apresentam inúmeras diferenças entre si (FONSECA *et al.* 2004a). Cecon *et al.* (2008) avaliando a produção de diferentes genótipos do cafeeiro conilon, obtiveram sucesso na identificação de diferentes grupos. Dentre as variedades de café cultivadas no Espírito Santo, a variedade 'Vitória Incaper 8142' é formada pelo agrupamento de 13 clones considerados superiores nos programas de melhoramento. Em meio às inúmeras características favoráveis apresentadas pela variedade, destacam-se a alta produtividade, tolerância à seca, alto vigor vegetativo, uniformidade de maturação, estabilidade produtiva, tolerância à ferrugem e melhor qualidade final do produto (FONSECA *et al.*, 2004b).

O método de estaquia é fisiologicamente viável garantindo a máxima homogeneidade das lavouras (CHAGAS *et al.*, 2012; PAIVA *et al.*, 2012). Atualmente a maioria dos plantios comerciais de café conilon são

realizados empregando-se mudas propagadas por estacas. Partelli *et al.* (2006a) ao compararem o desenvolvimento de mudas de cafeeiro conilon propagadas por estacas e por sementes, constataram maior produção em plantas desenvolvidas à partir de mudas formadas por estacas, em relação às sementes. Conhecer as características do desenvolvimento das mudas torna-se uma importante ferramenta para auxiliar na tomada de decisão quanto à implantação da lavoura cafeeira. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas dos genótipos que compõem a variedade de café conilon 'Incapere Vitória 8142'.

Material e métodos

Foram utilizadas mudas de café Conilon (*Coffea canephora*) referentes aos 13 genótipos componentes da variedade clonal 'Vitória Incaper 8142', produzidas conforme recomendações técnicas, na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Assistência Técnica e Extensão Rural (Incapere), em Marilândia/ES.

As mudas foram avaliadas quando apresentavam de quatro a cinco pares de folhas, aos 210 dias após o plantio da estaca (DAPE) em viveiro. As avaliações foram realizadas no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES-UFES), localizado no município de São Mateus - ES. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com nove repetições, distribuído em linhas no canteiro de mudas no viveiro. Cada tratamento foi constituído por um genótipo e cada parcela por uma muda.

As mudas de café propagadas por estaquia foram produzidas em sacos pretos de polietileno, com 11 cm de diâmetro (largura) e 20 cm de altura (comprimento), tendo furos para drenagem na metade inferior. O substrato utilizado foi composto pela proporção de 800 litros de terra peneirada de barranco, 200 litros de esterco bovino bem curtido, 1,5 kg de calcário dolomítico e 0,5 kg de cloreto de potássio.

Avaliou-se: crescimento e desenvolvimento de parte aérea e sistema radicular; produção de matéria seca; índice de qualidade de Dickson e o conteúdo de nutrientes de mudas aos 210 DAPE. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Desenvolvimento de parte aérea e sistema radicular - Foram avaliados: Comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), área superficial da raiz (ARF), diâmetro médio ponderado da raiz (DMPR) e volume da raiz (VR). A área foliar (AF) foi determinada com régua graduada a partir do comprimento da folha

(distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar até a extremidade oposta da folha). Os valores foram calculados através da aplicação da seguinte equação: $\hat{A}F = 0,2027 \times CNC^{2,1336}$, em que $\hat{A}F$ corresponde à área foliar; e CNC, ao comprimento da nervura central, comprimento da folha (PARTELLI *et al.*, 2006b).

Para a determinação do comprimento do caule utilizou-se régua graduada, medindo-se o caule desde a inserção com a estaca até o ápice. O diâmetro do caule foi medido no segundo entre nó de cada ramo ortotrópico, de baixo para cima, utilizando um paquímetro digital. Para a determinação da sua área superficial, diâmetro médio ponderado e volume, as raízes foram lavadas, separando-se de outros materiais, colocadas sobre uma folha de papel A1 (594 mm x 841 mm) de cor preta e em seguida fotografadas com câmera digital (12.1 megapixels). As imagens foram submetidas ao programa Safira – Software para a análise de fibras e raízes, versão 1.1 (JORGE *et al.*, 2010).

Produção de matéria seca e índice de qualidade de Dickson - Procedeu-se a separação e secagem das folhas, caule, raízes. Estes materiais foram secos a 70 °C em estufa de ventilação forçada por 72 horas e pesados em balança de precisão. Obtiveram-se assim os valores de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR), parte aérea (MSPA) (obtida pela soma da MSF com a

MSC) e a matéria seca total (MST). O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi determinado através da aplicação dos dados de crescimento, desenvolvimento e massa seca na equação de Dickson, sendo $IQD = MST / [(CC/DC) + (MSPA/MSR)]$ (DICKSON *et al.*, 1960).

Conteúdo de nutrientes - Foram utilizadas três repetições de cada genótipo. Determinou-se: concentração de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre (N, P, K, Ca, Mg e S) (macronutrientes) e Ferro, Zinco, Cobre, Manganês e Boro (Fe, Zn, Cu, Mn e B) (micronutrientes), na parte aérea e no sistema radicular das mudas, conforme recomendações descritas por Silva (1999).

Resultados e Discussão

Verificou-se diferenças significativas entre os genótipos para todas as características avaliadas e a aplicação do teste de Scott-Knott (5%) possibilitou agrupar os genótipos com comportamento similar para cada característica. Quanto ao crescimento e desenvolvimento de parte aérea e sistema radicular, foram observadas diferenças significativas para todas as variáveis avaliadas (Tabela 1).

Para a variável CC pode-se observar a formação de

Tabela 1 - Comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), área superficial da raiz (ARF), diâmetro médio ponderado da raiz (DMPR) e volume da raiz (VR) de mudas clonais de *Coffea canephora*, variedade ‘Vitória Incaper 8142’

Genótipos	CC (cm)	DC (mm)	AF (cm ²)	ASR (cm ²)	DMPR (mm)	VR (cm ³)
V1	20,93 a	3,46 a	303,95 a	194,85 b	0,82 a	5,15 a
V2	18,15 b	3,56 a	279,34 a	150,86 b	0,73 a	3,18 a
V3	10,65 c	3,86 a	214,16 b	349,20 a	0,80 a	9,81 a
V4	19,42 b	3,36 a	297,21 a	245,78 b	0,73 a	5,12 a
V5	15,27 c	3,21 b	175,41 b	164,76 b	0,73 a	3,98 a
V6	13,02 c	3,01 b	226,29 b	259,08 b	0,78 a	6,70 a
V7	13,81 c	2,82 b	282,68 a	263,57 b	0,76 a	6,70 a
V8	24,02 a	3,83 a	331,88 a	299,20 a	0,80 a	8,49 a
V9	17,55 b	3,48 a	293,20 a	181,64 b	0,75 a	4,26 a
V10	22,85 a	3,64 a	404,44 a	361,31 a	0,91 a	9,31 a
V11	19,46 b	3,69 a	306,26 a	198,05 b	0,76 a	4,42 a
V12	18,21 b	3,38 a	338,67 a	226,12 b	0,75 a	4,71 a
V13	17,22 b	3,22 b	264,20 a	209,27 b	0,78 a	5,16 a
CV (%)	20,17	14,06	39,35	39,39	10,57	61,46

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

três grupos: o grupo com maiores e significativos valores de comprimento do caule incluiu os genótipos V1, V8 e V10; o grupo com menores valores foi representado pelos genótipos V3, V5, V6 e V7, enquanto os demais constituíram um grupo intermediário. As variáveis DC e ASR também constituíram dois grupos estatisticamente distintos, sendo o grupo com maiores valores composto pelos genótipos V1, V2, V3, V4, V8, V9, V10, V11 e V12 para DC e, pelos genótipos V3, V8 e V10 para ASR. Em relação à AF observou-se a formação de dois grupos estatisticamente diferentes. O grupo composto pelos genótipos V1, V2, V4, V7, V8, V9, V10, V11, V12 e V13 reuniu os genótipos com maiores valores para esta característica.

Em geral, os genótipos V8 e V10 apresentaram resultados superiores na maioria das variáveis analisadas, não ocorrendo diferença significativa entre genótipos com relação apenas às variáveis DMPR e VR. Esse comportamento é um indicativo de que esses genótipos possuem um desenvolvimento vigoroso e equilibrado de parte aérea e sistema radicular. Conatarato *et al.* (2010) também verificaram comportamento similar de desenvolvimento de parte aérea e sistema radicular para o clone V8.

Segundo Partelli *et al.* (2006a) e DaMatta *et al.* (2007) o desenvolvimento do sistema radicular do café conilon varia de acordo com o método de propagação e com o clone em estudo, apresentando grandes diferenças em diversas características (extensão, distribuição, arquitetura, profundidade, dentre outras). Conforme Pinheiro *et al.* (2004), características fisiológicas sugerem que a tolerância à seca poderia ser uma consequência direta de um melhor desenvolvimento do sistema radicular, embora diversos mecanismos fisiológicos possam estar relacionados a essa característica (DIAS *et al.*, 2007).

Os resultados apresentados na Tabela 2 referem-se à matéria seca total da planta, além de sua alocação nas diversas partes componentes das mudas: folhas, caule e raízes e da relação entre eles. Durante o desenvolvimento das mudas é importante avaliar não apenas o acúmulo total de matéria seca, mas também a forma com que ocorre sua alocação nas diferentes partes do corpo vegetal (PAIVA *et al.*, 2009). Na produção de mudas de café conilon, estas informações podem ser aplicadas na definição de estratégias de manejo, uma vez que os 13 genótipos componentes da variedade em estudo, apresentaram diferenças nos padrões de crescimento e desenvolvimento (Tabela 2). Para a maioria das características analisadas, os resultados indicaram a formação de dois grupos de médias e variações na composição dos grupos formados em função da característica. Apenas na variável referente à formação na matéria seca de caule ocorreu a formação de um terceiro grupo.

A produção de biomassa pela planta é uma característica importante e de grande consistência na avaliação do desenvolvimento de espécies vegetais, complementando os dados de crescimento em altura (PAIVA *et al.*, 2009). Pelos dados verifica-se que os genótipos V8 e V10 apresentaram médias de composição de matéria seca superiores em todas as partes da mudas analisadas, indicando um adequado equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular das plantas. Enquanto o pior desempenho de produção de biomassa foi verificado nos genótipos V6, V7 e V13 que apresentaram resultados inferiores em todas as variáveis analisadas.

Na avaliação do acúmulo de MSF e MST, o grupo composto pelos genótipos V2, V4, V8, V9, V10, V11 e V12 apresentou desempenho significativamente maior em relação aos demais. Com relação à MSC, os genótipos foram separados em três grupos. O grupo formado pelos genótipos V8 e V10 apresentou maior conteúdo de massa seca, sendo o menor conteúdo detectado no grupo formado pelos genótipos V5, V6, V7 e V13. Os demais genótipos constituíram um grupo intermediário. A MSPA apresentou valores mais elevados no grupo que reuniu os genótipos V1, V2, V4, V8, V9, V10, V11 e V12. Quanto à MSR, o grupo com desempenho significativamente maior ficou constituído pelos genótipos V2, V4, V8, V9, V10 e V12.

Na avaliação do Índice de qualidade de Dickson (IQD), os genótipos V2, V3, V4, V8, V9, V10, V11 e V12 foram reunidos no grupo com valores significativamente maiores. Este índice relaciona o acúmulo de matéria seca total (MST), comprimento do caule (CC), o diâmetro do caule (DC), a matéria seca de parte aérea (MSPA) e a matéria seca da raiz (MSR), por meio da seguinte equação: $IQD = MST / [(CC/DC) + (MSPA/MSR)]$ (DICKSON *et al.*, 1960). A equação de Dickson é apontada com um bom indicador da qualidade de mudas (DICKSON *et al.*, 1960), por levar em conta em seu cálculo à robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa. Um maior valor do IQD indica melhor qualidade da muda.

Foram observadas diferenças significativas quanto ao conteúdo de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea e no sistema radicular das mudas (Tabelas 3 e 4 respectivamente). Para todas as características houve a formação de quatro grupos de médias e as variações na composição dos grupos de genótipos estão em função do nutriente avaliado.

O conteúdo dos nutrientes Nitrogênio e Boro na parte aérea das mudas foi estatisticamente igual entre os genótipos (Tabela 3). Os genótipos V5 e V6 apresentaram médias inferiores para os demais nutrientes avaliados. Em contrapartida, os genótipos V8 e V10 apresentaram resultados superiores para todos os macronutrientes avaliados na parte aérea das mudas. Quanto ao conteúdo de Fósforo e Enxofre três grupos se formaram: os genótipos V8 e V10 compuseram o grupo com maiores teores

Tabela 2 - Valores de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR), parte aérea (MSPA) (obtida pela soma da MSF com a MSC), matéria seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea canephora* variedade 'Vitória Incaper 8142'

MACRONUTRIENTES (mg planta ⁻¹)						
Genótipos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
V1	54,42 a	5,40 b	46,28 b	30,54 a	10,68 a	3,88 b
V2	74,17 a	5,19 b	51,05 b	30,97 a	11,34 a	3,31 c
V3	66,32 a	4,69 b	52,98 b	27,23 a	7,89 a	2,91 c
V4	81,11 a	5,80 b	55,37 b	29,35 a	9,18 a	3,84 b
V5	47,48 a	2,49 c	40,13 b	15,84 b	3,22 b	2,05 c
V6	49,44 a	3,28 c	35,01 b	16,74 b	5,38 b	2,09 c
V7	68,81 a	5,32 b	50,30 b	28,66 a	8,25 a	4,31 b
V8	66,88 a	8,38 a	81,75 a	43,79 a	11,20 a	5,23 a
V9	66,75 a	5,58 b	51,95 b	34,68 a	10,11 a	3,80 b
V10	76,92 a	8,97 a	100,05 a	33,87 a	10,20 a	6,40 a
V11	87,77 a	6,19 b	52,96 b	30,18 a	10,60 a	3,75 b
V12	88,28 a	6,43 b	53,42 b	34,64 a	8,76 a	4,60 b
V13	62,22 a	4,72 b	53,38 b	26,07 a	7,51 a	4,28 b
CV (%)	43,21	44,34	43,58	44,4	44,81	45,21
MICRONUTRIENTES (µg planta ⁻¹)						
Genótipos	Ferro	Zinco	Cobre	Manganês	Boro	
V1	606,29 a	52,81 c	27,46 b	99,28 a	314,76 a	
V2	748,79 a	69,41 b	0,42 c	102,10 a	204,21 a	
V3	689,38 a	105,47 a	13,18 d	141,26 a	210,95 a	
V4	647,90 a	46,63 c	16,32 c	81,60 b	240,14 a	
V5	355,96 b	39,08 c	9,77 d	30,71 c	178,67 a	
V6	310,11 b	25,84 c	10,05 d	43,07 c	139,26 a	
V7	549,97 a	42,15 c	17,24 c	61,32 b	185,88 a	
V8	779,20 a	68,25 b	36,96 a	93,84 a	270,16 a	
V9	561,10 a	80,81 b	20,78 c	117,76 a	210,12 a	
V10	609,08 a	75,35 b	37,67 a	94,18 a	219,77 a	
V11	830,31 a	58,09 c	24,20 c	113,77 a	239,65 a	
V12	434,52 b	59,36 c	18,99 c	78,35 b	230,32 a	
V13	322,44 b	45,31 c	13,94 d	62,74 b	193,46 a	
CV (%)	43,98	42,92	46,11	46,07	44,97	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

destes nutrientes; no grupo com menores concentrações de Fósforo ficaram os V5, V6 e V7, enquanto no grupo com menores teores de Enxofre, ficaram os genótipos V2, V3, V5 e V6. Os demais genótipos compuseram um agrupamento intermediário.

O Cálcio e Magnésio formaram dois grupos de conformação semelhante, sendo que para os dois

nutrientes, apenas os genótipos V5 e V6 apresentaram concentrações estatisticamente inferiores aos demais. O Nitrogênio foi o macronutriente mais acumulado na parte aérea das mudas, sendo seguido pelo Potássio e Cálcio. Tal resultado concorda com o observado por Bragança *et al.* (2007) em folhas de cafeeiro conilon adulto. As funções do Nitrogênio na síntese de aminoácidos, enzimas,

Tabela 3 - Médias do conteúdo de nutrientes na parte aérea de mudas clonais de *Coffea canephora*, variedade 'Vitória Incaper 8142'

MACRONUTRIENTES (mg planta ⁻¹)						
Genótipos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
V1	54,42 a	5,40 b	46,28 b	30,54 a	10,68 a	3,88 b
V2	74,17 a	5,19 b	51,05 b	30,97 a	11,34 a	3,31 c
V3	66,32 a	4,69 b	52,98 b	27,23 a	7,89 a	2,91 c
V4	81,11 a	5,80 b	55,37 b	29,35 a	9,18 a	3,84 b
V5	47,48 a	2,49 c	40,13 b	15,84 b	3,22 b	2,05 c
V6	49,44 a	3,28 c	35,01 b	16,74 b	5,38 b	2,09 c
V7	68,81 a	5,32 b	50,30 b	28,66 a	8,25 a	4,31 b
V8	66,88 a	8,38 a	81,75 a	43,79 a	11,20 a	5,23 a
V9	66,75 a	5,58 b	51,95 b	34,68 a	10,11 a	3,80 b
V10	76,92 a	8,97 a	100,05 a	33,87 a	10,20 a	6,40 a
V11	87,77 a	6,19 b	52,96 b	30,18 a	10,60 a	3,75 b
V12	88,28 a	6,43 b	53,42 b	34,64 a	8,76 a	4,60 b
V13	62,22 a	4,72 b	53,38 b	26,07 a	7,51 a	4,28 b
CV (%)	43,21	44,34	43,58	44,4	44,81	45,21
MICRONUTRIENTES (µg planta ⁻¹)						
Genótipos	Ferro	Zinco	Cobre	Manganês	Boro	
V1	606,29 a	52,81 c	27,46 b	99,28 a	314,76 a	
V2	748,79 a	69,41 b	0,42 c	102,10 a	204,21 a	
V3	689,38 a	105,47 a	13,18 d	141,26 a	210,95 a	
V4	647,90 a	46,63 c	16,32 c	81,60 b	240,14 a	
V5	355,96 b	39,08 c	9,77 d	30,71 c	178,67 a	
V6	310,11 b	25,84 c	10,05 d	43,07 c	139,26 a	
V7	549,97 a	42,15 c	17,24 c	61,32 b	185,88 a	
V8	779,20 a	68,25 b	36,96 a	93,84 a	270,16 a	
V9	561,10 a	80,81 b	20,78 c	117,76 a	210,12 a	
V10	609,08 a	75,35 b	37,67 a	94,18 a	219,77 a	
V11	830,31 a	58,09 c	24,20 c	113,77 a	239,65 a	
V12	434,52 b	59,36 c	18,99 c	78,35 b	230,32 a	
V13	322,44 b	45,31 c	13,94 d	62,74 b	193,46 a	
CV (%)	43,98	42,92	46,11	46,07	44,97	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

vitaminas, hormônios, ácidos nucleicos e nucleotídeos são bastante discutidas. O desenvolvimento da área foliar e a fotossíntese dependem do seu suprimento. Sua carência promove deficiência na síntese de clorofila, resultando em clorose das folhas e decréscimo na produtividade (BRAGANÇA *et al.*, 2008).

O Potássio, por sua vez, além de um importante papel na síntese de proteína e regulação do potencial

osmótico das células, é ativador de várias enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em relação ao acúmulo de micronutrientes (Tabela 3) houve maior variação no comportamento dos genótipos, com a formação de até quatro grupos. Os genótipos que apresentaram maiores teores de Ferro na parte aérea foram V1, V2, V3, V4, V7, V8, V9, V10 e V11. Quando ao

acúmulo de Zinco, o clone V3 apresentou maiores teores, enquanto os genótipos V2, V8, V9 e V10 compuseram um grupo intermediário. Os demais genótipos apresentaram os menores valores deste nutriente, ocorrendo diferença significativa entre os grupos. O Cobre foi o nutriente com maior variação em sua concentração entre os genótipos, constituindo quatro grupos diferentes. Os genótipos V8 e V10 apresentaram maiores teores do nutriente. O Clone V1 apresentou maior teor em relação aos anteriores, entretanto, o teor de Cobre neste clone foi mais elevado que os verificados nos clones V2, V4, V7, V9, V11 e V12.

O Ferro foi o micronutriente mais acumulado na parte aérea das plantas, o que está de acordo com o verificado por Bragança *et al.* (2007) durante o desenvolvimento de plantas de conilon até os 72 meses. As plantas possuem características inerentes à espécie que as diferenciam nas quantidades de nutrientes absorvidos e acumulados nos seus diferentes órgãos. Além da espécie e do genótipo, as quantidades de nutrientes acumulados variam com o local e época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta. A partição de nutrientes dentro de uma planta perene, como o cafeeiro, depende da distribuição de matéria seca e dos teores de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos. O cafeeiro conilon por apresentar alta produtividade, espera-se que os genótipos constituintes das variedades apresentem também uma alta exigência nutricional e que acumulem quantidades diferentes de nutrientes em seus tecidos (BRAGANÇA *et al.*, 2007), concordando com o observado neste trabalho para a parte aérea das mudas da variedade ‘Vitória Incaper 8142’.

Os genótipos V8 e V10 apresentaram maior conteúdo de macronutrientes no sistema radicular das mudas (Tabela 4). Em relação aos micronutrientes, o clone V10 apresentou o maior conteúdo nesta parte da planta analisada (Tabela 4).

Na Tabela 4 o acúmulo de Nitrogênio no sistema radicular das mudas, em geral, mostrou-se inferior aos verificados para parte aérea (Tabela 3). Entre os genótipos verificou-se a formação de dois grupos distintos com relação ao teor de Nitrogênio (Tabela 4). Dentro do grupo com maior concentração do nutriente ficaram os genótipos V1, V2, V4, V8, V9, V10, V11 e V12. Quanto ao acúmulo de Fósforo os genótipos foram agrupados em quatro grupos. Nestes grupos, os genótipos V8 e V10 apresentaram os maiores teores do nutriente.

O acúmulo de Potássio e Enxofre caracterizou a formação de três grupos significativamente diferentes para os dois nutrientes, sendo que, para ambos os nutrientes, o maior teor foi observado nos genótipos V8 e V10. Para Cálcio e Magnésio observou-se a formação de dois grupos com conformação semelhante de genótipos para os dois

nutrientes, o que está de acordo com o observado por Bragança *et al.* (2008).

Os nutrientes minerais influenciam o crescimento das plantas por meio de seus efeitos sobre o suprimento de assimilados e de substâncias de crescimento. A influência dos nutrientes na fotossíntese pode ocorrer em várias vias, como o Nitrogênio, nutriente indispensável na formação dos cloroplastos, síntese proteica e síntese de clorofila. Durante o fluxo de elétrons na cadeia de transporte de elétrons, da mitocôndria e cloroplasto, a energia livre é associada com a oxidação dos componentes da cadeia, sendo convertida na forma de ATP. Dessa maneira, o Nitrogênio é necessário para que ocorra a síntese proteica é a ativação de uma série de enzimas e o Fósforo no armazenamento e fornecimento de energia para as reações metabólicas e, conseqüentemente, para a produção de biomassa vegetal e formação de novos tecidos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O Cálcio atua como mensageiro secundário nas respostas das plantas à vários tipos de sinais externos, sendo ainda indispensável na manutenção da estabilidade da parede celular. O Cálcio está também envolvido no sistema de osmorregulação da célula, por meio do balanço de ânions orgânicos e inorgânicos no vacúolo. Sintomas de deficiência de Cálcio incluem clorose e necrose das folhas mais novas e diminuição do crescimento radicular. Na ausência de Ca, a extensão das raízes é paralisada dentro de poucas horas (BRAGANÇA *et al.*, 2008).

O acúmulo de micronutrientes também apresentou variação entre genótipos e nutrientes acumulados. De modo geral o clone V10 se destacou, apresentando elevado teor para os diversos nutrientes. O teor de zinco, cobre e boro foi superior nos genótipos V8 e V10, enquanto o maior teor de manganês no sistema radicular foi verificado nos genótipos V10 e V12.

Os genótipos de café conilon apresentam maior conteúdo de Ferro nas raízes (Tabela 4), em relação à parte aérea (Tabela 3), confirmando o que foi observado por Bragança *et al.* (2007). As análises realizadas neste trabalho indicaram uma variação no comportamento dos genótipos, com maior acúmulo de Ferro no clone V10, que diferiu do segundo grupo de genótipos, formado pelos genótipos V2, V4, V8, V9 e V12 e do terceiro grupo que incluiu os demais genótipos. Para os demais micronutrientes, a parte aérea das mudas apresentou valores mais elevados.

De acordo com Larcher (2000), a eficiência de absorção de nutrientes pela raiz e o teor absorvido de determinado elemento são características determinadas geneticamente, sendo que as plantas são capazes de absorver estes nutrientes contra um gradiente de concentração e acumulá-los, especialmente, no vacúolo.

Tabela 4 – Médias do conteúdo de nutrientes no sistema radicular de mudas clonais de *Coffea canephora*, variedade ‘Vitória Incaper 8142’

MACRONUTRIENTES (mg planta ⁻¹)						
Genótipos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
V1	15,32 a	0,96 c	4,65 c	6,45 a	3,83 b	1,52 c
V2	18,14 a	1,14 c	6,04 c	7,71 a	5,05 a	1,88 c
V3	11,00 b	0,66 d	4,67 c	4,89 b	3,01 b	1,05 c
V4	17,58 a	1,04 c	4,31 c	8,77 a	4,87 a	1,55 c
V5	1,50 b	0,47 d	3,85 c	2,79 b	2,08 b	1,05 c
V6	8,38 b	0,42 d	3,64 c	2,59 b	2,01 b	0,95 c
V7	12,40 b	0,90 c	4,23 c	4,02 b	2,93 b	1,33 c
V8	18,74 a	2,23 a	8,72 a	7,88 a	5,83 a	3,21 a
V9	19,61 a	1,43 b	6,88 b	6,28 a	5,55 a	2,45 b
V10	18,03 a	2,16 a	10,35 a	9,52 a	6,67 a	3,55 a
V11	12,34 b	1,41 b	4,50 c	7,44 a	3,75 b	1,35 c
V12	18,75 a	1,36 b	7,16 b	9,51 a	5,06 a	1,79 c
V13	6,84 b	0,55 d	3,76 c	4,85 b	2,26 b	1,13 c
CV (%)	43,01	45,23	42,26	43,55	43,43	44,89
MICRONUTRIENTES (µg planta ⁻¹)						
Genótipos	Ferro	Zinco	Cobre	Manganês	Boro	
V1	1.777,54 c	55,80 a	9,30 b	20,46 b	98,58 c	
V2	2.911,65 b	49,76 b	9,67 b	20,73 b	159,64 b	
V3	1.407,54 c	29,93 c	6,08 c	16,37 c	113,67 c	
V4	2.989,77 b	47,61 b	10,35 b	22,77 b	134,55 c	
V5	1.415,04 c	15,21 c	5,75 c	10,68 c	99,90 c	
V6	1.170,16 c	16,72 c	5,05 c	9,33 c	85,16 c	
V7	1.530,50 c	22,40 c	7,29 c	13,54 c	107,34 c	
V8	3.128,66 b	63,67 a	18,31 a	22,67 b	234,62 a	
V9	3.219,87 b	43,18 b	11,85 b	22,86 b	185,42 b	
V10	5.473,08 a	63,48 a	17,48 a	27,60 a	201,48 a	
V11	2.209,80 c	31,80 c	8,40 b	19,20 b	131,40 c	
V12	2.958,68 b	42,74 b	10,68 b	30,53 a	157,24 b	
V13	1.349,69 c	19,92 c	6,02 c	9,26 c	101,47 c	
CV (%)	44,11	51,04	45,24	43,15	41,94	

O café conilon é uma espécie que apresenta um alto potencial produtivo, dessa forma, os genótipos apresentam alta exigência nutricional e acumulam grande quantidade de nutrientes em seus tecidos. Segundo Bragança *et al.* (2007), as quantidades de nutrientes acumulados pelo cafeeiro variam de acordo com o local e época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta. Assim, as quantidades de nutrientes acumulados nos diferentes tecidos, são crescentes de acordo com a idade da planta e a produção de matéria seca.

O equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular está intimamente relacionado com o desenvolvimento e a produtividade do cafeeiro, de modo que os genótipos ideais são aqueles que apresentam alta produção de biomassa na parte aérea, seguido por um sistema radicular altamente desenvolvido e capaz de explorar grandes profundidades, conferindo ao cafeeiro maior absorção de nutrientes e melhores condições para suportar secas prolongadas (CONTARATO *et al.*, 2010).

Na maioria das características avaliadas, foi possível verificar uma variação no desenvolvimento inicial dos genótipos, mostrado pela formação de vários grupos de genótipos para cada variável e, a mudança na composição dos grupos de acordo com a característica considerada. Esses dados indicam que o manejo, principalmente no início da formação das plantas deverá ser diferente entre os genótipos, confirmando a eficiência e recomendação do plantio em linhas intercaladas dos 13 genótipos (FONSECA *et al.*, 2004a; FONSECA *et al.*, 2006) uma vez que os 13 genótipos, além das diferenças genotípicas, apresentando também diferenças fenológicas e fisiológicas, tanto quanto à fase produtiva e tempo maturação dos frutos, quanto aos padrões de absorção e alocação de nutrientes, conforme observado neste trabalho.

Conclusões

Os genótipos V8 e V10 de café conilon da variedade 'Vitória Incaper 8142' apresentaram desenvolvimento superior em comparação aos demais genótipos.

As mudas dos genótipos V2, V3, V4, V9, V11 e V12 apresentaram adequado equilíbrio na repartição da biomassa entre parte aérea e raiz.

Os genótipos apresentaram diferenças no acúmulo de nutrientes.

O nitrogênio e ferro foram os nutrientes mais acumulados pelos diferentes genótipos.

Literatura científica citada

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

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

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

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

CECON, P. R.; SILVA, F. F. E.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R. G.; CARNEIRO, A. P. S.; DETMANN, E.; FARIA, P. N.; MORAIS, T. S. S. Análise de medidas repetidas na avaliação de

clones de café 'Conilon'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1171-1176, 2008.

CHAGAS, E. A.; BACELAR-LIMA, C. G.; CARVALHO, A. S.; RIBEIRO, M. I. G.; SAKAZAKI, R. T.; NEVES, L. C. Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh). **Revista Agro@ambiente**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Café: Safra 2013 Primeira Estimativa**. Brasília: CONAB. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 09 de abril 2013.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; autoincompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia**, v. 20, n. 4, p. 787-804, 1961.

CONTARATO, C. C.; SOBREIRA, F. M.; TOMAZ, M. A.; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Evaluation of the initial development of conilon coffee clones (*Coffea canephora*). **Scientia Agraria**, v. 11, n. 1, p. 65-71, 2010.

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DIAS, C.; ARAUJO, W. L.; ARAUJO, G. A. B. K.; BARROS, R. S.; DAMATTA, F. M. Morphological and physiological responses of two coffee progenies to soil water availability. **Journal of Plant Physiology**, v. 164, n. 12, p.1639 -1647, 2007.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAIYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; BRAGANÇA, S. M. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 599-605, 2006.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, 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. 2, p. 503-505, 2004a.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.. Discriminant analysis for the classification and clustering of robusta coffee genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 3, p. 285-289, 2004b.

ICO - INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. 2013. **Statistics**. Disponível em <http://www.ico.org/trade_statistics.asp>. Acesso em: 09 de abril de 2013.

JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. B.; RODRIGUES, A. F. O. SAFIRA – **Software para a análise de fibras e raízes**. Versão 1.1. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2010. Download em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/labimagem>>.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

- PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 499-511, 2009.
- PAIVA, R. F.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; REZENDE, J. C.; FERREIRA, A. D.; CARVALHO, A. M. Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 155-1160, 2012.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO, A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006a.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; DETMANN, E.; CAMPOSTRINI, E. Estimativa da área foliar do cafeeiro a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, v. 53, n. 306, p. 204-210, 2006b.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; AMARAL, J. A. T. Efeito do tipo de ramos, tempo e condições de acondicionamento de estacas sobre o desenvolvimento de mudas de café conilon. **Pesquisa Agropecuária e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 19-25, 2003.
- PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.
- PINHEIRO, H. A.; 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.
- SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.
- SILVA, K. N.; PIO, R.; TADEU, M. H.; ASSIS, C. N.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; PATTO, L. S. Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 418-422, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.
- TIBERTI, A. S.; PIO, R.; ASSIS, C. N.; SILVA, K. N.; TADEU, M. H. Propagação do 'Boysenberry' por estaquia e mergulhia. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 423-428, 2012.