

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

**SAUL DE ANDRADE JÚNIOR**  
*Magister Scientiae*

**COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DE  
MUDAS DE CAFÉ CONILON PROPAGADAS POR  
ESTAQUIA E ENXERTIA**

**São Mateus, ES  
Abril de 2012**

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

**COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DE  
MUDAS DE CAFÉ CONILON PROPAGADAS POR  
ESTAQUIA E ENXERTIA**

**SAUL DE ANDRADE JÚNIOR**  
*Magister Scientiae*

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.º Rodrigo Sobreira Alexandre

**São Mateus, ES  
Abril de 2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

A553c Andrade Júnior, Saul de, 1984-  
Comportamento morfofisiológico de mudas de café conilon propagadas por estaquia e enxertia / Saul de Andrade Júnior. – 2012.  
69 f. : il.

Orientador: Rodrigo Sobreira Alexandre.

Coorientadores: Fábio Luiz Partelli, Edilson Romais Schmildt, Maria Amélia Gava Ferrão.

Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Café - Enxertia. 2. Plantas - Propagação por estaquia. 3. Fisiologia. I. Alexandre, Rodrigo Sobreira. II. Partelli, Fábio Luiz, 1979-. III. Schmildt, Edilson Romais. IV. Ferrão, Maria Amélia Gava. V. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. VI. Título.

CDU: 63

---

# Comportamento morfofisiológico de mudas de café conilon propagadas por estaquia e enxertia

**Saul de Andrade Júnior**

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: 26/04/2012.



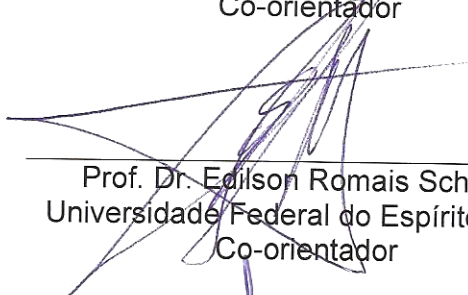
---

Dr. Aldo Luiz Mauri  
INCAPER



---

Prof. Dr. Fábio Luiz Partelli  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Co-orientador



---

Prof. Dr. Edilson Romais Schmildt  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Co-orientador



---

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

A minha esposa Sherrine e ao meu filho Ian  
Aos pais Saul e Nadir  
Aos tios (a) Abias, Sofia, Madison e Avó (in memoriam), Gleide, Eleusa e Ilma  
que sempre deram apoio e incentivo em meus estudos  
**DEDICO...**

## **BIOGRAFIA**

Saul de Andrade Júnior nascido em Santa Isabel do Pará-PA. Filho de Saul de Andrade e Maria Madalena Soares. Concluiu em dezembro de 2001 o Técnico em Agropecuário na Escola Agrotécnica Federal de Colatina-ES. Em 2003 ingressou na graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) concluindo em 2008. Teve como Bolsista do Consócio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café CBP&D, de 2009 a 2010 EMBRAPA/ INCAPER. Em 2010 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical no nível de mestrado, pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES/CEUNES), São Mateus-ES, submetendo-se a defesa de dissertação em 26 de abril de 2012.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela minha vida, pois sem ele nada sou.

À Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo UFES/CEUNES e ao Programa de Pós- Graduação em Agricultura Tropical/PPGAT, pela acolhida neste dois anos com a oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo um auxílio muito importante no desenvolvimento dos trabalhos.

Ao Prof. Dr.º Rodrigo Sobreira Alexandre, pela competência exemplar, comprometimento e todo empenho na orientação e suas importantes contribuições para a qualidade do trabalho aqui apresentado, mas principalmente pela sua ajuda de grande valia antes mesmo de fazer parte do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical quando ainda era um desconhecido desta casa.

Ao Prof. Dr.º Edilson Romais Schmildt, pela colaboração na estatística e correções importantes no texto.

Ao Prof. Dr.º Fabio Luiz Partelli, pela disposição em transmitir seus conhecimentos, e suas sugestões para a melhoria deste texto.

A Maria Amélia Gava Ferrão, pelas correções e sugestões no experimento e conselhos de vida.

Ao Prof. Dr.º Antelmo Ralph Falqueto, pela maestria de sutileza na forma de tratar as pessoas, e suas contribuições fisiológicas, no texto deste estudo.

A todos os demais professores do CEUNES/PPGAT, que contribuirão de forma direta, com a transmissão dos seus conhecimentos em cada disciplina lecionada, aqui nesta universidade.

À secretária da coordenação do PPGAT/CEUNES, Bernadeth Seixas, pela colaboração e por atender sempre de forma cordial.

Ao INCAPER, pela gentileza de ceder seu espaço físico e pessoal, para a condução do experimento na Fazenda Experimental de Marilândia local onde eu aprendi o que é CAFÉ, e aos equipamentos usados da Fazenda Experimental de Linhares, além é claro da amizade do Paulinho, Aldo, Verdinho, Altino, Rafael, Cristovão, Fátima e João sempre ajudando ao compartilhar suas experiências profissionais, informações técnicas e operacionais.

Ao professor Fábio Murilo DaMatta e sua equipe de trabalho sendo representada aqui pelos alunos Leandro Elias Moraes, Paulo Cezar Cavatte e Samuel Martins pela importante contribuição no levantamento dos dados fisiológicos e compartilhar suas experiências de trabalho.

Ao Roberto Fernando Fermo que contribuiu de forma incisiva nas avaliações sendo de grande valia para os levantamentos dos dados do experimento.

Aos amigos que fiz nesta casa. E aqueles que tive o privilégio de maior convívio o Arlon, Gizele, Marcos, Mariana e Secundino, tornando está passagem por aqui mais agradável.

Meu muito obrigado a todos, pois sem equipe não vamos a lugar nenhum.



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURA E SIMBOLOS .....</b>	<b><i>vii</i></b>
<b>RESUMO .....</b>	<b><i>x</i></b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b><i>xi</i></b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b><i>1</i></b>
<b>2. CAPÍTULOS .....</b>	<b><i>5</i></b>
<b>2.1. Enxertia vs estaquia: comparação entre métodos de propagação vegetativa em cafeeiro conilon.....</b>	<b><i>6</i></b>
<b>Resumo .....</b>	<b><i>6</i></b>
<b>Abstract .....</b>	<b><i>7</i></b>
<b>Introdução .....</b>	<b><i>7</i></b>
<b>Material e métodos .....</b>	<b><i>8</i></b>
<b>Resultados e discussões .....</b>	<b><i>10</i></b>
<b>Conclusões .....</b>	<b><i>20</i></b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b><i>21</i></b>
<b>2.2. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a para métodos de propagação vegetativa do cafeeiro conilon.....</b>	<b><i>25</i></b>
<b>Resumo .....</b>	<b><i>25</i></b>
<b>Abstract .....</b>	<b><i>26</i></b>
<b>Introdução .....</b>	<b><i>26</i></b>

<b>Material e métodos .....</b>	<b>28</b>
<b>Resultados e discussões .....</b>	<b>30</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>36</b>
<b>Referencias bibliograficas .....</b>	<b>36</b>
<b>3. CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>53</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE ABREVIATURA E SIMBOLOS

AF - área foliar.....	cm <sup>2</sup>
MMFF - massa de matéria fresca folha.....	g
MMSF - massa de matéria seca de folha.....	g
MMFC - massa de matéria fresca de caule.....	g
MMSC - massa de matéria seca de caule.....	g
MMFCP - massa de matéria verde de caule 1 <sup>a</sup> .....	g
MMSCP - massa de matéria seca de caule 1 <sup>a</sup> .....	g
MMFPA - massa de matéria fresca da parte área.....	g
MMSPA - massa de matéria seca da parte área.....	g
MFR - massa de matéria fresca de raiz.....	g
MMSR - massa de matéria seca de raiz.....	g
MMSRF - massa de matéria seca fina de raiz.....	g
VR - volume de raiz.....	cm <sup>3</sup>
MMFT - massa de matéria fresca total da planta.....	g
MMST - massa de matéria seca total da planta.....	g
NF - n <sup>o</sup> folha.....	n <sup>o</sup>
HP – altura.....	cm
DC - diâmetro do coleto	mm
RAD - relação altura da planta e diâmetro do coleto.....	-
RPAR - relação da massa da matéria seca da parte aérea com a massa da matéria seca da raiz.....	-
IQD - índice de qualidade de Dickson	

Cond - condutância estomática ( $g_s$ ).....	$\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Foto - taxa líquida de assimilação de carbono ( $A$ ).....	$\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Trans – transpiração.....	E
$C_i/C_a$ - razão entre as concentrações interna e externa de $\text{CO}_2$	-
EUA - eficiência do uso da água ( $A/E$ ).....	$A/E$
$T_{\text{leaf}}$ - temperatura da folha ( $T.F$ ).....	$^{\circ}\text{C}$
$F_v/F_m$ - eficiência fotoquímica máxima do FSII.....	$F_v/F_m$
$f_{\text{PSII}}$ - rendimento quântico efetivo do $\Phi_{\text{FSII}}$ .....	$\Phi_{\text{FSII}}$
NPQ - coeficientes de extinção não-fotoquímica.....	NPQ
$q_p$ - coeficientes de extinção fotoquímica.....	$q_p$
$q_N - q_n$ .....	-
ETR - taxa de transporte de elétrons.....	ETR

## RESUMO

ANDRADE, Saul Júnior; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Abril de 2012; **Comportamento morfofisiológico de mudas de café conilon propagadas por estaquia e enxertia**; Orientador: Rodrigo Sobreira Alexandre, Co-orientadores: Edilson Romais Schmildt, Fabio Luiz Partelli, Maria Amélia Gava Ferrão.

Objetivou-se avaliar o crescimento de mudas propagadas por enxertia e por estaquia e caracterizar as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila *a* no cafeeiro Conilon. O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da Fazenda Experimental do Incaper, no município de Marilândia-ES. Na enxertia utilizou-se como porta-enxerto, mudas provenientes de propagação seminífera, da espécie *Coffea canephora*, 'Robusta Tropical 8151', e como enxerto, seis clones do 'Conilon Vitória Incaper 8142'. A estaquia foi realizada com seis clones usados na enxertia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com doze tratamentos e cinco repetições composta de doze mudas. Aos 130 dias após a enxertia fez a leitura das variáveis de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*, aos 150 dias avaliou-se as variáveis de crescimento, que foram comparadas pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. As mudas enxertadas foram superiores em todas as características de crescimento. Para trocas gasosas não se detectou diferenças significativas em nem um dos contrastes estaquia e enxerto o mesmo não ocorrendo para parâmetros da fluorescência da clorofila *a* e quando o estudo considerou a época de maturação os materiais não diferiram entre si.

**Palavras chaves:** *Coffea canephora*, café, crescimento, clonagem e fisiologia.

## ABSTRACT

ANDRADE, Saul Júnior; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; April de 2012; **Morphophysiological behavior of conilon coffee seedlings propagated by cuttings and grafting**; Adviser: Rodrigo Sobreira Alexandre, Co- Advisers: Edilson Romais Schmidt, Fabio Luiz Partelli, Maria Amélia Gava Ferrão.

Its objective is to evaluate the seedlings growth disseminated by grafting and cutting and to characterize gas exchanges and chlorophyll fluorescence *a* in conilon coffee. The experiment was conducted at the seedling production vivarium of Incaper's Experimental Farm in Marilândia city in Espírito Santo. In the grafting, seedlings from seminiferous propagation of *Coffea canephora* species, 'Robusta Tropical 8151' were used as rootstocks, and as graft, six clones Conilon 'Vitória Incaper 8142'. The cutting was done with six clones used in the grafting. The experimental design was in randomized blocks with twelve treatments and five repetitions composed by twelve seedlings. After 130 days the grafting read the variables of gas exchanges and chlorophyll fluorescence *a* after 150 days means of variables were evaluated and they were compared by Scheffé test with a probability of 5%. The grafted seedlings were superior in all growth characteristics. Significant differences weren't detected to gas exchanges in none of the cutting and grafting contrasts and the same hasn't occurred to chlorophyll fluorescence *a* parameters and when the study considered the maturation stage the materials showed no differences among them.

**Key words:** *Coffea canephora*, coffee, growth, cloning and physiology.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cafeicultura nacional se destaca frente aos demais países produtores com uma safra alcançada em 2011 de 43.154 milhões de sacas, de um total global de 133,1 milhões das quais 27.357 milhões foram exportadas pelo Brasil (OIC, 2012). Estes resultados mostram que a cafeicultura gera grandes divisas por apresentar enorme tradição técnica, empresarial e comercial. No entanto para a manutenção dessa condição é necessário que as lavouras cafeeiras sejam bem sucedidas, com mudas provenientes de cultivares produtivos, adaptados a diferentes condições de clima e solo, tolerantes a pragas e vigorosos, o que é mantido através de seleções clonais e métodos de propagação vegetativa.

A propagação vegetativa do *Coffea canephora* mantém as características genéticas da planta matriz, o que garante a homogeneidade da lavoura, enquanto ao período de maturação dos grãos (precoce, médio e tardio) e outras características desejáveis como produtividade, vigor, estabilidade de produção e arquitetura de planta (WEIGEL & JURGENS, 2002). Além disso, Partelli et al. (2006) concluíram que plantas propagadas por estacas apresentam produtividade superior àquelas propagação por via seminal. Diferentemente da espécie *C. arabica*, onde a propagação é predominantemente por sementes, por se tratar de planta autógama, cujas progênies em gerações avançadas mantêm a cultivar com um mínimo de variabilidade.

A propagação vegetativa por meio da estaquia foi estudada em alguns países da África, Dublin (1964) testou então a estaquia em *C. canephora* cv.

Robusta e também o *Coffea excelsa*, encontrando resultados satisfatórios com o mesmo método. Paulino et al. (1984), no Brasil, obteve mais de 90% de enraizamento para o cv. Conilon e Guarini. Silveira & Fonseca (1995) obtiveram pegamento de 95 a 100%. De acordo com Ferrão et al. (2007) este método é uma alternativa aos pequenos e médios cafeicultores do Espírito Santo, para a obtenção de cultivares mais uniformes e produtivos e, isso só foi possível a partir de seleção clonal. Em Madagascar, utilizando-se da seleção individual de plantas matrizes e através da propagação vegetativa, se obteve um aumento significativo na produtividade das lavouras (SNOECK, 1968). No Brasil, Paulino (1980), com o objetivo de selecionar linhagens do cafeeiro Conilon com estabilidade de caracteres, avaliou 120 progênies e destas identificou 30 matrizes superiores. Atualmente as mudas são tradicionalmente produzidas por propagação vegetativa através da estaquia de variedades melhoradas.

De acordo com a propagação adotada o sistema radicular das plantas apresenta características diferenciadas (LYNCH, 1995). Assim, o conhecimento do sistema radicular de uma espécie é de grande importância para proporcionar manejo adequado e, quando associado aos fatores edafoclimáticos, é fundamental para a otimização de práticas como calagem e adubação (CAIRES & ROSELEM, 1998; ROSELEM et al., 2003; PRADO & NATALE, 2004), aplicação de produtos fitossanitários, manejo de irrigação entre outras. Além disso, podem ser utilizadas diferentes correlações entre a produção de raízes e a produtividade das plantas (GUIMARÃES et al., 1996).

O uso comercial da enxertia no cafeeiro data do final do século XVIII foi preconizado por G. van Riemsdijk, agricultor da ilha de Java na Indonésia, que a desenvolveu, com o objetivo de combater uma grande incidência de nematóides em *C. arabica*, utilizando-se *Coffea liberica* como porta-enxerto. A idéia surgiu pelo fato de *C. liberica* possuir sistema radicular vigoroso e sofrer menores prejuízos causados pelos nematóides, comparados com o *C. arabica* (FERWERDA, 1934).

Isso garantiu a multiplicação de híbridos e fixação imediata de características como aumento e uniformidade de produção (MEDINA & BORDIGNON, 2009). A enxertia em *C. canephora* foi menos empregada devido a seleção de cultivares mais uniformes multiplicados por sementes e a eficiente propagação vegetativa de cultivares clonais (BRAGANÇA et al., 2001).



A técnica da enxertia do cafeeiro é utilizada principalmente na fase de produção de mudas, sendo mais empregado o método hipocotiledonar, ou seja, o corte abaixo dos cotilédones, realizado com plântulas nos estágios de palito-de-fósforo e orelha de onça, pelo sistema de garfagem em fenda cheia, esse sistema foi proposto por Reina (1966) e no Brasil, Moraes & Franco (1973) aprimoraram e difundiram a enxertia de *C. arabica* com porta-enxertos de *C. canephora*. Hashizume (1974) conseguiu 85 e 86% de pegamento em mudas de 'Catuaí' e 'Mundo Novo', respectivamente, enxertadas em porta enxerto de conilon. As regiões da Alta Paulista em São Paulo e do Norte do Paraná adotam a prática em viveiros comerciais, para controle do nematóide *Meloidogyne incognita*, usando como porta-enxerto o material de robusta 'LC 2258' ou 'Apoatã' desenvolvido no 'IAC' (PAULO et al., 2006; MATIELLO et al., 2010).

A influência do sistema radicular no desenvolvimento das plantas e na tolerância a estresses ambientais tem se tornado bastante evidente com o uso da técnica de enxertias recíprocas (HARTMANN et al., 2002). Alves (1986) estudando combinações de cultivares e porta-enxertos, observou que o 'Catimor', utilizando o sistema radicular de outros porta-enxertos como o 'Catuaí', 'Mundo Novo' e 'Caturra', em relação ao pé-franco, apresentava aumento significativo na taxa de crescimento da área foliar. Há efeitos positivos de porta-enxertos de *C. canephora* sobre o crescimento de enxertos de *C. arabica* (FAHL et al., 2001; TOMAZ et al., 2006). Os efeitos de porta-enxertos sobre cultivares podem ocorrer por meio de mudanças nos mecanismos fisiológicos da planta, como balanço hormonal, absorção de água, trocas gasosas, translocação de assimilados entre outros (SORCE et al., 2002; ATKINSON et al., 2003).

Os principais mecanismos fisiológicos de tolerância diferencial à seca entre clones de conilon são governados pela eficiência de extração da água do solo e pelas taxas de uso da água pelas plantas (PINHEIRO et al., 2005; DAMATTA & RAMALHO, 2006; DAMATTA et al., 2006). Avaliações fisiológicas sugerem que clones com produção relativamente elevada em condições de seca são capazes de manter potenciais hídricos foliares adequados, por meio da combinação do aprofundamento do sistema radicular e aumento no controle estomático. Diante desse fato, Inforzato & Reis (1963) observaram que cerca de 90% das raízes dos cafeeiros 'Mundo Novo' encontram-se na camada de 50 cm; 66% na de 30 cm; e 28% até 15 cm de profundidade do solo. Em *C. canephora*, 94% das raízes estão na

camada de 60 cm (BATISTELA & MATIELLO, 1987) possibilitando assim maior capacidade de translocação de água e nutrientes para o *C. canephora*, visto que seu sistema radicular é mais desenvolvido. As alterações na morfologia do sistema radicular podem alterar a eficiência de absorção de água e nutrientes, principalmente aqueles imóveis no solo, e cujo contato com as raízes ocorre por difusão (BERNARDI et al., 2000).

Ao submeter às plantas a estresse ambiental ou biótico, alterações fisiológicas são desencadeadas, uma sinalização rápida é no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência (RIBEIRO et al., 2003; BAKER & ROSENQVST, 2004) e apresenta um padrão de resposta a seca, desta forma pode ser uma ferramenta na identificação de materiais tolerantes.

A perspectiva de utilização de porta-enxertos de clones tolerantes, no aumento da tolerância à seca de genótipos mais sensíveis, pode ampliar o conhecimento sobre as interações fisiológicas verificadas na enxertia entre genótipos com tolerâncias contrastantes ao déficit hídrico, diante teste fato, trabalhando com materiais clonais de *C. canephora* contrastante em relação ao déficit hídrico Silva et al. (2010), concluíram que a enxertia de materiais sensíveis à seca sob porta-enxerto tolerantes aumentam a tolerância à seca e a eficiência do uso da água pelas plantas, sob déficit hídrico severo. Características bioquímicas também são importantes para o aumento da tolerância ao estresse hídrico, entre elas, a manutenção da capacidade de transporte de fotoassimilados podem permitir maior crescimento radicular de modo a aumentar a absorção de água. Por sua vez, clones sensíveis ao déficit hídrico possuem um controle deficiente da transpiração, com os estômatos respondendo de forma limitada à redução da disponibilidade de água do solo, e também possuem uma baixa capacidade de absorção de água, pois têm sistemas radiculares mais superficiais (RONCHI & DAMATTA, 2007).

O objetivo deste estudo foi conhecer o comportamento de crescimento de *C. canephora* enxertado sobre plantas oriundas de semente em comparação a plantas propagadas por estaca, e as variações em trocas gasosas e fluorescência clorofila *a*.

## **2. CAPÍTULOS**

## 2.1. ENXERTIA VS ESTAQUIA: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA EM CAFEIEIRO CONILON

### Resumo

Objetivou-se avaliar o crescimento de mudas propagadas por enxertia e por estaquia no cafeeiro Conilon. O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da Fazenda Experimental do Incaper, no município de Marilândia-ES. Na enxertia utilizou-se como porta-enxerto, mudas provenientes de propagação seminífera, da espécie *Coffea canephora*, cultivar Robusta Tropical 8151, e como enxerto, seis clones do cultivar Conilon Vitória 8142. A estaquia foi realizada com seis clones usados na enxertia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com doze tratamentos e cinco repetições compostas de doze mudas. Aos 150 dias avaliou-se as médias das variáveis, que foram comparadas pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. Detectou-se superioridade para as mudas enxertadas em quase todas as características avaliadas, sendo, portanto mais uma possibilidade para a propagação do cafeeiro conilon.

**Palavras chaves:** *Coffea canephora*, café, crescimento, clonagem

## Abstract

Its objective is to evaluate the seedlings growth disseminated by grafting and cutting in Conilon coffee. The experiment was conducted at the seedling production vivarium of Incaper's Experimental Farm in Marilândia city in Espírito Santo. In the grafting, seedlings from seminiferous propagation of *Coffea canephora* species, Robusta Tropical Cultivar 8151 were used as rootstocks, and as graft, six Conilon Vitória Cultivar 8142 clones. The cutting was done with six clones used in the grafting. The experimental design was in randomized blocks with twelve treatments and five repetitions composed by twelve seedlings. After 150 days the means of variables were evaluated and they were compared by Scheffé test with a probability of 5%. The superiority for grafted seedlings was detected in almost all evaluated characteristics, being one more possibility for conilon coffee propagation.

**Key words:** *Coffea canephora*, coffee, growth, cloning.

## Introdução

O gênero *Coffea* possui cerca de 100 espécies descritas (DAVIS et al., 2006), das quais apenas duas são exploradas economicamente, *C. arabica* (café arábica) e *C. canephora* (café robusta). No Brasil, quase a totalidade das lavouras que são denominadas de Robusta, é do (*C.canephora*) cv. conilon (BRAGANÇA et al., 2001), sendo o Espírito Santo o maior produtor nacional dessa variedade (CONAB, 2012).

O cafeeiro 'Conilon' é diplóide com  $2n=22$  cromossomos, e auto-incompatível, reproduzindo-se através de fecundação cruzada. Esta incompatibilidade é do tipo gametofítica (CONAGIN & MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). Por ser alógama, promove diferenciações no porte da planta, vigor vegetativo, tamanho, cor e formato de frutos (FERREIRA et al., 2005). Assim, na seleção de progênies do cafeeiro 'Conilon', devem-se proceder estudos de divergência genética que levem em consideração inúmeras características dentre elas a produtividade (FERREIRA et al.,

2005; CECON et al., 2008; FERRÃO et al., 2008; NIKHILA et.al., 2008; KITILA et. al., 2011).

Para garantir a permanência de características específicas de cada genótipo do cafeeiro *C. canephora* tem-se a estaquia como método de propagação (WEIGEL & JURGENS, 2002; PARTELLI et al., 2006a) formando populações de clones elites com caracteres agronômicos desejáveis. Dentre esses destacaram-se precocidade, estabilidade de produção, uniformidade de arquitetura, maior produtividade, qualidade dos frutos atribuída colheita escalonada entre outros. A possibilidade de multiplicação independente da época do ano foram um dos fatores fundamentais para a consolidação desta tecnologia, além disso, as plantas propagadas por estacas apresentam produtividade superior àquelas por sementes (JUNQUEIRA et al., 2006; PARTELLI et al., 2006a).

Entretanto, com os ganhos obtidos dos plantios clonais, observa-se a campo problemas oriundos do estreitamento genético da espécie bem como de um sistema radicular menos profundo. O comportamento de alguns clones no campo tem mostrado um crescimento alométrico, indicando uma relação desigual entre parte aérea e seu sistema radicular, refletindo em muitos casos em morte de plantas. Bragança et al. (2010) observaram um padrão de crescimento sigmoidal para o café conilon, onde há desequilíbrio entre a área foliar e a biomassa total da planta.

Nesse contexto, visando equilibrar o crescimento da planta e garantir a permanência dos caracteres obtidos com a propagação vegetativa, a enxertia é uma ferramenta precisa para associar um sistema radicular de origem seminal possibilitando um reequilíbrio da biomassa da planta, de forma eficiente e de rápidos resultados (OLIVEIRA et al., 2004), além de contribuir para o aumento da produtividade (FAHL et al., 1998).

Assim objetivou-se foi avaliar o crescimento de mudas de café conilon produzidas por estaquia e por enxertia.

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da Fazenda

Experimental do Incaper, no município de Marilândia-ES, que se encontra a uma altitude de 102 m, latitude de 19°24'25" sul e longitude de 40°32'20" oeste, sua classificação climática proposta por Köppen é tropical úmido com temperatura média anual de 24 °C (FEITOSA et al., 1999).

Utilizou-se como porta-enxerto, mudas provenientes de propagação seminífera, da espécie *C. canephora*, cv. Robusta Tropical 8151, e como enxerto o cv. Conilon Vitória 8142 composto por 13 clones (FERRÃO et al., 2007). A estaquia foi realizada após a seleção de seis clones divergentes precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v).

A semeadura foi realizada diretamente em sacos plásticos. As mudas foram separadas com régua de dois centímetros feitas com bambu com objetivo de aumentar o diâmetro de coleto mais rapidamente. A mistura empregada foi constituída de 70% de terra de subsolo, 30% de palha de café, sendo que para cada m<sup>3</sup> foi acrescido 2 kg de calcário dolomítico, 5 Kg de super-fosfato simples e 1 Kg de cloreto de potássio (PREZOTTI et al., 2007), essa mistura padrão, ainda é muito utilizada na produção de mudas de cafeeiro, devido a sua composição química e facilidade na aquisição de seus componentes (DIAS & MELO, 2009).

Efetuo-se a análise química após a homogeneização da mistura onde se verificou pH 6,0; matéria orgânica 1,1 dag kg<sup>-1</sup>; K, Zn, Fe, Mn, Cu e B de 550; 31,4; 56; 40; 1,7; 49 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. As concentrações de Ca; Mg; Al; H+Al; CTC (t) foram de 5,4; 1,1; 0,0; 1,4; 7,9; 7,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente e saturação de bases de 85%.

O método de enxertia empregado foi a garfagem, modalidade do tipo fenda cheia, realizada após 90 dias da semeadura do 'Robusta Tropical', quando as mudas já apresentaram diâmetro compatível com as estacas utilizadas como enxertos. E concomitantemente, ao processo da enxertia procedeu-se o plantio das estacas dos seis clones selecionados pertencentes ao 'Conilon Vitória' como o clone de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v).

As mudas depois de enxertadas, juntamente com aquelas provenientes da estaquia foram acondicionadas sob telado de 50% de sombreamento, com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, de modo a manter as condições de luminosidade e umidade propícia aos seus crescimentos.

Quando as mudas apresentaram dois pares de folhas, foram identificadas individualmente e agrupadas em blocos sob uma cobertura de palmácea, sendo

removida paulatinamente até atingir o pleno sol, de forma que as mesmas encontraram-se aptas ao plantio definitivo aos 150 dias após a enxertia.

No momento em que as mudas estavam aclimatadas procedeu-se às avaliações das mesmas: altura das plantas (cm) medidas com uso de régua milimetrada; diâmetro do coleto (mm) com o auxílio de um paquímetro digital; área foliar (cm<sup>2</sup>), com o medidor LI-COR modelo LI-3000; volume do sistema radicular (mL) com o uso uma proveta graduada; as massas das matéria fresca de folhas (g), caules (g), caule da estaca primaria (g), de raízes(g), raízes finas (g) e total (g) foram quantificadas em balança digital com duas casas decimais de precisão.

Verificou-se a relação da massa da matéria seca da parte aérea com a massa da matéria seca da raiz RPAR; a relação da altura da parte aérea com o diâmetro do coleto RAD; o índice de qualidade de Dickson IQD obtido pela equação:  $IQD = \frac{\text{massa da matéria seca total}}{\text{RAD} + \text{RPAR}}$  (DICKSON et al., 1960). Para a determinação das massas das matéria seca de folhas (g), caules (g), caule da estaca primaria (g) e de raízes (g), estas estruturas foram devidamente individualizadas e etiquetadas em sacos de papel, posteriormente acondicionadas em estufa de circulação forçada a 70 °C por 72 horas até peso constante

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com doze tratamentos e cinco repetições composta de doze mudas. As medias foram submetidas à análise de variância. Detectando-se diferenças significativas entre os tratamentos, comparou-se as médias pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade, sendo que os contrastes foram dois grupos de tratamentos, clonal e enxertado. Na tentativa de investigar qual material propagado foi superior no crescimento ou ainda qual teria um crescimento não satisfatório, indicando assim uma possível incompatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto, procedeu-se o teste de Scheffé dentro dos grupos clonal e enxertado e também através de uma comparação conjunta dos graus de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v). Todas as análises foram feitas com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

## **Resultados e discussões**



Transcorridos 30 dias após a enxertia todas as mudas apresentavam soldadura na região do enxerto e ao erguer a muda pelo enxerto a mesma suportou seu próprio peso demonstrando forte conexão com o porta-enxerto observações ao acaso. Essas observações corroboram com Dickson (2000) que afirma que a soldadura ocorre em poucos dias e neste estágio inicial, há formação de células parenquimáticas na interface do enxerto, as quais preenchem a fenda no ponto da enxertia, através do calejamento e, isso promove a união do enxerto ao porta-enxerto.

A enxertia resultou em 91,5% de pegamento mostrando-se promissora para o cafeeiro conilon, uma vez que o sistema tradicional de estaquia apresentou pegamento 96,8% indo de encontro com os resultados de Silveira & Fonseca (1995) que obtiveram pegamento de 95 a 100% para estaquia.

Detectou-se superioridade da muda enxertada em relação à estaquia nas características área foliar; massa de matéria fresca de folha, caule, caule da estaca primaria, parte aérea, raiz, total; massa de matéria seca de folha, caule, caule da estaca primaria, parte aérea, raiz, raiz fina, total; volume de raiz; número de folhas; altura da planta; relação altura da planta e diâmetro do coleto e índice de qualidade de Dickson. Para o diâmetro de coleto não se detectou diferença significativa entre os grupos clonal e enxertado e para a relação da massa da matéria seca da parte aérea com a massa da matéria seca da raiz as médias do grupo clonal foram superiores ao grupo enxertado (Tabela 1).

Esses resultados superiores da propagação por enxertia em relação ao clonal podem ser explicados, pelo fato de que, no ato da enxertia já existia aos 90 dias um sistema radicular do porta-enxerto com crescimento satisfatório.

**TABELA 1.** Resumo da análise do teste de scheffé para as variáveis área foliar (AF), massa de matéria fresca de folha (MMFF), massa de matéria seca de folha (MMSF), massa de matéria fresca de caule (MMFC), massa de matéria seca de caule (MMSC), massa de matéria fresca de caule da estaca primária (MMFCP), massa de matéria seca de caule da estaca primária (MMSCP), massa de matéria fresca da parte área (MMFPA), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa de matéria fresca da raiz (MMFR), massa de matéria seca da raiz (MMSR), massa de matéria seca da raiz fina (MMSRF), volume de raiz (VR), massa de matéria fresca total (MMFT), massa de matéria seca total (MMST), número de folhas (NF), altura da planta (HP), diâmetro de coleto (DC), relação altura da planta e diâmetro do coleto (RAD), relação da massa da matéria seca da parte aérea com a massa da matéria seca da raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) pelos métodos de propagação por estaquia e enxertado em seis clones de *Coffea canephora*

Variáveis	Método de propagação		$\hat{C}_i$	S a 5%
	Estaquia	Enxertado		
AF (cm <sup>2</sup> )	187,400	298,700	-111,400	26,680*
MMFF (g)	4,864	7,439	-2,575	0,725*
MMSF (g)	1,230	1,988	-0,758	0,225*
MMFC (g)	3,583	6,238	-2,655	0,427*
MMSC (g)	1,037	2,096	-1,059	0,165*
MMFCP (g)	2,154	3,800	-1,646	0,241*
MMSCP (g)	0,705	1,490	-0,786	0,103*
MMFPA (g)	8,448	13,670	-5,230	1,076*
MMSPA (g)	2,268	4,085	-1,817	0,369*
MMFR (g)	3,466	7,604	-4,138	1,487*
MMSR (g)	0,822	2,149	-1,328	0,220*
MMSRF (g)	0,339	0,870	-0,530	0,135*
VR (cm <sup>3</sup> )	3,550	7,248	-3,698	1,444*
MMFT (g)	11,910	21,283	-9,369	2,031*
MMST (g)	3,089	6,234	-3,145	0,564*
NF	9,481	10,940	-1,457	1,064*
HP (cm)	6,710	9,475	-2,765	1,145*
DC (mm)	3,171	3,324	-0,153	0,196 <sup>ns</sup>
RAD	2,122	2,859	-0,737	0,378*
RPAR	2,774	1,913	0,861	0,195*
IQD	0,633	1,323	-0,689	0,148*

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando os métodos de propagação por estaquia e enxertado, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Dessa forma é possível que toda a reserva da estaca foi direcionada para produção de biomassa da parte aérea, garantindo um crescimento expressivo em relação ao dos mesmos materiais clonais. Outros autores (FAHL et al., 1998; TOMAZ et al., 2006; TOMAZ et al., 2008) estudando os efeitos de porta-enxerto de *C. canephora* sobre o crescimento de enxertos de *C. arabica* obtiveram maior crescimento da parte aérea, aumento do comprimento e volume radiculares, ainda quando o cultivar Catuaí Vermelho IAC 15 foi combinado aos porta-enxertos 'ES26' e 'ES23', estes foram eficientes na utilização de magnésio e na produção de matéria seca.

A influência do sistema radicular no crescimento das plantas e na tolerância a estresses ambientais tem-se tornado bastante evidente com o uso da técnica de enxertias recíprocas (HARTMANN et al., 2002), onde se verifica, por exemplo, que a enxertia com materiais sensíveis à seca em porta-enxerto tolerantes resulta em aumento a tolerância à seca e a eficiência do uso da água pelas plantas sensíveis (SILVA et al., 2010).

As mudas enxertadas obtiveram melhores resultados para todas as variáveis referentes ao sistema radicular em relação aos mesmos genótipos propagados por estaquia (Tabela 1). O processo rizogênico resultou em maior massa de matéria seca de raiz fina em mudas enxertadas (0,87g) se comparada propagadas por (0,34g). Esta característica é fundamental para o crescimento inicial de mudas, pois garante maior eficiência na absorção de água e nutrientes (HARMAND et al., 2004). De acordo com Laclau et al. (2001) a distribuição espacial de determinadas raízes determinam alta capacidade de absorção de nutrientes. Do mesmo modo, mudas robustas que apresentam maior percentual de emissão de raízes estão mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência pós plantio (FREITAS et al., 2005).

O volume de raiz variou nos materiais enxertado (7,24 cm<sup>3</sup>) e a estaquia (3,55 cm<sup>3</sup>) o que pode ser explicado em parte pela própria característica de raízes provenientes de propagação seminífera. Por outro lado, como um provável indicativo de maior exploração do sistema radicular. Os principais mecanismos fisiológicos de tolerância diferencial à seca entre genótipos de 'Conilon' já são conhecidos. Estes são, governados pela eficiência de extração da água do solo e pelas taxas de uso da água pelas plantas (DAMATTA et al., 2003; PINHEIRO et al., 2005; DAMATTA & RAMALHO, 2006). Deste modo, plantas enxertadas podem ser mais adaptadas as

condições de déficit hídrico no campo uma vez que apresentam maior sistema radicular.

O conhecimento sobre a parte aérea da planta é necessário para estudos agronômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal já que a folha é o local de síntese de fotoassimilados importantes no crescimento de raízes (BLANCO & FOLEGATTI, 2003), mas entre todas as características, a área foliar é um dos mais importantes (FAVARIN et al., 2002; PARTELLI et al., 2006).

Características da parte aérea como a área foliar, número de folhas, massa da matéria seca de folha e da parte aérea apresentaram para a enxertia (Tabela 2). Estas estão relacionadas com uma maior superfície de absorção luminosa o que ocasiona ganhos na fixação de carbono pela planta, ou seja, maior área foliar confere à planta maior capacidade de produzir e de armazenar fotoassimilados, corroborando com (PAULETTO et al., 2001; HARTMANN et al., 2002), as quais descrevem que fatores que governam a absorção e a translocação de água, nutrientes e substâncias endógenas favorecem o crescimento da parte aérea.

A compreensão do comportamento das características de crescimento e as suas interações podem determinar o modo de condução de um sistema de produção de mudas. Neste sentido, o diâmetro do coleto, altura de planta e a relação altura da planta e diâmetro do coleto, variaram entre os sistemas de estaquia e enxertado de 3,17 a 3,32 mm; 6,7 a 9,5 cm e 2,1 a 2,8, respectivamente, sendo diâmetro do coleto o único que não apresentou diferença (Tabela 1). Valores similares foram descritos por Marana et al. (2008) em *C. arabica*. Uma das características importante para a qualidade da muda é o diâmetro do coleto, apresentando uma contribuição de 10,4%, mas com a vantagem de não ser um método destrutivo (GOMES et al., 2002). Segundo Zonta et al. (2009) menores diâmetros de coleto está associado com maiores turnos de rega.

O índice de qualidade de Dickson é uma medida morfológica ponderada. É um bom indicador do padrão de qualidade de mudas por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa, sendo ponderados várias características morfológicas importantes (DICKSON et al., 1960) sendo que no presente estudo valores de 0,63 foram encontrados para propagação por estaquia e 1,32 para o enxertado. Segundo Dickson et al. (1960), quanto maior for o seu valor, melhor será a qualidade das mudas.

Entre os grupos de épocas de maturação (precoce, médio e tardio) observa-se interação não significativa tanto dentro do tratamento de estaquia quanto do enxertado para todas as características avaliadas (Tabelas 2 e 3), com exceção para área foliar (Tabela 2) comparando precoce e médio dentro do tratamento por estaquia. Esse fato possivelmente ocorreu devido os materiais 8v e 12v serem mais vigorosos, se destacando na produção de mudas.

**TABELA 2.** Médias das variáveis área foliar (AF), massa de matéria fresca de folha (MMFF), massa de matéria seca de folha (MMSF), massa de matéria fresca de caule (MMFC), massa de matéria seca de caule (MMSC), massa de matéria fresca de caule da estaca primária (MMFCP), massa de matéria seca de caule da estaca primária (MMSCP), massa de matéria fresca da parte aérea (MMFPA), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa de matéria fresca da raiz (MMFR), massa de matéria seca da raiz (MMSR), massa de matéria seca da raiz fina (MMSRF), volume de raiz (VR), massa de matéria fresca total (MMFT), massa de matéria seca total (MMST), número de folhas (NF), altura da planta (HP), diâmetro de coleto (DC), relação altura da planta e diâmetro do coleto (RAD), relação da massa da matéria seca da parte aérea com a massa da matéria seca da raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) dentro do método de propagação por estaquia onde se efetuou uma comparação conjunta dos grupos de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v) de *Coffea canephora*

Variáveis	Estaquia			$\hat{C}_i$	S a 5%
	Graus de maturação				
	Precoce	Médio	Tardio		
AF (cm <sup>2</sup> )	205,546	158,021	-	47,519	46,216*
MMFF (g)	5,222	4,099	-	1,122	1,256 <sup>ns</sup>
MMSF (g)	1,346	1,039	-	0,307	0,390 <sup>ns</sup>
MMFC (g)	3,830	3,281	-	0,549	0,740 <sup>ns</sup>
MMSC (g)	1,109	0,939	-	0,170	0,285 <sup>ns</sup>
MMFCP (g)	2,355	2,047	-	0,307	0,419 <sup>ns</sup>
MMSCP (g)	0,755	0,661	-	0,095	0,179 <sup>ns</sup>
MMFPA (g)	9,052	7,381	-	1,671	1,864 <sup>ns</sup>
MMSPA (g)	2,455	1,978	-	0,476	0,639 <sup>ns</sup>
MMFR (g)	3,683	3,082	-	0,601	2,576 <sup>ns</sup>
MMSR (g)	0,861	0,769	-	0,092	0,381 <sup>ns</sup>
MMSRF (g)	0,371	0,312	-	0,059	0,235 <sup>ns</sup>
VR (cm <sup>3</sup> )	3,666	3,017	-	0,649	2,501 <sup>ns</sup>
MMFT (g)	12,735	10,463	-	2,272	3,518 <sup>ns</sup>

Tabela 2 - continuação...

Variáveis	Estaquia			$\hat{C}_i$	S a 5%
	Graus de maturação				
	Precoce	Médio	Tardio		
MMST (g)	3,316	2,747	-	0,569	0,977 <sup>ns</sup>
NF	10,150	8,650	-	1,500	1,843 <sup>ns</sup>
HP (cm)	6,918	6,137	-	0,781	1,983 <sup>ns</sup>
DC (mm)	3,304	3,110	-	0,194	0,339 <sup>ns</sup>
RAD	2,095	1,986	-	0,109	0,654 <sup>ns</sup>
RPAR	2,845	2,639	-	0,206	0,338 <sup>ns</sup>
IQD	0,667	0,605	-	0,062	0,257 <sup>ns</sup>
AF (cm <sup>2</sup> )	205,546	-	198,549	6,996	46,216 <sup>ns</sup>
MMFF (g)	5,222	-	5,273	-0,051	1,257 <sup>ns</sup>
MMSF (g)	1,346	-	1,306	0,039	0,391 <sup>ns</sup>
MMFC (g)	3,830	-	3,639	0,192	0,740 <sup>ns</sup>
MMSC (g)	1,109	-	1,063	0,046	0,285 <sup>ns</sup>
MMFCP (g)	2,355	-	2,063	0,292	0,419 <sup>ns</sup>
MMSCP (g)	0,756	-	0,698	0,057	0,179 <sup>ns</sup>
MMFPA (g)	9,052	-	8,912	0,140	1,864 <sup>ns</sup>
MMSPA (g)	2,455	-	2,369	0,085	0,639 <sup>ns</sup>
MMFR (g)	3,683	-	3,634	0,049	2,576 <sup>ns</sup>
MMSR (g)	0,861	-	0,835	0,026	0,381 <sup>ns</sup>
MMSRF (g)	0,371	-	0,336	0,035	0,235 <sup>ns</sup>
VR (cm <sup>3</sup> )	3,666	-	3,967	-0,301	2,501 <sup>ns</sup>
MMFT (g)	12,735	-	12,545	0,190	3,518 <sup>ns</sup>
MMST (g)	3,316	-	3,205	0,111	0,977 <sup>ns</sup>
NF	10,150	-	9,644	0,506	1,843 <sup>ns</sup>
HP (cm)	6,918	-	7,077	-0,159	1,983 <sup>ns</sup>
DC (mm)	3,304	-	3,098	0,206	0,339 <sup>ns</sup>
RAD	2,095	-	2,285	-0,190	0,654 <sup>ns</sup>
RPAR	2,845	-	2,838	0,007	0,338 <sup>ns</sup>
IQD	0,667	-	0,628	0,039	0,257 <sup>ns</sup>
AF (cm <sup>2</sup> )	-	158,026	198,549	-40,523	46,216 <sup>ns</sup>
MMFF (g)	-	4,099	5,273	-1,173	1,257 <sup>ns</sup>

Tabela 2 - continuação...

Variáveis	Estaquia			$\hat{C}_i$	S a 5%
	Graus de maturação				
	Precoce	Médio	Tardio		
MMSF (g)	-	1,039	1,306	-0,267	0,391 <sup>ns</sup>
MMFC (g)	-	3,281	3,638	-0,357	0,740 <sup>ns</sup>
MMSC (g)	-	0,939	1,063	-0,124	0,285 <sup>ns</sup>
MMFCP (g)	-	2,047	2,063	-0,015	0,419 <sup>ns</sup>
MMSCP (g)	-	0,661	0,698	-0,037	0,179 <sup>ns</sup>
MMFPA (g)	-	7,381	8,912	-1,531	1,864 <sup>ns</sup>
MMSPA (g)	-	1,978	2,369	-0,391	0,639 <sup>ns</sup>
MMFR (g)	-	3,082	3,634	-0,552	2,576 <sup>ns</sup>
MMSR (g)	-	0,769	0,835	-0,066	0,381 <sup>ns</sup>
MMSRF (g)	-	0,312	0,336	-0,024	0,235 <sup>ns</sup>
VR (cm <sup>3</sup> )	-	3,017	3,967	-0,950	2,501 <sup>ns</sup>
MMFT (g)	-	10,460	12,545	-2,082	3,518 <sup>ns</sup>
MMST (g)	-	2,747	3,205	-0,458	0,978 <sup>ns</sup>
NF	-	8,650	9,644	-0,994	1,843 <sup>ns</sup>
HP (cm)	-	6,137	7,077	-0,940	1,983 <sup>ns</sup>
DC (mm)	-	3,110	3,098	0,012	0,339 <sup>ns</sup>
RAD	-	1,986	2,285	-0,299	0,654 <sup>ns</sup>
RPAR	-	2,639	2,838	-0,199	0,338 <sup>ns</sup>
IQD	-	0,605	0,628	-0,023	0,257 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando dentro do método de propagação vegetativa por estaquia, levando em consideração a época de maturação, precoce, média e tardia, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

A pesar da divergência dos genótipos em altura, arquitetura de planta, cor e tamanho de folha e fruto e até mesmo em produtividade quando adultos, estes se comportaram de forma homogênea em crescimento independente do método de propagação e da época de maturação (Tabelas 2 e 3).

**TABELA 3.** Médias das variáveis área foliar (AF), massa de matéria fresca de folha (MMFF), massa de matéria seca de folha (MMSF), massa de matéria fresca de caule (MMFC), massa de matéria seca de caule (MMSC), massa de matéria fresca de caule da estaca primária (MMFCP), massa de matéria seca de caule da estaca primária (MMSCP), massa de matéria fresca da parte aérea (MMFPA), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa de matéria fresca da raiz (MMFR), massa de matéria seca da raiz (MMSR), massa de matéria seca da raiz fina (MMSRF), volume de raiz (VR), massa de matéria fresca total (MMFT), massa de matéria seca total (MMST), número de folhas (NF), altura da planta (HP), diâmetro de coleto (DC), relação altura da planta e diâmetro do coleto (RAD), relação da massa da matéria seca da parte aérea com a massa da matéria seca da raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) dentro do método de propagação por enxertia onde se efetuou uma comparação conjunta dos grupos de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v) de *Coffea canephora*

Variáveis	Enxertado			$\hat{C}_i$	S a 5%
	Graus de maturação				
	Precoce	Médio	Tardio		
AF (cm <sup>2</sup> )	292,817	305,369	-	-12,552	46,216 <sup>ns</sup>
MMFF (g)	7,569	7,324	-	0,245	1,257 <sup>ns</sup>
MMSF (g)	2,025	1,936	-	0,089	0,391 <sup>ns</sup>
MMFC (g)	6,242	6,159	-	0,083	0,740 <sup>ns</sup>
MMSC (g)	2,110	2,058	-	0,052	0,285 <sup>ns</sup>
MMFCP (g)	3,865	3,618	-	0,247	0,419 <sup>ns</sup>
MMSCP (g)	1,515	1,437	-	0,078	0,179 <sup>ns</sup>
MMFPA (g)	13,812	13,483	-	0,329	1,864 <sup>ns</sup>
MMSPA (g)	4,135	3,994	-	0,141	0,639 <sup>ns</sup>
MMFR (g)	7,601	7,723	-	-0,122	2,576 <sup>ns</sup>
MMSR (g)	2,253	2,001	-	0,252	0,381 <sup>ns</sup>
MMSRF (g)	0,923	0,832	-	0,091	0,235 <sup>ns</sup>
VR (cm <sup>3</sup> )	7,326	7,300	-	0,026	2,501 <sup>ns</sup>
MMFT (g)	21,413	21,205	-	0,208	3,518 <sup>ns</sup>
MMST (g)	6,388	5,995	-	0,393	0,978 <sup>ns</sup>
NF (n°)	11,610	9,988	-	1,622	1,843 <sup>ns</sup>
HP (cm)	9,028	10,289	-	-1,261	1,983 <sup>ns</sup>
DC (mm)	3,380	3,323	-	0,057	0,339 <sup>ns</sup>
RAD	2,676	3,108	-	-0,432	0,654 <sup>ns</sup>
RPAR	1,839	2,007	-	-0,168	0,338 <sup>ns</sup>
IQD	1,420	1,183	-	0,237	0,257 <sup>ns</sup>
AF (cm <sup>2</sup> )	292,817	-	298,041	-5,224	46,216 <sup>ns</sup>



Tabela 3 - continuação...

Variáveis	Enxertado			$\hat{C}_i$	S a 5%
	Graus de maturação				
	Precoce	Médio	Tardio		
MMFF (g)	7,569	-	7,425	0,144	1,257 <sup>ns</sup>
MMSF (g)	2,025	-	2,004	0,021	0,391 <sup>ns</sup>
MMFC (g)	6,242	-	6,316	-0,073	0,740 <sup>ns</sup>
MMSC (g)	2,110	-	2,122	-0,011	0,285 <sup>ns</sup>
MMFCP (g)	3,865	-	3,919	-0,054	0,419 <sup>ns</sup>
MMSCP (g)	1,515	-	1,519	-0,003	0,179 <sup>ns</sup>
MMFPA (g)	13,812	-	13,741	0,071	1,864 <sup>ns</sup>
MMSPA (g)	4,135	-	4,125	0,010	0,639 <sup>ns</sup>
MMFR (g)	7,601	-	7,489	0,112	2,576 <sup>ns</sup>
MMSR (g)	2,253	-	2,195	0,058	0,381 <sup>ns</sup>
MMSRF (g)	0,923	-	0,855	0,068	0,235 <sup>ns</sup>
VR (cm <sup>3</sup> )	7,326	-	7,117	0,209	2,501 <sup>ns</sup>
MMFT (g)	21,413	-	21,231	0,182	3,518 <sup>ns</sup>
MMST (g)	6,388	-	6,321	0,067	0,978 <sup>ns</sup>
NF	11,610	-	11,216	0,394	1,843 <sup>ns</sup>
HP (cm)	9,028	-	9,109	-0,081	1,983 <sup>ns</sup>
DC (mm)	3,380	-	3,268	0,112	0,339 <sup>ns</sup>
RAD	2,676	-	2,793	-0,117	0,654 <sup>ns</sup>
RPAR	1,839	-	1,892	-0,053	0,338 <sup>ns</sup>
IQD	1,420	-	1,366	0,054	0,257 <sup>ns</sup>
AF (cm <sup>2</sup> )	-	305,369	298,041	7,328	46,216 <sup>ns</sup>
MMFF (g)	-	7,324	7,425	-0,101	1,257 <sup>ns</sup>
MMSF (g)	-	1,936	2,004	-0,068	0,391 <sup>ns</sup>
MMFC (g)	-	6,159	6,316	-0,157	0,740 <sup>ns</sup>
MMSC (g)	-	2,058	2,122	-0,063	0,285 <sup>ns</sup>
MMFCP (g)	-	3,618	3,919	-0,301	0,419 <sup>ns</sup>
MMSCP (g)	-	1,437	1,519	-0,081	0,179 <sup>ns</sup>
MMFPA (g)	-	13,483	13,741	-0,258	1,864 <sup>ns</sup>
MMSPA (g)	-	3,994	4,125	-0,131	0,639 <sup>ns</sup>
MMFR (g)	-	7,723	7,489	0,234	2,576 <sup>ns</sup>
MMSR (g)	-	2,001	2,195	-0,194	0,381 <sup>ns</sup>

Tabela 3 - continuação...

Variáveis	Enxertado			$\hat{C}_i$	S a 5%
	Graus de maturação				
	Precoce	Médio	Tardio		
MMSRF (g)	-	0,832	0,855	-0,023	0,235 <sup>ns</sup>
VR (cm <sup>3</sup> )	-	7,300	7,117	0,183	2,501 <sup>ns</sup>
MMFT (g)	-	21,205	21,231	-0,026	3,518 <sup>ns</sup>
MMST (g)	-	5,995	6,321	-0,326	0,978 <sup>ns</sup>
NF	-	9,988	11,216	-1,228	1,843 <sup>ns</sup>
HP (cm)	-	10,289	9,109	1,180	1,983 <sup>ns</sup>
DC (mm)	-	3,323	3,268	0,055	0,339 <sup>ns</sup>
RAD	-	3,108	2,793	0,315	0,654 <sup>ns</sup>
RPAR	-	2,007	1,892	0,115	0,338 <sup>ns</sup>
IQD	-	1,183	1,366	-0,183	0,257 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando dentro do método de propagação vegetativa por enxertia, levando em consideração a época de maturação, precoce, média e tardia, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

A cultura do café sendo perene e explorada por muitos anos de forma comercial justifica-se todos os cuidados ao produzir as mudas. Mudanças de boa procedência e qualidade são fundamentais para que se tenha uma lavoura produtiva de vida longa, de tal forma a possibilitar a amortização dos custos de implantação com mais eficiência e sustentabilidade.

### Conclusões

O método de enxertia por garfagem, modalidade fenda cheia mostrou-se mais eficiente na produção de mudas em relação à propagação via estaquia. Desta forma, cria mais uma possibilidade de propagação para a cultura do café conilon.

## Referências bibliográficas

- BERTHAUD, J.L. Incompatibilité chez *Coffea canephora* méthode de test et déterminisme génétique. **Café, Cacao, Thé**, v.24, n.1, p.167-174, 1980.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p.666-669, 2003.
- BRAGANÇA, S.M.; MARTINES, 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.48-52, 2010.
- 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.
- CECON, P.R.; SILVA, F.F.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R.G.; POLICARPO, A.S.C.; 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.61-69, 2008.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento, 1ª estimativa de safra/ 2012. Brasília, 2012. Disponível em: [www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=) Acesso em março de 2012.
- 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.34, p.787-804, 1961.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes** - estatística experimental e matrizes. 1ª Ed. Viçosa: Editora UFV, v.1, p.285, 2006.
- 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.
- DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, n.1, p.55-81, 2006.
- DIAS, R.; MELO, B. Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.44-152, 2009.

DICKSON, W.C. **Integrative plant anatomy**. Hartcourt: Academic Press, p.533, 2000.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

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.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C; GALLO, P.B; COSTA, W.M da; NOVO, M.C.S.S Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, v.57, n.2, p.297-312, 1998.

FAVARIN, J.L.; DOURADO, D.N.; GARCÍA y G.A.; NOVA, N.A.V.; FAVARIN, M.G.G.V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.769-773, 2002.

FEITOSA, L.R.; CASTRO, L.L.F.; RESENDE, M.; ZANGRANDE, M.B.; STOCKING, M.S.; BOREL, R.M.A.; FULLIN, E.A.; CERQUEIRA, A.F.; SALGADO, J.S.; FEITOZA, H.N.; STOCK, L.A.; MANK, A.M.; DESSAUNE, FILHO N.; MANK, A.M.; FERINGA, W.; MARTINEZ, J.A. **Mapa das Unidades naturais do Espírito Santo**. Vitória , EMCAPA, Mapa na escala 1:400 000 Colorido, 1999.

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

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; BRAGANÇA, S.M.; VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DEMUNER, L.H. (Eds.). **Café Conilon**. Incaper, Vitória-ES, p.203-225, 2007.

FERREIRA, A.; CECON, P.R.; CRUZ, C.D.; FERRÃO, R.G.; SILVA, M.F. da; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p.1189-1195, 2005.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, G.D; CARNEIRO, A. de G.J; PENCHEL, M.R.; LAMÔNICA, R.K.; FERREIRA A. de D. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

HARMAND, J.M.; NJITI, C.F.; REVERSAT, F.B.; PUING, H. Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. **Forest Ecology and Management**, v.188, p.249-265, 2004.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. Upper Sanddle River: Prentice Hall, p.849, 2002.

JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D.A.C; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R.; SILVA, D.M; BORGES, T.A.; ANDRADE, S.R.M. Reação a doença e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de *Passiflora* silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.97-100, 2006.

KITILA, O.; ALAMEREW, S.; KUFA T.; GAREDEW, W. Variability of quantitative traits in limmu coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia. **International Journal of Agricultural Research**, v.6, n.6, p.482-493, 2011.

LACLAU, J.P.; ARNAUD, M.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Spatial distribution of *Eucapypthus* roots in a deep sandy soil in the Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrients. **Tree Physiology**, v.21, p.129-136, 2001.

MARANA, J.P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E.P.; KAINUMA, R.H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.39-45, 2008.

NIKHILA, K.R.; SURESHKUMAR, V.B.; MOHANAN, K.V.; SANTARAM, A. Association of agronomic characters in robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). **International Journal of Plant Breeding and Genetics**, v.2, n.1, p.47-50, 2008.

OLIVEIRA, A.L. de; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, J. de A.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R. de S. Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados submetidos a diferentes níveis de reposição de água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1291-1298, 2004.

PAULETTO, D.; MOURÃO, F.; ALVES, F.A.; KLUGE, R.A.; SCARPARE, F.; ALEXIO, J. Produção e vigor da videira 'Niágara Rosada' relacionados com o porta-enxerto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.115-121, 2001.

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 conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, v.53, n.306, p.204-210, 2006b.

PINHEIRO, H.A.; DAMATTA, F.M.; CHAVES, A.R.M.; LOUREIRO, M.E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v.96, p.101-108, 2005.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. de. **Manual de Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo- 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, p.305, 2007.

SILVA, V.A.; ANTUNES, W.C.; GUIMARÃES, B.L.S.; PAIVA, R.M.C.; SILVA V. de F.; FERRÃO, M A.G.; DAMATTA, F.M.; LOUREIRO, M.E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.457-464, 2010.

SILVEIRA, J.S.M.; FONSECA, A.F.A. **Produção de mudas clonais de café conilon em câmara úmida sob cobertura de folhas de palmeira**. Vitória: EMCAPA, 1995. 15p. (EMCAPA. Documentos, 85).

TOMAZ, M.A.; SAKIYAMA, N.S.; DAMATTA, F.M.; MARTINEZ, H.E.P.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.A. Efeito do porta-enxerto nas trocas gasosas, área foliar e superfície de raiz de mudas de *Coffea arabica* L. **Revista Ceres**, v.53, n.306, p.237-242, 2006.

TOMAZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; CRUZ, C.D.; FERRARI R.B.; ZAMBOLIM L.; SAKIYAMA, N.S. Diferenças genéticas na eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas enxertadas de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1540-1546, 2008.

WEIGEL, D.; JURGENS, G. Stem cells that make stems. **Nature**, v.415, p.751-754, 2002.

ZONTA, J.H.; BRAUN, H.; REIS, E.F.; PAULUCIO, D.; ZONTA, J.B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia**, v.27, n.3, p.29-34, 2009.

## 2.2. TROCAS GASOSAS E FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A PARA MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CAFEIRO CONILON

### Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila *a*, nos métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertia de conilon. O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da Fazenda Experimental do Incaper, no município de Marilândia-ES. Utilizou-se como porta-enxerto, mudas provenientes de propagação seminífera 'Robusta Tropical 8151', da espécie *Coffea canephora*, e enxerto o 'Vitória Incaper 8142'. Foi realizada uma seleção de seis clones com épocas de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v), e tardia (5v e 13v). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com doze tratamentos e cinco repetições efetuando doze leituras por planta. Aos 130 dias após a enxertia fez a leitura das variáveis de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* as quais foram comparadas pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. Não se detectou diferenças significativas para trocas gasosas em nenhum dos contrastes estaquia e enxerto o mesmo não ocorrendo para parâmetros da fluorescência da clorofila *a*.

**Palavras chaves:** *Coffea canephora*, café, fisiologia, enxertia.

## Abstract

The purpose of this study was to characterize the gas exchanges and chlorophyll fluorescence *a*, in the propagation method by grafting and cutting in conilon. The experiment was conducted at the seedling production vivarium of Incaper's Experimental Farm in Marilândia city in Espírito Santo. Seedlings from seminiferous propagation of *Coffea canephora* specie 'Robusta Tropical 8151' were used as rootstocks, and as graft, 'Conilon Vitória 8142'. There was a selection of six clones with early (8v e 12v), average (2v e 7v), and late ripeness (5v e 13v). The experimental design was in randomized blocks with twelve treatments and five repetitions performing twelve readings per plant. 130 days after the grafting the variables of gas exchanges and chlorophyll fluorescence *a* were read and they were compared by Scheffé test with a probability of 5%. Significant differences weren't detected to gas exchanges in none of the cutting and grafting contrasts and the same hasn't occurred to chlorophyll fluorescence *a* parameters.

**Key words:** *Coffea canephora*, coffee, physiology, grafting

## Introdução

O café Conilon apresenta grande importância para o mercado interno e externo e, embora seja utilizado como bebida pura em alguns países do oriente médio é na formação de "blends" com o café arábica que revela seus grandes atributos, conferindo corpo e cor à bebida, estando esta combinação consagrada em todos os continentes.

O estado do Espírito Santo é pioneiro no cultivo do 'Conilon' no Brasil, e graças a sua tradição técnica e empresarial hoje é o maior produtor nacional dessa espécie, com representação de 75 % da produção nacional (CONAB, 2012). Ao longo dos anos varias tecnologias foram geradas como a seleção de planta elites, a adoção de podas e pós colheita além do uso da irrigação e adubações, fomentando



tecnologias aos produtores, garantindo melhoria das técnicas de cultivo com reflexo no desenvolvimento da cadeia produtiva do café.

A produção de mudas é uma das etapas de grande importância, para a cultura do café, ao possibilitar à renovação das lavouras com materiais produtivos, tolerantes a pragas, doenças, déficit hídrico entre outras. No Espírito Santo há uma produção de 35 milhões de mudas/ano (SEFAG, 2012). Essa produção reflete a importância de gerar tecnologia para esse seguimento. Contudo, a base da produção de mudas de *canephora* é a propagação por via assexuada. Essa tecnologia que iniciou em 1980 garantiu uma revolução para a cafeicultura estadual, sendo que nos últimos dez anos contribuiu no aumento de 163,6% da produtividade do Espírito Santo (CONAB, 2012). Ao se multiplicar matrizes elites com bons caracteres agrônômicos com altas produtividades, precocidade e uniformidade de maturação com épocas diferenciada de maturação possibilita o escalonamento da produção uma vez que existe a possibilidade de colher materiais precoce, médios e por fim os tardios (BRAGANÇA et al., 2001; PARTELLI et al., 2006) . A propagação vegetativa garantiu ganhos reais em toda a cadeia produtiva, mas associado a esses ganhos existe perda da diversidade genética, pois no passado todas as lavouras eram de origem sexuada.

Na tentativa de mitigar o problema da baixa diversidade gerada pela propagação vegetativa e ao mesmo tempo aproveitar os ganhos gerados ao longo de anos, a enxertia é uma ferramenta que possibilita essa associação de caracteres benéficos em um indivíduo. Utilizando-se a propagação sexuada para a produção do porta-enxerto e um seguimento de ramo como enxerto, e unindo-os por intermédio da enxertia, forma-se um indivíduo com características distintas de crescimento da parte área e sistema radicular.

Como o crescimento de uma planta é dado por uma associação de fatores ambientais, os quais afetam o metabolismo do carbono, e, conseqüentemente, a produtividade agrícola em clima tropical, é fundamental a compreensão das associações de temperatura, umidade, luz, para se obter melhores resultados no processo produtivo.

O propósito deste estudo é caracterizar o comportamento fisiológico através da avaliação de trocas gasosas e a fluorescência da clorofila *a*, nos métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertia de conilon.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da Fazenda Experimental do Incaper, no município de Marilândia-ES, que se encontra a uma altitude de 102 m, latitude de 19°24'25" sul e longitude de 40°32'20" oeste onde sua classificação climática proposta por Köppen sendo tropical úmido com temperatura média anual de 24°C (FEITOSA et al., 1999). Utilizou-se como porta-enxerto, mudas provenientes de propagação seminífera, da espécie *Coffea canephora* variedade 'Robusta tropical 8151' e enxerto o 'Vitória Incaper 8142' composta por 13 clones cuja propagação é vegetativa (FERRÃO et al., 2007). Foi realizado uma seleção de seis clones com épocas de diferentes maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v).

O método de enxertia empregado foi a garfagem, modalidade do tipo fenda cheia, realizada após 90 dias da sementeira do 'Robusta Tropical 8151', quando as mudas já apresentaram diâmetro compatível com as estacas utilizadas como enxertos. E concomitantemente, ao processo da enxertia procedeu-se o plantio das estacas dos seis clones selecionados pertencentes ao 'Vitória Incaper 8142' como o clone de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v).

A sementeira foi realizada diretamente em sacos plásticos. As mudas foram separadas com régua de dois centímetros feitas com bambu com objetivo de aumentar o diâmetro de coleto mais rapidamente. A mistura empregada foi constituída de 70% de terra de subsolo, 30% de palha de café, sendo que para cada m<sup>3</sup> foi acrescido 2 kg de calcário dolomítico, 5 Kg de super-fosfato simples e 1 Kg de cloreto de potássio (PREZOTTI et al., 2007), essa mistura padrão, ainda é muito utilizada na produção de mudas de cafeeiro, devido a sua composição química e facilidade na aquisição de seus componentes (DIAS & MELO, 2009).

Foi efetuado a análise após a homogeneização da mistura onde se verificou a composição química pH 6,0; matéria orgânica 1,1 dag kg<sup>-1</sup>; K, Zn, Fe, Mn, Cu e B de 550; 31,4; 56; 40; 1,7; 49 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. As concentrações de Ca; Mg; Al; H+Al; CTC (t) foram de 5,4; 1,1; 0,0; 1,4; 7,9; 7,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente com 85% de saturação de bases.

As mudas depois de enxertadas, juntamente com aquelas provenientes da estaquia ficaram acondicionadas sob telado de 50% de sombreamento, com sistema

de irrigação do tipo nebulização intermitente, de modo a manter as condições de luminosidade e umidade propícia aos seus crescimentos. Quando as mudas apresentaram dois pares de folhas, foram identificadas individualmente e agrupadas em blocos sob uma cobertura de palmácea, que foi removida paulatinamente, de forma a encontrarem-se aptas ao plantio definitivo aos 150 dias após a enxertia.

As medições de trocas gasosas foram feitas em sistema aberto entre 8:00 e 12:00h. Foram realizadas em uma folha por planta no total de cinco folhas por tratamento, estando as mesmas maduras e sadias. A temperatura foliar variou de  $29,4 \pm 2^\circ\text{C}$ , sob condições ambientes de concentração de  $\text{CO}_2$ , sob irradiância de  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e 80% de umidade relativa do ar.

As variáveis condutância estomática ( $g_s$ ), taxa fotossintética líquida ( $A$ ) e a razão entre as concentrações interna e externa de  $\text{CO}_2$  ( $C_i/C_a$ ), foram avaliadas utilizando-se um analisador portátil de gás a infravermelho (LI-6400, LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, EUA) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR).

Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* foram determinados nas mesmas folhas utilizadas para as medições de trocas gasosas (DAMATTA et al., 2002; CHAVES et al., 2008), utilizando-se um fluorômetro portátil modulado MINI-PAM (Walz, Effeltrich, Alemanha). Tecidos foliares previamente aclimatados ao escuro, por 30 min com auxílio de cliques foliares, foram excitados por luz vermelha modulada de baixa intensidade ( $0,03 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), para obtenção da fluorescência mínima ( $F_0$ ). Na seqüência, aplicou-se um pulso de luz actínica saturante ( $3000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), durante 0,8 s, para estimar-se a fluorescência máxima ( $F_m$ ). As folhas foram então aclimatadas à luz actínica ( $855 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) durante 40 s, a fim de se obter a fluorescência transiente ( $F_s$ ) e, em seguida, aplicou-se um pulso de luz saturante para estimar-se a fluorescência máxima à luz ( $F_m'$ ). O valor da fluorescência mínima adaptada à luz ( $F_0'$ ) foi calculado segundo Oxborough & Baker (1997). Com esses parâmetros, calcularam-se os coeficientes de extinção fotoquímica ( $q_P$ ) e não-fotoquímica (NPQ), o rendimento quântico do transporte de elétrons ( $\Phi_{\text{FSII}}$ ) e a taxa de transporte de elétrons (ETR). A eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II foi estimada pela razão  $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$  (ROHACE, 2002).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com doze tratamentos e cinco repetições com doze leituras. As medias foram submetidas à

análise de variância. Detectando-se diferenças significativas entre os tratamentos, comparou-se as médias pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade, sendo que os contrastes foram dois grupos de tratamento, estaquia e enxertado. Na tentativa de investigar qual material propagado foi superior ou ainda qual teria uma resposta não satisfatório, indicando assim uma possível incompatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto, procedeu-se o teste de Scheffé dentro dos contrastes estaquia e enxertado e também através de uma comparação conjunta das épocas de maturação precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v). Todas as análises foram feitas com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

### Resultados e discussões

Com relação a trocas gasosas os valores da condutância estomática ( $g_s$ ), as taxas de assimilação líquida de carbono ( $A$ ), a razão entre as concentrações interna e externa de  $CO_2$  ( $C_i/C_a$ ), o uso eficiente da água ( $A/E$ ) e temperatura foliar (T.F) não diferiram entre os grupos de contraste estaquia e enxertado. Analogamente, quando o estudo dos contrastes levou em consideração a época de maturação dos materiais precoce (8v e 12), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v), também não houve diferenças significativas entre os contrastes.

**TABELA 1.** Condutância estomática ( $g_s$ ), taxa líquida de assimilação de carbono ( $A$ ), razão entre as concentrações interna e externa de  $CO_2$  ( $C_i/C_a$ ), eficiência do uso da água ( $A/E$ ) e temperatura da folha (T.F) em *Coffea canephora* pelos métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertia

Variáveis	Método de propagação		$\hat{C}_i$	S a 5%
	Estaquia	Enxertado		
$g_s$ (mmol $H_2O$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ )	66,722	58,854	7,867	25,974 <sup>ns</sup>
$A$ ( $\mu$ mol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ )	5,283	4,498	0,785	1,290 <sup>ns</sup>
$C_i/C_a$	0,592	0,607	-0,015	0,089 <sup>ns</sup>
$A/E$	6,124	5,813	0,311	1,408 <sup>ns</sup>
T.F (°C)	30,065	29,913	0,151	1,285 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando os métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertia, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

No presente estudo, a condutância estomática, juntamente com a taxa líquida de assimilação de carbono, não diferiu entre os contrastes estaquia e enxertado (Tabela 1), demonstrando, assim, não haver estresse imposto pela enxertia, uma vez que os valores encontrados corroboram com os apresentados por Cavatte et al. (2007) trabalhando com plantas de *Coffea canephora* cultivadas em vasos onde descreve valores de  $A = 4,45 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e  $g_s = 52 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , os quais se encontram na faixa de variação constante na literatura para cafeeiro (FAHL et al., 2001; SILVA et al., 2004; ALFONSI et al., 2005). É sabido que os estômatos constituem os principais reguladores das trocas gasosas em plantas. Assim, aumentos em  $g_s$  implicam em influxos de  $\text{CO}_2$  no mesófilo foliar, possibilitando maiores taxas de assimilação de dióxido de carbono (SHIMAZAKI et al., 2007). No presente estudo, apesar condutância estomática e a taxa líquida de assimilação de carbono não ser significativo há um pequeno aumento de  $g_s$  e  $A$  para a estaquia, apresentando reflexos na eficiência quântica (Tabela 1).

Quando o cafeeiro é submetido a déficit hídrico, baixas temperaturas, toxicidade de alumínio e restrição do sistema radicular, apresenta queda de  $A$ ,  $g_s$ , (KORAD et al., 2005; RONCHI et al., 2006; DIAS et al., 2007; SENA et al., 2007; PARTELLI et al., 2009) o que não ocorreu para os tratamentos, demonstrando adequadas condições de cultivo.

A temperatura foliar, a qual reflete a perda de calor latente da folha, não se alterou para os dois contrastes (Tabela 1). Os valores obtidos mantiveram-se satisfatórios para plantas com mecanismo fotossintético  $\text{C}_3$ , como o cafeeiro, propiciando condições ideais para o funcionamento da maquinaria fotossintética. Os estudos realizados por Frischknecht et al. (1982) e Chinthapalli et al. (2003) indicam que a temperatura ótima para a assimilação de  $\text{CO}_2$  em plantas  $\text{C}_3$  é de 24 a 33 °C, à semelhança das observações feitas neste estudo.

Ao analisar a eficiência do uso da água não se observou diferenças significativas entre os métodos de propagação (Tabela 1).  $A/E$  é um parâmetro importante, pois juntamente com a eficiência da extração de água do solo, compõe os principais componentes da adaptação diferencial à seca entre clones de conilon (DAMATTA et al., 2003; PINHEIRO et al., 2005; DAMATTA & RAMALHO, 2006). Estudos realizados por Silva et al. (2010b), mostram que ao submeterem a déficit hídrico dois clones 109 A e 120, utilizando enxertias recíprocas, pode-se observar diferenças significativas e,  $A/E$  no clone 120 pé-franco e quando utilizado

como porta-enxerto 109A/120, sugerindo que a parte aérea do enxerto 120 possui mecanismos que contribuem para uma maior A/E.

Quando as plantas são expostas a estresse ambiental ou biótico, alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência (RIBEIRO et al., 2003; BAKER & ROSENQVST, 2004). Neste estudo, os valores do rendimento quântico efetivo do FSII ( $\Phi_{FSII}$ ), do coeficiente de extinção fotoquímica ( $q_p$ ) e da taxa de transporte de elétrons (ETR), diferiram significativamente entre os contrastes, estaquia e enxertado, sendo superior os materiais propagado por estaquia. O mesmo não ocorreu com a eficiência fotoquímica máxima do FSII ( $F_v/F_m$ ) e o coeficiente de extinção não-fotoquímica (NPQ) (Tabela 2).

**TABELA 2.** Eficiência fotoquímica máxima do FSII ( $F_v/F_m$ ), coeficientes de extinção fotoquímica ( $q_p$ ) e não-fotoquímica (NPQ), rendimento quântico efetivo do FSII ( $\Phi_{FSII}$ ) e taxa de transporte de elétrons (ETR) obtidos das mudas de *Coffea canephora* propagados por estaquia e enxertia

Variáveis	Método de propagação		$\hat{C}_i$	S a 5%
	Estaquia	Enxertado		
Fv/Fm	0,6533	0,6897	0,0363	0,0449 <sup>ns</sup>
FSII ( $\Phi_{FSII}$ )	0,1157	0,0890	0,0267	0,0217*
$q_p$	0,3110	0,2107	0,1003	0,0596*
NPQ	2,8450	2,6640	0,1810	0,4829 <sup>ns</sup>
ETR	32,1843	24,5347	7,6497	5,9897*

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando os método de propagação vegetativa por estaquia e enxertia, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Valores menores de  $q_p$  refletem o fechamento nos centros de reação, ou seja, redução de  $Q_a$  uma vez que  $q_p$  representa a fração “aberta” do FSII em relação à fração total deste fotossistema (KRAUSE & WEIS, 1991; RIBEIRO et al., 2004). Os maiores valores observados para a estaquia indica maior extinção da fluorescência por processos relacionados ao transporte linear de elétrons nos cloroplastos e conseqüentemente geração de ATP e NADPH<sub>2</sub> (KRAUSE & WEIS, 1991; COSTA et al., 2003). Esse melhor desempenho fotoquímico ocorreu mesmo sem alterações do NPQ.

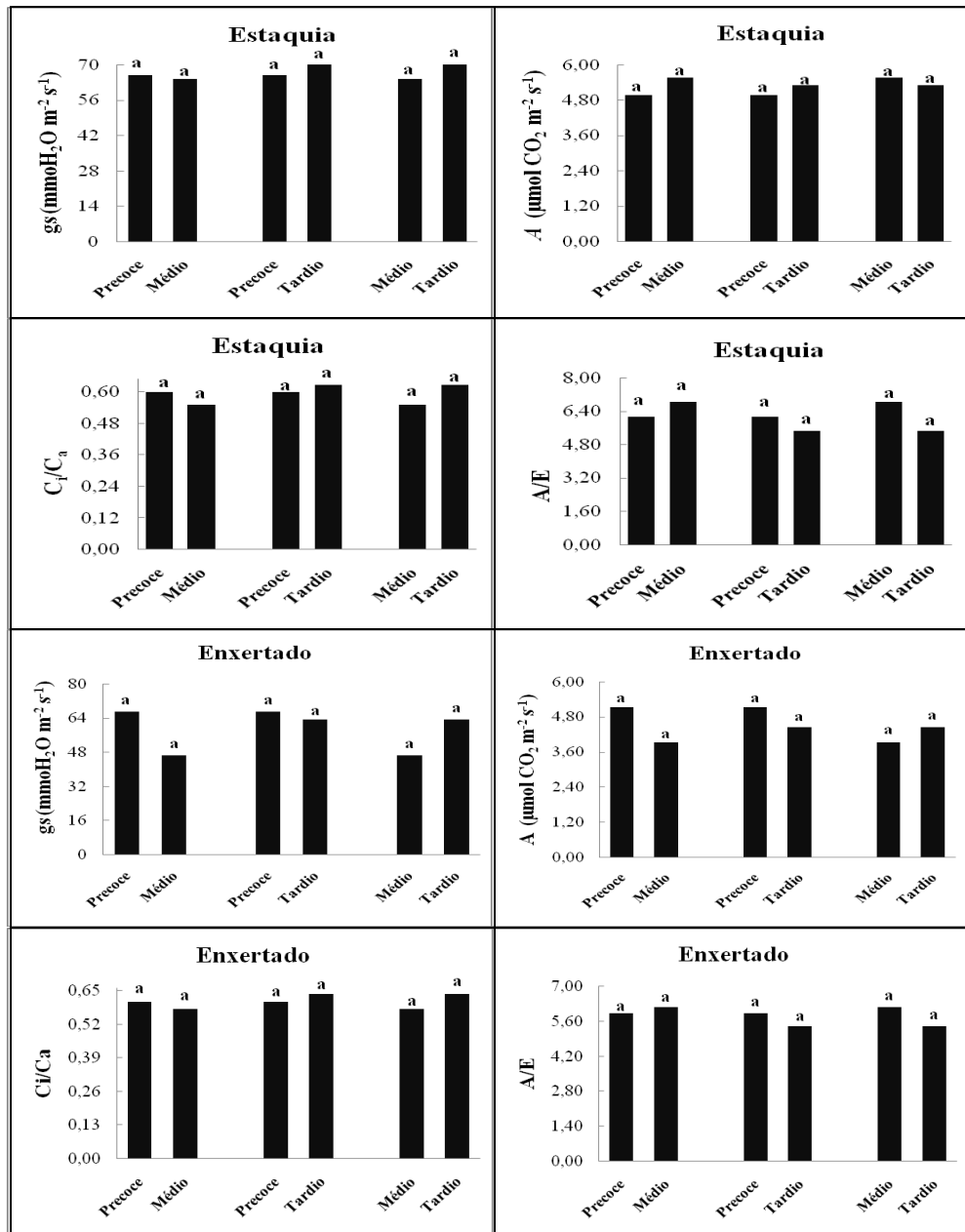
Com relação à taxa de transporte de elétrons, a estaquia apresentou um aumento de 23,8% em relação ao enxertado e associado a um aumento em  $A$  da ordem de 14,8% na assimilação de  $\text{CO}_2$ . Ou seja, este aumento está relacionado com maior utilização de energia fotoquímica para fixação de  $\text{CO}_2$  (KONRAD et al., 2005). Trabalhando com mudas de cafeeiro Silva et al. (2010a) relatam valores de 34,4 para ETR corroborando com este estudo.

A relação  $F_v/F_m$  é uma estimativa da eficiência quântica máxima da atividade fotoquímica do FSII, e isso só é possível quando todos os centros de reação estão abertos (BAKER & ROSENQVST, 2004). Para a maioria das espécies de plantas  $C_3$  apresentam valores 0,830 (BJÖRKMAN & DEMMING, 1987) não sendo diferente para o café (PINHEIRO et al., 2004; PRAXEDES et al., 2006). Neste estudo os valores se aproximam muito aos de Silva et al. (2010a) que relatam 0,673 para mudas de café, demonstrando que o funcionamento dos centros de reações estão operando de forma satisfatória. Konrad et al. (2005) ao trabalhar com seis cultivares de *C. arabica* submetidos ao estresse ocasionado pelo alumínio, descrevem que a relação  $F_v/F_m$  se manteve inalterada entre os materiais que não foram submetidos ao estresse demonstrando assim, que diferentes cultivares de café não apresentam comportamento diferenciado quando se analisa a relação  $F_v/F_m$ .

Para o coeficiente de extinção não-fotoquímica não houve diferença na capacidade de dissipação de calor, entre os métodos de propagação, possivelmente porque as avaliações foram realizadas na ausência de luz excessiva e em apropriada temperatura para plantas que possuem mecanismo fotossintético do tipo  $C_3$ .

Quando se fez o estudo levando em consideração a maturação dos materiais precoce (8v e 12v), média (2v e 7v) e tardia (5v e 13v) dentro dos grupos de contraste estaquia e enxertado, pode-se observar nas Figuras 1 e 2, para todas as variáveis, que não houve diferenças significativas. Isso permite dizer que os materiais de canephora nas condições aqui estudadas apresentam comportamentos similares para trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*, independente do sistema de propagação adotado seja ele estaquia ou enxertia. Em trabalho de campo levando-se em consideração época de maturação precoce, média e tardia de conilon,  $g_s$  foi similar entre as diferentes época de maturação. No entanto  $A$  tendeu a diminuir para os grupo de maturação tardia evidenciando que os grupos precoce e

médio necessitam mais rapidamente de fotoassimilados uma vez que o tempo entre a floração e a maturação dos frutos é reduzido em comparação a materiais tardios (MORAIS et al., 2012).

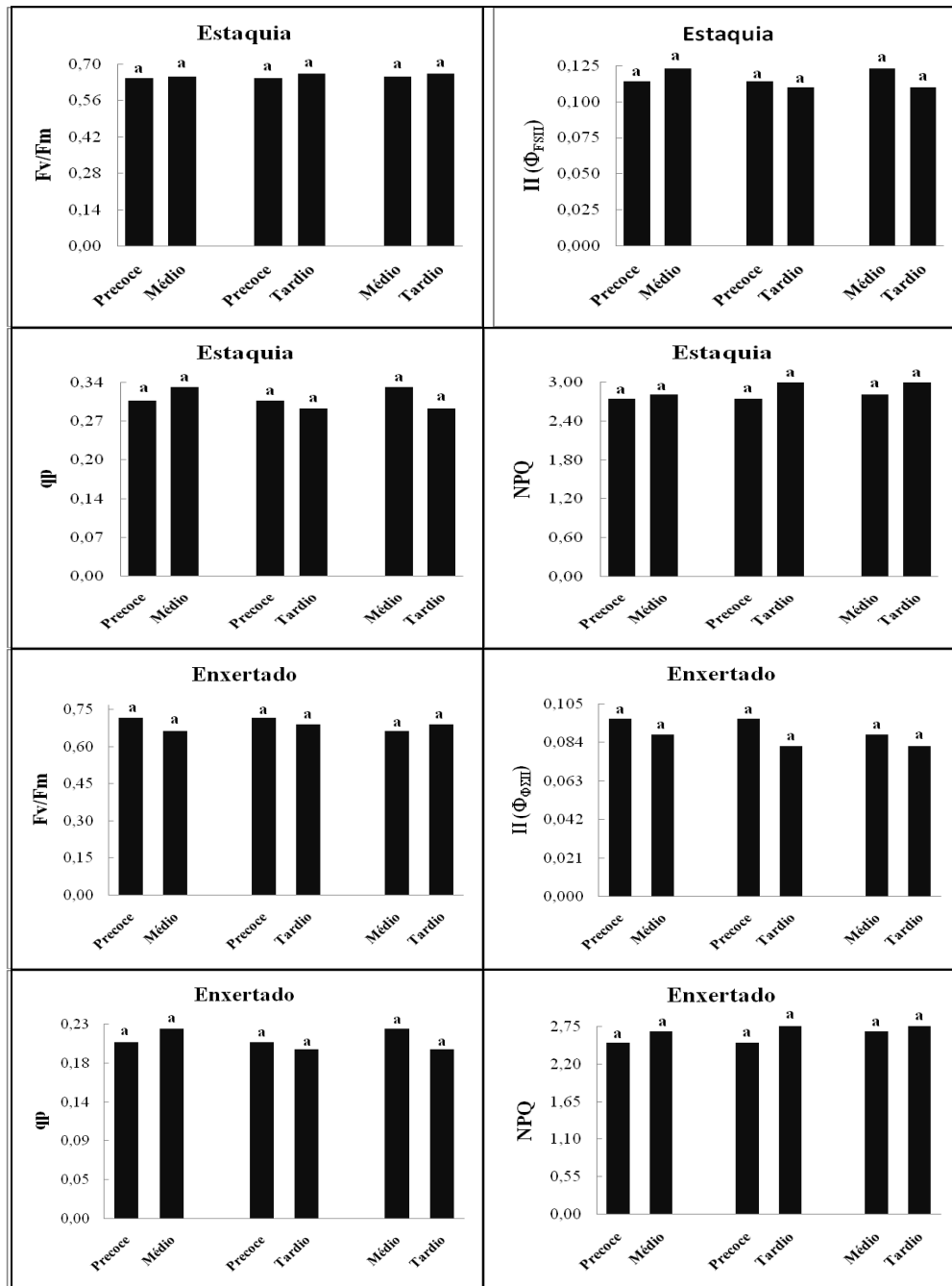


**Figura 1.** Parâmetros de trocas gasosas para os métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertado levando em consideração a época de maturação dos materiais precoce, média e tardia. Valores seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Em estudos com arroz a fotossíntese não variou em quatro cultivares diferentes, quanto à época de maturação dos frutos, tanto no estágio vegetativo



como no estágio reprodutivo segundo Shimono et al. (2009) e estes resultados corroboram com o presente estudo.



**Figura 2.** Parâmetros da fluorescência da clorofila a para os métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertia levando em consideração a época de maturação dos materiais, precoce, média e tardia. Valores seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

## Conclusões

O método de enxertia por garfagem modalidade fenda cheia não ocasionou diferenças na assimilação líquida de CO<sub>2</sub> além da relação F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> e NPQ o que sinaliza que não houve estresse imposto pela enxertia. Quando o estudo levou em consideração os contrastes estaquia e enxertado, e a época de maturação precoce, média e tardia não houve diferenças para nenhum das variáveis aqui estudadas, demonstrando não haver comportamento diferenciado em trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* para o estágio vegetativo de clones de café conilon.

## Referências bibliográficas

ALFONSI, E.L.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; FAZUOLI, L.C. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. **Bragantia**, v.64, n.1, p.1-13, 2005.

ASSADA, K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.601–639, 1999.

AUGÉ, M.R.; STODOLA, A.J.W, MOORE, J.L; KLINGEMAN, W.E; DUAN, X. Comparative dehydration tolerance of foliage of several ornamental crops. **Scientia Horticulturae**, v.98, p.511-516, 2003.

BAKER, N.R.; ROSENQVST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.403, p.1607-1621, 2004.

BJÖRKMAN, O.; DEMMING, B. Photon yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v.170, p.61-66, 1987.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; ÖQUIST, G. Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual. (eds.). In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. Chapman & Hall, London, **Functional Ecology**, v.3 p.497, 1989.

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.

CAVATTE, P.C. **Morfologia, relações hídricas e fotossíntese em duas cultivares de *Coffea canephora* submetidas ao déficit hídrico**. Viçosa: UFV, 2007, 41f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, 2007.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento, 1ª estimativa de safra/ 2012. Brasília, 2012. Disponível em: [www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=) . Acesso em março de 2012.

COSTA, E.S; BRESSAN-SMITH, R.; OLIVEIRA, J.G.; CAMPOSTRINI, E. Chlorophyll a fluorescence analysis in response to excitation irradiance in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. and *Vigna unguiculata* L. Walp) submitted to high temperature stress. **Photosynthetica**, v.41, p.77-82, 2003.

CHAVES, A.R.M.; TEN-CATEN, A.; PINHEIRO, H.A.; RIBEIRO, A.; DAMATTA, F.M. Seasonal changes in photoprotective mechanisms of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. **Trees**, v.22, p.351-361, 2008.

CHAVES, M.M. Effects of water deficit on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, v.42, n.234, p.1-16, 1991.

CHINTHAPALLI, B.; MURMU, L.; RAGHAVENDRA, A.S. Dramatic difference in the responses of phosphoenolpyruvate carboxylase to temperature in leaves of C3 and C4 plants. **Journal of Experimental Botany**, v.54, n.383, p.707-714, 2003.

CRUZ, C.D. **Programa Genes** - estatística experimental e matrizes. 1ª Ed. Viçosa: Editora UFV, v.1, p.285, 2006.

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

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, p.111-117, 2003.

DAMATTA, F.M.; LOOS, R.A.; SILVA, E.A.; LOUREIRO, M.E. Leaf photosynthetic characteristics of *Coffea canephora* as affected by nitrogen and water availability. **Journal of Plant Physiology**, v.59, p.975-981, 2002.

DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Coffee: environment and crop physiology. In: DAMATTA, F.M. (Ed.). **Ecophysiological of tropical tree crops**. Nova Science Publishers, Inc, New York, p.181-216, 2010.

DEMMING-ADAMS, B.; ADAMS III, W.W.; BARKER, D.H.; LOGAN, B.A.; BOWLING, D.R.; VERHOEVEN, A.S. Using chlorophyll fluorescence to assess the fraction of absorbed light allocated to thermal dissipation of excess excitation, **Physiologia Plantarum**, v.98, n.2, p.253-264, 1996.

DIAS, P.C.; ARAUJO, W.L.; MORAES, 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.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; MENEZES, H.C.; GALLO, P.B.; TRIVELIN, P.C.O. Gas exchange, growth, yield and beverage quality of *Coffea arabica* cultivars grafted on to *C. canephora* and *C. congensis*. **Experimental Agriculture**, v.37, p.241-252, 2001.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; BRAGANÇA, S.M.; VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DEMUNER, L.H. (Eds.). **Café Conilon**. Incaper, Vitória-ES, p.203-225, 2007.

FEITOSA, L.R.; CASTRO, L.L.F.; RESENDE, M.; ZANGRANDE, M.B.; STOCKING, M.S.; BOREL, R.M.A.; FULLIN, E.A.; CERQUEIRA, A.F.; SALGADO, J.S.; FEITOZA, H.N.; STOCK, L.A.; MANK, A.M.; DESSAUNE, FILHO N.; MANK, A.M.; FERINGA, W.; MARTINEZ, J.A. **Mapa das Unidades naturais do Espírito Santo**. Vitória , EMCAPA, Mapa na escala 1:400 000 Colorido, 1999.

FRISCHKNECHT, P.M.; ELLER, B.M; BAUMAN, T.W. Purine alkaloid formation and CO<sub>2</sub> gas exchange in dependence of development and of environmental factors in leaves of *Coffea arabica* L.. **Planta**, v.156, p.295-301, 1982.

KORAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, 1991.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v.51, n.345, p.435-443, 2000.

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

OXBOROUGH, K.; BAKER, N.R. Resolving chlorophyll a fluorescence images of photosynthetic efficiency into photochemical and non-photochemical components –

calculation of  $qP$  and  $F_v'/F_m'$  without measuring  $F_0'$ . **Photosynthesis Research**, v.54 p.135-142, 1997.

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.; VIANA, A.P.; SANTOS, P.B.; 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.

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

PINHEIRO, H.A.; DAMATTA, F.M.; CHAVES, A.R.M.; LOUREIRO, M.E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v.96, p.101-108, 2005.

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, p.263-273, 2006.

PRÉZELIN, B.; NELSON, N. Plant physiology, biochemistry and molecular biology, (eds.). In: DENNIS, D.T.; TURPIN, D.H. **Longman Scientific & Technical**, Singapore, p.212, 1990.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.393-411, 2007.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Early photosynthetic responses of sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.62, p.167-173, 2003.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Growth- and leaf-temperature effects on photosynthesis of sweet orange seedlings infected with *Xylella fastidiosa*. **Plant Pathology**, v.53, p.334-340, 2004.

ROHACEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, v.40, p.13-29, 2002.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.415-423, 2006.

SEFAG-Serviço de Fiscalização de Insumos Agropecuários – DDA–SFA/ES Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012.

SENA, J.O.A. de; ZAIDAN, H.A.; CASTRO, P.R.C. Transpiration and stomatal resistance variations of perennial tropical crops under soil water availability conditions and water deficit. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.3, p.225-230, 2007.

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

SILVA, L. da; MARCHIORI, P.E.R.; MACIEL, C.P.; MACHADO, E.C.; RIBEIRO, R.V. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.965-972, 2010a.

SILVA, V.A.; ANTUNES, W.C.; GUIMARÃES, B.L.S.; PAIVA, R.M.C.; SILVA V. de F.; FERRÃO, M A.G.; DAMATTA, F.M.; LOUREIRO, M.E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.457-464, 2010b.

SHIMONO, H.; OKADA, M.; YAMAKAWA, Y.; NAKAMURA, H.; KOBAYASHI, K.; HASEGAWA, T. Genotypic variation in rice yield enhancement by elevated CO<sub>2</sub> relates to growth before heading, and not to maturity group. **Journal of Experimental Botany**, v.60, p.523-532, 2009.

SHIMAZAKI, K.I.; DOI, M.; ASMANN, S.M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, n.1, p.219-247, 2007.

### 3. CONCLUSÕES GERAIS

O método de enxertia por garfagem, modalidade fenda cheia mostrou-se mais eficiente na produção de mudas em relação à propagação via estaquia. Além de não ocasionar diferenças na assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, relação F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> e NPQ demonstrando não haver estresse imposto pela enxertia. Quando o estudo levou em consideração os contrastes estaquia e enxertado, e a época de maturação precoce, média e tardia não houve diferenças para nem uma das variáveis aqui estudadas, demonstrando não haver comportamento diferenciado em trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* para época de maturação, quando se leva em consideração o estágio vegetativo de clones de café conilon.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, E.L.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; FAZUOLI, L.C. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. **Bragantia**, v.64, n.1, p.1-13, 2005.

ALVES, A.A.C. **Efeito da enxertia na nutrição mineral, no crescimento vegetativo, na fotossíntese e na redutase do nitrato, em *Coffea arabica***. Viçosa: UFV, 1986. 61f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, 1986.

ASSADA, K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.601–639, 1999.

ATKINSON, C.J.; ELSE, M.A.; TAYLOR, L.; DOVER, C.J. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.). **Journal of Experimental Botany**, v.54, p.1221-1229, 2003.

AUGÉ M.R; STODOLA A.J.W, MOORE J.L; KLINGEMAN W.E; DUAN X. Comparative dehydration tolerance of foliage of several ornamental crops. **Scientia Horticulturae**, v.98, p.511-516, 2003.

BAKER, N.R.; ROSENQVST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.403, p.1607-1621, 2004.

BATISTELA-SOBRINHO, J.; MATIELLO, J.B. Avaliação do sistema radicular de cafeeiros Conilon em comparação com Catuaí e Mundo Novo – em Alta Floresta, MT. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 14., p.185-187, 1987.



BENARDI, A.C.C.; CARMELLO, Q.A.C.; CARVALHO, S.A. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. **Scientia Agrícola**, v.57 n.4, p.733-738, 2000.

BERTHAUD, J.L. Incompatibilité chez *Coffea canephora* méthode de test et déterminisme génétique. **Café, Cacao, Thé**, v.24, n.1, p.167-174, 1980.

BJÖRKMAN, O.; DEMMING, B. Photon yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v.170, p.61-66, 1987.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p.666-669, 2003.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; ÖQUIST, G. Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual. (eds.). In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. Chapman & Hall, London, **Functional Ecology**, v.3 p.497, 1989.

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.; 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.; MARTINES, 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.48-52, 2010.

CAIRES, E.F.; ROSOLEM, C.A. Correção da acidez do solo e desenvolvimento do sistema radicular do amendoim em função da calagem. **Bragantia**, v.57, p.175-184, 1998.

CAVATTE, P.C. **Morfologia, relações hídricas e fotossíntese em duas cultivares de *Coffea canephora* submetidas ao déficit hídrico**. Viçosa: UFV, 2007, 41f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, 2007.

CECON, P.R.; SILVA, F.F.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R.G.; POLICARPO, A.S.C.; 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.61-69, 2008.

CHAVES, A.R.M.; TEN-CATEN, A.; PINHEIRO, H.A.; RIBEIRO, A.; DAMATTA, F.M. Seasonal changes in photoprotective mechanisms of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. **Trees**, v.22, p.351-361, 2008.

CHAVES, M.M. Effects of water deficit on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, v.42, n.234, p.1-16, 1991.

CHINTHAPALLI, B.; MURMU, L.; RAGHAVENDRA, A.S. Dramatic difference in the responses of phosphoenolpyruvate carboxylase to temperature in leaves of C3 and C4 plants. **Journal of Experimental Botany**, v.54, n.383, p.707-714, 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento, 1ª estimativa de safra/ 2012. Brasília, 2012. Disponível em: [www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=) Acesso em março de 2012.

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.34, p.787-804, 1961.

COSTA, E.S; BRESSAN-SMITH, R.; OLIVEIRA, J.G.; CAMPOSTRINI, E. Chlorophyll a fluorescence analysis in response to excitation irradiance in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. and *Vigna unguiculata* L. Walp) submitted to high temperature stress. **Photosynthetica**, v.41, p.77-82, 2003.

CRUZ, C.D. **Programa Genes** - estatística experimental e matrizes. 1ª Ed. Viçosa: Editora UFV, v.1, p.285, 2006.

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

DAMATTA, F.M.; CHAVES, A.R.M.; PINHEIRO, H.A.; DUCATTI, C.; LOUREIRO, M.E. Drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.55-81, 2006.

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.

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, p.111-117, 2003.

DAMATTA, F.M.; LOOS, R.A.; SILVA, E.A.; LOUREIRO, M.E. Leaf photosynthetic characteristics of *Coffea canephora* as affected by nitrogen and water availability. **Journal of Plant Physiology**, v.59, p.975-981, 2002.

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

DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Coffee: environment and crop physiology. In: DAMATTA, F.M. (Ed.). **Ecophysiological of Tropical Tree Crops**. Nova Science Publishers, Inc, New York, p.181-216, 2010.

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.

DEMMING-ADAMS, B.; ADAMS III, W.W.; BARKER, D.H.; LOGAN, B.A.; BOWLING, D.R.; VERHOEVEN, A.S. Using chlorophyll fluorescence to assess the fraction of absorbed light allocated to thermal dissipation of excess excitation. **Physiologia Plantarum**, v.98, n.2, p.253-264, 1996.

DIAS, P.C.; ARAUJO, W.L.; MORAES, 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.

DIAS, R.; MELO, B. Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.44-152, 2009.

DICKISON, W.C. **Integrative plant anatomy**. Hartcourt: Academic Press, p.533, 2000.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DUBLIN, P. Le bouturage du caféier Excelsa. **Café, Cacao, Thé**, Nogent-sur-Marne, v.8, n.1, p.3-16, 1964.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; GALLO, P.B.; COSTA, W.M da; NOVO, M.C.S.S. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, v.57, n.2, p.297-312, 1998.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; MENEZES, H.C.; GALLO, P.B.; TRIVELIN, P.C.O. Gas exchange, growth, yield and beverage quality of *Coffea arabica* cultivars grafted on to *C. canephora* and *C. congensis*. **Experimental Agriculture**, v.37, p.241-252, 2001.

FAVARIN, J.L.; DOURADO, D.N.; GARCÍA y G.A.; NOVA, N.A.V.; FAVARIN, M.G.G.V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.769-773, 2002.

FEITOSA, L.R.; CASTRO, L.L.F.; RESENDE, M.; ZANGRANDE, M.B.; STOCKING, M.S.; BOREL, R.M.A.; FULLIN, E.A.; CERQUEIRA, A.F.; SALGADO, J.S.; FEITOZA, H.N.; STOCK, L.A.; MANK, A.M.; DESSAUNE, FILHO N.; MANK, A.M.; FERINGA, W.; MARTINEZ, J.A. **Mapa das Unidades naturais do Espírito Santo**. Vitória, EMCAPA, Mapa na escala 1:400 000 Colorido, 1999.

FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S. Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DEMUNER, L.H. ed.VII **Café Conilon**. Vitória: Incaper, p. 66-91. 2007.

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

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; BRAGANÇA, S.M.; VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DEMUNER, L.H. (Eds.). **Café Conilon**. Incaper, Vitória-ES, p.203-225, 2007.

FERREIRA, A.; CECON, P.R.; CRUZ, C.D.; FERRÃO, R.G.; SILVA, M.F. da; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p.1189-1195, 2005.

FERWERDA, F.P. The vegetative propagation of coffe. Emp. **Journal Experimental Agriculture**, v.2, p.189-199, 1934.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, G.D; CARNEIRO, A. de G.J; PENCHEL, M.R.; LAMÔNICA, R.K.; FERREIRA A. de D. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

FRISCHKNECHT, P.M.; ELLER, B.M; BAUMAN, T.W. Purine alkaloid formation and CO<sub>2</sub> gas exchange in dependence of development and of environmental factors in leaves of *Coffea arabica* L.. **Planta**, v.156, p.295-301, 1982.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GUIMARÃES, C.M.; BRUNINI, O.; STONE, L.F. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1. Densidade e eficiência radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, p.393-399, 1996.

HARMAND, J.M.; NJITI, C.F.; REVERSAT, F.B.; PUING, H. Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. **Forest Ecology and Management**, v.188, p.249-265, 2004.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. Upper Sanddle River: Prentice Hall, p.849, 2002.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. Upper Sanddle River: Prentice Hall, p.849, 2002.

HASHIZUME, H.; MATIELLO, J.B.; ANDRADE, I.P.R.; PAULINI, A.E. Estudos sobre aplicação prática da enxertia em café. In: Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, 2., 1974, Poços de Caldas, **Resumos...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, p.314-316, 1974.

INFORZATO, R., REIS, A.J. Estudo comparativo do sistema radicular dos cafeeiros Bourbon amarelo e Mundo Novo. **Bragantia**, v.22, n.2, p.741-750, 1963.

JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D.A.C; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R.; SILVA, D.M; BORGES, T.A; ANDRADE, S.R.M. Reação a doença e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de *Passiflora silvestre*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.97-100, 2006.

KITILA, O.; ALAMEREW, S.; KUFA T.; GAREDEW, W. Variability of Quantitative Traits in Limmu Coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia. **International Journal of Agricultural Research**, v.6, n.6, p.482-493, 2011.

KORAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, 1991.

LACLAU, J.P.; ARNAUD, M.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Spatial distribution of *Eucalyptus* roots in a deep sandy soil in the Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrients. **Tree Physiology**, v.21, p.129-136, 2001.

LYNCH, L. Root architecture and plant productivity. **Plant Physiology**, v.109, p.7-13, 1995.

MARANA, J.P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E.P.; KAINUMA, R.H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.39-45, 2008.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha, MAPA/PROCAFÉ, p.542, 2010.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v.51, n.345, p.435-443, 2000.

MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R. Café 'Obatã' em porta-enxertos de *Coffea*. Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil (6.: 2009: Vitória, ES). **Anais do VI Simpósio de Pesquisas dos cafés do Brasil**, Vitória, p.6, 2009.

MORAES, M.V.; FRANCO, C.M. **Método expedito para enxertia em café**. Campinas, Instituto Brasileiro do Café, p.16, 1973.

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

NIKHILA, K.R.; SURESHKUMAR, V.B.; MOHANAN, K.V.; SANTARAM, A. Association of agronomic characters in robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). **International Journal of Plant Breeding and Genetics**, v.2, n.1, p.47-50, 2008.

OIC. Relatório sobre o Mercado Cafeeiro, p.10, 2011. Disponível em <http://www.ico.org/documents/cmr-1111-p.pdf>. Acesso em 18 de Jan. 2012.

OLIVEIRA, A.L. de; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, J. de A.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R. de S. Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados submetidos a diferentes níveis de reposição de água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1291-1298, 2004.

OXBOROUGH, K.; BAKER, N.R. Resolving chlorophyll *a* fluorescence images of photosynthetic efficiency into photochemical and non-photochemical components – calculation of  $qP$  and  $F_v'/F_m'$  without measuring  $F_0'$ . **Photosynthesis Research**, v.54 p.135-142, 1997.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; DETMANN, E.; CAMPOSTRINI, E. Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, v.53, n.306, p.204-210, 2006b.

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, 2006.

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.; VIANA, A.P.; SANTOS, P.B.; 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.



PAULETTO, D.; MOURÃO, F.; ALVES, F.A.; KLUGE, R.A.; SCARPARE, F.; ALEXIO, J. Produção e vigor da videira 'Niágara Rosada' relacionados com o porta-enxerto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.115-121, 2001.

PAULINO, A.J. Comportamento de progênies da cultivar Conilon de *Coffea canephora* selecionadas no Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8., 1980, Campos do Jordão. **Anais...** Rio de Janeiro : Instituto Brasileiro do Café-GERCA, p.168-170, 1980.

PAULINO, A.J.; PAULINI, A.E.; MATIELLO, J.B. Observações preliminares sobre a formação de lavouras de *Coffea canephora* cv. Conilon através do enraizamento de estacas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11.,1984, Londrina. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, p.157-159, 1984.

PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, v.65, n.1, p.115-120, 2006.

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

PINHEIRO, H.A.; DAMATTA, F.M.; CHAVES, A.R.M.; LOUREIRO, M.E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v.96, p.101-108, 2005.

PRADO, R. de M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular de goiabeira **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1007-1012, 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, p.263-273, 2006.

PRÉZELIN, B.; NELSON, N. Plant physiology, biochemistry and molecular biology, (eds.). In: DENNIS, D.T.; TURPIN, D.H. **CO<sub>2</sub> Analysis Package. Instructor's Manual** Longman Scientific & Technical, Singapore, p.212, 1990.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, p.305, 2007.

REINA, E.H. La técnica del injerte hipocotiledonar del cafeto para el control de nematodos, **Turrialba**, v.7, p.5-11, 1966.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.393-411, 2007.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Early photosynthetic responses of sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.62, p.167-173, 2003.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Growth- and leaf-temperature effects on photosynthesis of sweet orange seedlings infected with *Xylella fastidiosa*. **Plant Pathology**, v.53, p.334-340, 2004.

ROHACEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, v.40, p.13-29, 2002.

RONCHI, C.P.; DAMATTA, F.M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DEMUNER, L.H. ed. VII **Café Conilon**. Vitória: Incaper, p.95-115, 2007.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.415-423, 2006.

ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.S.; OLIVEIRA, R.H. de. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.301-309, 2003.

SEFAG-Serviço de Fiscalização de Insumos Agropecuários – DDA–SFA/ES Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012.

SENA, J.O.A. de; Z Aidan, H.A.; CASTRO, P.R.C. Transpiration and stomatal resistance variations of perennial tropical crops under soil water availability conditions and water deficit. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.3, p.225-230, 2007.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASMANN, S.M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, n.1, p.219-247, 2007.

SHIMONO, H.; OKADA, M.; YAMAKAWA, Y.; NAKAMURA, H.; KOBAYASHI, K.; HASEGAWA, T. Genotypic variation in rice yield enhancement by elevated CO<sub>2</sub> relates to growth before heading, and not to maturity group. **Journal of Experimental Botany**, v.60, p.523-532, 2009.

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



SILVA, L. da; MARCHIORI, P.E.R.; MACIEL, C.P.; MACHADO, E.C.; RIBEIRO, R.V. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.965-972, 2010a.

SILVA, V.A.; ANTUNES, W.C.; GUIMARÃES, B.L.S.; PAIVA, R.M.C.; SILVA V. de F.; FERRÃO, M A.G.; DAMATTA, F.M.; LOUREIRO, M.E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.457-464, 2010.

SILVA, V.A.; ANTUNES, W.C.; GUIMARÃES, B.L.S.; PAIVA, R.M.C.; SILVA V. de F.; FERRÃO, M A.G.; DAMATTA, F.M.; LOUREIRO, M.E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.457-464, 2010b.

SILVEIRA, J.S.M.; FONSECA, A.F.A. **Produção de mudas clonais de café conilon em câmara úmida sob cobertura de folhas de palmeira**. Vitória: EMCAPA, 1995. 15p. (EMCAPA. Documentos, 85).

SILVEIRA, J.S.M.; FONSECA, A.F.A. **Produção de mudas clonais de café conilon em câmara úmida sob cobertura de folhas de palmeira**. Vitória: EMCAPA, 1995. 15p. (EMCAPA. Documentos, 85).

SNOECK, J. La rénovation de la caféiculture malgache a partir de clones sélectionnés. *Café, Cacao, Thé*, **Nogentsur-Marne**, v.12, n.3, p.223-235, 1968.

SORCE, C.; MASSAI, R.; PICCIARELLI, P.; LORENZI, R. Hormonal relationships in xylem sap of grafted and ungrafted *Prunus* rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v.93, p.333-342, 2002.

TOMAZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; CRUZ, C.D.; FERRARI R.B.; ZAMBOLIM L.; SAKIYAMA N.S. Diferenças genéticas na eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas enxertadas de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1540-1546, 2008.

TOMAZ, M.A.; SAKIYAMA, N.S.; DAMATTA, F.M.; MARTINEZ, H.E.P.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.A. Efeito do porta-enxerto nas trocas gasosas, área foliar e superfície de raiz de mudas de *Coffea arabica* L. **Revista Ceres**, v.53, p.237-242, 2006.

WEIGEL, D.; JURGENS, G. Stem cells that make stems. **Nature**, v.415, p.751-754, 2002.

ZONTA, J.H.; BRAUN, H.; REIS, E.F.; PAULUCIO, D.; ZONTA, J.B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia**, v.27, n.3, p.29-34, 2009.

**ANEXO**

## Anexo A

Análise de variância referente às variáveis da tabela 1 do capítulo 1.

	GL	AF	MMFF	MMSF	MMFC	MMSC
Blocos	4	736.9047	0.7663	.0993	0.1637	0.0329
Tratamento	11	23417.8870 **	13.0113**	1.0282**	10.3939**	1.6320**
Resíduo	44	485.4469	0.3590	0.0347	0.1245	0.0185
Média		243.06	6.15	1.61	4.91	1,57
CV (%)		9.06	9.74	11.57	7.19	8.69

	GL	MMFCP	MMSCP	MMFPA	MMSPA	MMFR
Blocos	4	0.0492	0.0076	1.5395	0.2211	4.1098
Tratamento	11	3.9637**	0.8813**	44.8357**	5.1197**	24.5349**
Resíduo	44	0.0398	0.0073	0.7898	0.0930	1.5080
Média		2.98	1.10	11.06	3.18	5,54
CV (%)		6.70	7.77	8.03	9.60	22.19

	GL	MMSR	MMSRF	VR	MMFT	MMST
Blocos	4	0.1295	0.0692	3.3662	5.7446	0.6808
Tratamento	11	2.4797**	0.4008**	19.6617**	132.4033**	14.4044**
Resíduo	44	0.0331	0.0125	1.4217	2.8125	0.2172
Média		1.49	0.60	5.40	16.60	4.66
CV (%)		12.24	18.50	22.09	10.10	10.00

	GL	NF	HP	DC	RAD	RPAR
Blocos	4	1.1280	0.7579	0.0395	0.1278	0.0562
Tratamento	11	11.6751**	13.5901**	0.0861**	1.0670**	1.2628**
Resíduo	44	0.7723	0.8936	0.0262	0.0973	0.0260
Média		10.21	8.09	3.25	2.49	2.34
CV (%)		8.61	11.68	4.99	12.53	6.87

	GL	IQD
Blocos	4	0.0374
Tratamento	11	0.7035**
Resíduo	44	0.0150
Média		0.98
CV (%)		12,52

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando os métodos de propagação por estaquia e enxertado, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

## Anexo B

Análise de variância referente às variáveis da tabela 1 do capítulo 2.

	GL	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>Ci/Ca</i>	<i>A/E</i>
Blocos	4	3418.8041	0.3059	19873.3448	0.1303	82.4987
Tratamento	11	646.6192 <sup>ns</sup>	3.2816**	1402.2236 <sup>ns</sup>	0.0089 <sup>ns</sup>	2.6603 <sup>ns</sup>
Resíduo	44	459.9897	1.1354	814.3705	0.0054	1.3517
Média		62.79	4.89	235.90	060	5.97
CV (%)		34.16	21.79	12.10	12.30	19.48

	GL	°C
Blocos	4	40.6269
Tratamento	11	0.5735 <sup>ns</sup>
Resíduo	44	1.1265
Média		29.99
CV (%)		3.54

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando os métodos de propagação vegetativa por estaquia e enxertia, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Análise de variância referente as variáveis da tabela 2 do capítulo 2.

	GL	<i>Fv/Fm</i>	$\Phi_{FSII}$	<i>NPQ</i>	<i>qp</i>	<i>qN</i>
Blocos	4	0.0671	0.0007	0.4639	0.0049	0.0049
Tratamento	11	0.0054**	0.0013**	0.2266 <sup>ns</sup>	0.0164**	0.0164**
Resíduo	44	0.0014	0.0003	0.1590	0.0024	0.0024
Média		0.67	0.10	2.75	0.26	0.74
CV (%)		5.53	17.49	14.47	18.85	6.65

	GL	<i>ETR</i>
Blocos	4	48.9564
Tratamento	11	102.9524**
Resíduo	44	24.4611
Média		28.36
CV (%)		17.44

<sup>ns</sup> não significativa e \* significativa, comparando os método de propagação vegetativa por estaquia e enxertia, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.



