

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

**DIEGO ZANCANELLA BONOMO**  
*Magister Scientiae*

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO  
EM GENÓTIPOS DE CAFEIRO CONILON**

**São Mateus, ES  
Fevereiro de 2013**

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

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO  
EM GENÓTIPOS DE CAFEEIRO CONILON**

**DIEGO ZANCANELLA BONOMO**

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

Orientador: Prof. Dr. Robson Bonomo

**São Mateus, ES  
Fevereiro de 2013**

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

---

B719e Bonomo, Diego Zancanella, 1986-  
Efeitos de diferentes lâminas de irrigação em genótipos de  
cafeeiro conilon / Diego Zancanella Bonomo. – 2013.  
55 f. : il.

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

1. Balanço hidrológico. 2. Irrigação por gotejamento. 3. Café.  
4. Café conilon. I. Bonomo, Robson. II. Partelli, Fábio Luiz, 1979-.  
III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário  
Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 63

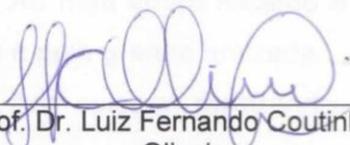
---

## Efeitos de diferentes lâminas de irrigação em genótipos de cafeeiro conilon

**Diego Zancanella Bonomo**

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: 22/02/2013.



Prof. Dr. Luiz Fernando Coutinho de  
Oliveira  
Universidade Federal de Lavras



Prof. Dr. Fábio Luiz Partelli

Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória  
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Robson Bonomo  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Deus que sempre me guiou nesta jornada, impulsionando-me com coragem e dedicação para o alcance dos objetivos.

A Universidade Federal do Espírito Santo /CEUNES pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação em Agricultura Tropical.

A CAPES pela concessão da bolsa durante o período de realização deste curso.

Ao orientador Robson Bonomo, pelo apoio, ensinamentos, pela dedicação, paciência, valiosa amizade e confiança em mim depositada.

Aos meus pais Remilson e Marcia e parentes pela motivação e valiosa amizade.

A minha noiva Rafaela pelo apoio nos momentos difíceis, sempre com muito amor e dedicação.

Ao meu irmão Ricardo e primo Lucas pela colaboração direta na coleta dos dados e pela grande amizade.

Aos colegas mestrandos Joabe e Marcelo pela colaboração na coleta dos dados e pela valiosa amizade.

A todos professores do PPGAT pelos ensinamentos.

Aos que de alguma forma contribuíram para realização do curso de pós-graduação.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Cafeicultura irrigada.....	3
2.2 Espécie e variedades de café Conilon.....	4
2.3 Manejo Irrigação.....	5
2.4 Efeito da irrigação nos Parâmetros Vegetativos.....	6
2.5 Efeito da irrigação nos Parâmetros de Produção.....	7
3. MATERAIS E METÓDOS.....	9
3.1 Caracterização do local.....	9
3.2 Delineamento experimental.....	9
3.3 Caracterização do Sistema de Irrigação e Lâmina Aplicada.....	10
3.4 Avaliação Desenvolvimento Vegetativo.....	12
3.5 Metodologia parâmetros de produção.....	12
3.6 Eficiência no uso da água.....	13
3.7 Análise estatística.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Precipitações e consumo de água.....	14
4.2 Parâmetros vegetativos.....	16
4.3 Parâmetros Produtivos.....	26
4.3.1 Produtividade, rendimento e peneira observados na safra 2011/2012.....	26
4.3.2 Contagem de número de frutos pendentes para a safra 2012/2013.....	33
4.4 Eficiência no uso da água de irrigação.....	36
5. CONCLUSÕES.....	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
7. ANEXO A.....	43
8. APENDICE A.....	48

## RESUMO

BONOMO, Diego Zancanella; R.C.L.I.; Universidade Federal do Espírito Santo; Fevereiro de 2013; **Efeitos de diferentes lâminas de irrigação em genótipos de cafeeiro Conilon**. Orientador: Robson Bonomo; Co-orientador: Fábio Luiz Partelli.

Em razão das condições da distribuição irregular das chuvas na região norte do Espírito Santo, o cultivo de café Conilon (*Coffea canephora*) tem sido feito predominantemente sob irrigação, com lavouras altamente produtivas com destaque na produção cafeeira nacional. Após a implantação do sistema de irrigação torna-se fundamental ao sucesso do projeto a implementação do manejo de água do cultivo, requerendo uma correta quantificação do consumo hídrico da cultura. Diante disso, o trabalho teve como objetivo a avaliação da resposta de diferentes materiais genéticos (clones) de café Conilon a diferentes lâminas de irrigação, visando a quantificação do consumo hídrico, bem como a estimativa do coeficiente de cultura ( $K_c$ ). A pesquisa foi conduzida na fazenda Córrego Grande, em São Mateus, em cultivo comercial de café Conilon, no espaçamento 3,0 x 0,8 m, irrigada por gotejamento convencional, com vazão do gotejador de 2 L h<sup>-1</sup> e espaçados de 0,5 m entre si. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcela subdividida, com seis parcelas, cinco subparcelas e quatro repetições. As parcelas foram lâminas de irrigação correspondentes a 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150% da evapotranspiração para condição de irrigação localizada. As subparcelas foram os genótipos de Conilon denominados 02, 03, 18, 153 e Bamburral. Cada repetição foi constituída de 20 plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos (subparcelas), comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos (parcelas), foram submetidos a análise regressão polinomial. Em todos os parâmetros vegetativos avaliados a porcentagem da lâmina aplicada de 150% da evapotranspiração para irrigação localizada foi superior às demais. Já para produtividade da primeira safra, as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas para a máxima produtividade variaram em função do clone avaliado, desde porcentagens de lâmina de 94,7% ( $k_c = 0,947$ ) para o clone 03, até porcentagem de lâmina de 123,9% da ET<sub>oLoc</sub> ( $k_c = 1,239$ ) para o clone 02.

**Palavras-chave:** Balanço hídrico, Coeficiente da cultura, Gotejamento, *Coffea canephora*.

## ABSTRACT

BONOMO, Zancanella Diego; RCLI; Universidade Federal do Espírito Santo; February 2013; **Effects of different irrigation in coffee genotypes Conilon**; Advisor: Bonomo Robson, Co-supervisor: Fábio Luiz Partelli.

Due to the conditions of uneven distribution of rainfall in northern Espírito Santo, Brazil, cultivation of Conilon coffee (*Coffeacanephora*) has been done predominantly under irrigation with highly productive crops especially coffee production in Brazil. After the irrigation system implementation it is fundamental to the success of the project to implement a system of water management in irrigated crop, requiring a correct quantification of crop water consumption. The purpose of this study was to evaluate the response of different genetic materials (clones) of Conilon coffee to different irrigation. The study aimed quantification of water consumption, as well as to estimate the crop coefficient ( $K_c$ ). The research was conducted in a farm called Córrego Grande in São Mateus, Espírito Santo state, Brazil in commercial cultivation of Conilon coffee in 3 x 0.8 m spacing, conventional drip irrigated, with a flow rate of 2 L h<sup>-1</sup> and spaced 0.5 m. The experimental design was completely randomized in a subplot design, with six plots, five subplots and four replications. The plots were irrigation corresponding to 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150% of evapotranspiration for a condition of drip irrigation. The subplots were Conilon called 02, 03, 18, 153 and bamburral. Each replication was consisted of 20 plants. Data were subjected to analysis of variance and the means of treatments (subplots) were compared by Tukey test at 5% probability. The averages of the treatments (plots), were subjected to polynomial regression analysis. Regarding the growth parameters the 150% evapotranspiration blade for located irrigation was superior to the other ones. As for the first crop productivity, the percentages of irrigation applied for the maximum productivity varied according to the evaluated clone from blade percentages of 94.7% ( $k_c = 0.947$ ) for clone 03, percentage to 123.9% of the blade  $E_{ToLoc}$  ( $k_c = 1.239$ ) for clone 02.

**Keywords:** water balance, crop coefficient, Drip, *Coffea canephora*.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, sendo que na safra 2012 foi responsável pela produção de mais de 43 milhões sacas de café, com uma produtividade média de 21,15 sacas ha<sup>-1</sup>, sendo o Espírito Santo responsável por aproximadamente 26% desta produção e produtividade média de 25,57 sacas ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013).

Dentre os estados brasileiros produtores de café, o Espírito Santo se destaca como o maior produtor de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre), com cerca de 80% da produção nacional, sendo que esta produção concentra na região Norte com lavouras altamente produtivas com destaque na produção agrícola nacional, sendo uma das principais fontes de renda e emprego.

Nos últimos anos tem se aumentado as exigências por parte dos consumidores por cafés de melhor qualidade, e uma das tecnologias que pode estar associada a esta melhoria é o manejo da irrigação. A ocorrência de estiagem após a florada faz com que haja menor pegamento dos frutos e, na granação, a ocorrência de estiagem faz com que aumente a presença de frutos chochos. Além desses dois estádios, o crescimento vegetativo do cafeeiro também pode ser prejudicado, implicando conseqüente queda na produtividade da lavoura na safra seguinte (PEZZOPANE et al., 2010).

Os ganhos de produtividade com a implantação da técnica da irrigação no cafeeiro podem atingir elevados valores. Silva et al. (2008) avaliando as lâminas de irrigação, observou um aumento de aproximadamente de 240% entre a lâmina que obteve maior produtividade para a não irrigada, na média de três safras.

Após a implantação do sistema de irrigação torna-se fundamental ao sucesso do projeto a implementação de um correto manejo de água do cultivo irrigado. O manejo da irrigação constitui uma técnica muito importante do ponto de vista econômico e ambiental numa atividade agrícola irrigada e, quando realizado de

forma adequada permite a redução no consumo de água e energia, aumento da produtividade da cultura e melhoria na qualidade do produto final.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho, a avaliação da resposta de diferentes genótipos (clones) de café Conilon a diferentes lâminas de irrigação, visando à quantificação do consumo hídrico, bem como a estimativa do coeficiente de cultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cafeicultura Irrigada

O cultivo do café Conilon no Norte Capixaba apresenta-se com destaque na produção agrícola nacional, sendo uma das principais fontes de renda e emprego. Em razão das condições de distribuição irregular das chuvas nesta região e ocorrência de elevados déficits hídricos (PEZZOPANE et al., 2010), o cultivo tem sido feito predominantemente sob irrigação, com lavouras altamente produtivas com destaque na produção cafeeira brasileira.

A irrigação promove o incremento da produção, já que a produtividade da lavoura é comprometida quando ocorrem períodos críticos de deficiência hídrica durante as fases de florada e frutificação até, aproximadamente a décima oitava semana após a floração (BONOMO et al., 2008).

Dentre os sistemas de irrigação comumente empregados na cafeicultura na região Norte Capixaba destacam-se os sistemas localizados (gotejamento convencional, gotejamento com “microjet” e microaspersão) e por aspersão (pivô central, aspersão convencional e fixa). Os sistemas localizados apresentam maior potencial de economia de água, associados à alta uniformidade e eficiência de aplicação. Segundo Fernandes et al., (2012) a cafeicultura irrigada ocupa, no Brasil, 240.000 ha, estando a maioria desta área localizada em regiões de Cerrado, representando mais de 10% da área e mais de 25% da produção de café total no País.

A água é fator fundamental na produção vegetal, sua falta ou seu excesso, afeta de maneira decisiva, o desenvolvimento das plantas (MEURER, 2007). Segundo Santinato et al. (1996), sem a prática da irrigação, nas áreas onde o déficit hídrico chega a comprometer a produção, o país deixaria de produzir de 2,0 a 2,5

milhões de sacas beneficiadas por ano. A irrigação tem propiciado aumentos na produtividade, tanto em regiões onde a deficiência hídrica coincide com o estágio de frutificação, como em regiões aptas ao cultivo (GOMES et al., 2007). Matiello et al. (1995) observaram que, em cafeeiros *Coffea arábica* e *canephora*, o abortamento de botões florais após chuvas de 3,0 a 8,0 mm insuficientes para repor o déficit de água no solo.

## 2.2 Espécie e variedades de café Conilon

A espécie *Coffea canephora* Pierre ex froehner é auto-incompatível, multiplicando-se através de fecundação cruzada (BRAGANÇA et al., 2001). Desta forma, plantios de lavouras oriundas de mudas formadas por sementes apresentam grande variabilidade genética. Sendo que mudas provenientes de reprodução sexuada não reproduzem necessariamente as características desejáveis da planta matriz (BRAGANÇA et al., 2001). Esta variabilidade, que dificulta os tratos culturais e reduz a produtividade e a qualidade do café Conilon, que pode ser diminuída com a utilização da propagação assexuada de plantas-matrizes selecionadas (BRAGANÇA et al., 2001).

Em seguida, no ano de 1985, a então EMCAPA, hoje INCAPER, inicia o programa de melhoramento genético do café conilon no norte do estado, resultando no lançamento no ano de 1993 das primeiras variedades clonais: „EMCAPA 8111“; „EMCAPA 8121“ e „EMCAPA 8131“, respectivamente, de maturação precoce, intermediária e tardia (BRAGANÇA et al., 2001).

Na sequência, no ano de 1999, foi lançada a variedade „EMCAPA 8141“- Robustão Capixaba, formada pelo agrupamento de dez clones tolerantes à seca (TEIXEIRA, 2011). No ano 2000, é lançada a variedade „EMCAPER 8151“- Robusta Tropical, variedade multiplicada por semente, oriunda do cruzamento entre clones elites do Incaper (FERRÃO et al., 2000) e no ano de 2004 foi lançada a variedade „Vitória Incaper 8142“, formado pelo agrupamento de treze clones compatíveis, que apresenta superioridade de produtividade quando comparado às outras variedades até então lançadas pelo INCAPER (FERRÃO et al., 2006).

## 2.3 Manejo de Irrigação

A crescente modernização da agricultura brasileira tem exigido de seus diferentes segmentos mudanças profundas no sentido da racionalização do processo produtivo incluindo o emprego da irrigação (MARCONDES et al., 2005).

O manejo da água de irrigação está diretamente relacionado às necessidades hídricas das culturas e à capacidade de retenção de água pelo solo na profundidade efetiva da raiz (SOARES et al., 1998) e, implica basicamente em saber quando irrigar e quanto de água aplicar, evitando déficit e excessos de água, conseqüente economia de água e energia.

Para se determinar o momento de se irrigar e a quantidade de água a aplicar em uma cultura, existem muitas estratégias que podem ser utilizadas, por meio de estudos e levantamentos de solo, clima e fatores culturais. Dentre os métodos de manejo de irrigação destaca-se o do balanço de água no solo. Este método tem como fundamento o balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera, sendo necessário que se obtenham os valores de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), coeficiente de irrigação localizada (K<sub>L</sub>), para o caso destes sistemas de irrigação que é em função da área sombreada ou molhada e de informações sobre o manejo da cultura.

Doorembos & Pruitt (1984) consideram que para plantas de cafeeiro em pleno desenvolvimento, em local não sombreado e sem presença de ervas daninhas, o K<sub>c</sub> recomendado é em torno de 0,9 para o ano todo. Com base em experimentos e observações de campo, Santinato et al. (1996) sugerem valores de K<sub>c</sub> em função da densidade de plantio e idade da lavoura, variando de 0,6 a 1,3.

Em trabalho realizado por Sato et al., (2007), o cafeeiro Catuaí (*Coffea arabica*) apresentou, após quatro anos de recepa, na região de Lavras-MG, com manejo da irrigação por balanço hídrico, entre os meses de abril e setembro de 2004, K<sub>c</sub> variando de 0,59 no mês de julho e 1,16 no mês de setembro. Silva et al., (2011a) avaliando K<sub>c</sub> por meio do balanço hídrico em cafeeiro arábica irrigado por pivô central, obtiveram os seguintes valores para as seguintes fases fenológicas: 01/01/08 a 31/03/08; 01/04/07 a 18/05/07, 01/08/07 a 31/10/07 e 01/11/08 a 31/12/08, foram de 1,32, 1,06, 1,61, 1,25, respectivamente.

Lena et al. (2011) relatam que o consumo hídrico do cafeeiro varia em consequência da demanda evaporativa da atmosfera, do método de irrigação e do índice de área foliar. Neste mesmo trabalho estes autores avaliando cafeeiro arábica no quinto e sexto ano de idade, obtiveram valores de  $K_c$  de 1,03 e 0,96, para ETo menor e maior ou igual a  $3 \text{ mm dia}^{-1}$ , respectivamente, para cafeeiros irrigados por aspersão e de 0,97 e 0,81, para cafeeiros irrigados por gotejamento. Na média geral dos dois anos o  $K_c$  foi de 0,99 para aspersão e 0,88 para gotejamento.

Flumignan et al. (2011) avaliando cafeeiro arábica da cultivar IAPAR 59, durante o terceiro e quarto ano de cultivo, irrigados por gotejamento e aspersão, em Londrina, PR, recomendaram  $K_c$  para aspersão de 1,28 para dias com ETo menor que  $3 \text{ mm dia}^{-1}$  e 0,98 para dias com ETo maior ou igual a  $3 \text{ mm dia}^{-1}$ . Já para gotejamento os valores são de 0,91 e 0,76 para dias com ETo menor a  $3 \text{ mm dia}^{-1}$  e maior ou igual a  $3 \text{ mm dia}^{-1}$ , respectivamente. Flumignan & Faria (2009) utilizando lisímetros determinaram  $K_c$  médio igual a 1,03 para aspersão, e 0,92 para gotejamento, no segundo ano de cultivo do cafeeiro.

Silva et al. (2009) avaliando cafeeiro arábica de três a cinco anos de idade observaram  $K_c$  de 1,1, independentemente da matéria seca, altura de planta e índice de área foliar. Silva et al. (2011b) avaliaram as lâminas de (60, 80, 100, 120 e 140%) dos valores de  $K_c$  iguais a 1,10 (jan-mar), 0,90 (abr-jul), 1,30 (ago-out), 1,15 (nov-dez), e observaram que a lâmina de 100% foi a que proporcionou maior produtividade com 149,67 sacas no somatório de duas safras.

## **2.4 Efeito da irrigação nos Parâmetros Vegetativos**

Martins et al. (2006) observaram que o crescimento inicial do cafeeiro Conilon irrigados com as lâminas de 80 e 100% da evaporação do tanque classe "A" (ECA) apresentaram maiores valores de matéria fresca e seca da raiz e parte aérea, além de maior área foliar, sendo que a lâmina de 20% da ECA foi a que proporcionou os menores valores. Resultados semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2010) que avaliando café arábica no estado de Rondônia concluíram que, a melhor lâmina de irrigação para altura da planta e diâmetro do caule foi de 80% da evapotranspiração real da cultura.

Ferreira Filho et al. (2008) avaliando a influência da aplicação de diferentes lâminas de irrigação em café arábica, não encontraram diferenças significativas entre as lâminas de 50 % e 100 % quanto a análise dos parâmetros vegetativos das plantas.

Em Uberlândia (MG), Rotondano et al. (2004) observaram que lâminas de irrigação variando de 146,3% a 150,4% da evaporação do tanque classe A (ECA) foram as melhores para o desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Rubi MG-1192, com idade de 30 meses.

Arantes et al. (2009) verificaram que a lâmina de 80% do balanço de água, proporcionou incrementos maiores que o tratamento não irrigado da ordem de 22,5; 34 e 14%, respectivamente para altura da planta, diâmetro do ramo ortotrópico e diâmetro da copa. Estes autores verificaram ainda que, pela análise de regressão que lâminas superiores a esta não proporcionaram incrementos significativos no desenvolvimento vegetativo.

## **2.5 Efeito da Irrigação nos Parâmetros de Produção**

Oliveira et al. (2010) observaram que no total acumulado de seis safras, para produtividade não houve diferença estatística entre as lâminas de 40, 60, 80, 100% da ECA, todavia pela análise econômica foi observado que o custo médio de produção por saca foi de R\$ 205,84 para lâmina de 40% da ECA, R\$ 197,60 para a de 60%, R\$ 193,81 para a de 80% e R\$ 179,17 para a de 100%. Os autores concluíram que, apesar da produtividade não ter diferido economicamente, a lâmina de 100% da ECA foi a mais viável.

Rezende et al. (2006) avaliando lâminas de 0, 40, 80 e 120% da ECA verificaram que, as de 80 e 120% foram superiores as demais e iguais entre si estatisticamente com relação a produtividade no acumulado de duas safras, já para rendimento estas foram superiores ao manejo sem irrigação e iguais entre a lâmina de 120% da ECA.

Lima et al. (2008) verificaram que as lâminas de 60, 80, 100, 120 e 140% da ECA não diferiram estatisticamente entre si no acumulado de cinco safras de café arábica com sistema de irrigação por pivô central. Estes autores ainda observaram os mesmos resultados com relação ao rendimento.

Silva et al. (2008) avaliando o café arábica irrigado por gotejamento, observaram que a lâmina de 120% da ECA, foi a que obteve maior produtividade na média de quatro safras com 71,62 sacas  $ha^{-1}$ , já para rendimento a de 150% foi a melhor com 439,84 L  $saca^{-1}$ .

Os resultados encontrados por Soares et al. (2005), em experimento realizado na região de Patrocínio - MG, no qual se avaliou o efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação, na produtividade do cafeeiro, aplicadas por gotejamento, foram bem mais expressivos. Os autores relatam uma produtividade de 51,5 sacos  $ha^{-1}$ , para os tratamentos que receberam lâminas maiores que 100%, da ECA.

Gomes et al. (2007) não observaram diferenças estatística com relação ao desenvolvimento vegetativo entre as lâminas de 60, 80, 100, 120, 140% da ECA, para média de cinco safras de cafeeiro arábica.

Em relação às características da forma e tamanho dos grãos, Custódio et al. (2007) verificaram que os tratamentos que receberam a lâmina de 0 e 60% da ECA apresentaram o maior percentual de café grãos chato grande (peneira 17 e maiores), sendo iguais estatisticamente entre si e superior em relação as demais lâminas aplicadas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Caracterização do Local

A pesquisa foi conduzida no período de novembro 2011 a janeiro 2013, na propriedade Córrego Grande, de cultivo comercial de café Conilon, em São Mateus, ES, latitude 18° 45' S, longitude 40° 06' W e altitude média de 90 m. O clima da região é quente e úmido (tipo Aw de Köppen), com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão (PANOSO et al., 1978). O solo foi classificado como Latossolo Franco Arenoso distrófico, típico de tabuleiros costeiros.

O local do experimento possui topografia plana, sendo que o solo deste foi analisado quanto as suas características de textura e curva de retenção de água do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Características de textura, massa específica e curva de retenção de água do solo da área experimental.

Camadas	Areia	Silte	Argila	ME	Equação da curva de retenção <sup>1</sup>
(m)	-----kg kg <sup>-1</sup> -----			kg dm <sup>3</sup>	
0,00 – 0,20	73	2	25	1,47	$U = 0,031 + ((0,132) / (1 + (0,062\Psi)^{6,84})^{0,086})$
0,20 – 0,40	69	2	29	1,65	$U = 0,055 + ((0,071) / (1 + (0,025\Psi)^{8,76})^{0,150})$

<sup>1</sup> U = umidade gravimétrica (kg kg<sup>-1</sup>);  $\Psi$  = tensão matricial (kPa)]

### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcela subdividida, com seis parcelas, cinco subparcelas e quatro repetições, sendo que cada uma foi constituída por 20 plantas. Nas parcelas foram aplicadas as lâminas de irrigação correspondentes a 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150% da evapotranspiração para irrigação localizada (EToLoc) e nas subparcelas os clones avaliados sendo 02, 03, 18, 153 e bamburral.

Os tratamentos foram aplicados em lavoura comercial, em fase de produção, de café Conilon, com mudas transplantadas em maio de 2010, no espaçamento 3,0 m entre linhas e 0,8 m entre plantas, com uma população aproximada de 4100 plantas por hectare (Figura 1 A em apêndice A). Os clones de café Conilon utilizados no experimento foram 02, 153 da variedade 'Vitória Incaper 8142' com as denominações 12V e 13V, respectivamente e, o clone 03 da variedade do 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba'. O clone bamburral é um material genético selecionado pelo produtor rural da região, o senhor José Bonomo, além do clone 18 que é material selecionado pelo INCAPER, porém ainda não lançado dentro de nenhuma variedade.

### **3.3 Caracterização do Sistema de Irrigação e da Lâmina Aplicada**

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o de gotejamento convencional, com emissores espaçados em 0,5 m, com vazão de  $2,0 \text{ L h}^{-1}$  a 100 kPa de pressão. A manutenção do sistema consistiu em se fazer regularmente a lavagem do filtro de discos e areia e das mangueiras (linhas laterais), abrindo o final das linhas a fim de eliminar incrustações de partículas formadas no interior das mesmas, e minimizar problemas na uniformidade de distribuição de água.

O turno de rega adotado foi fixo com duas irrigações semanais e, os dados para cálculo da evapotranspiração de referência (ETo) foram obtidos pela estação automática INMET/CEUNES. A ETo foi estimada pelo emprego da equação de Penman-Monteith Padrão FAO (Allen, 1998).

Para controle das irrigações foram instalados no início das linhas laterais válvulas solenoides ligados temporizadores analógicos, onde se regulava o tempo de funcionamento em cada parcela (Figura 2 A em apêndice A).

No manejo de água em sistemas de irrigação localizada a lâmina a ser aplicada, em geral, é calculada pela equação 1:

$$LAIL = (ET_o \times KL \times Kc) - \text{precipitação} \quad (1)$$

em que:

LAIL = lâmina de irrigação localizada, (mm);

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência acumulada no intervalo entre as irrigações (mm);

KL = coeficiente para irrigação localizada em função da área sombreada ou molhada;

Kc = Coeficiente da cultura

Em função da disponibilidade de poucos estudos relacionados ao coeficiente da cultura (kc) para o cafeeiro Conilon, tem-se adotado na região Norte Capixaba um valor de 0,9 durante ano todo, para manejo da irrigação

No presente trabalho, no cálculo da lâmina de irrigação aplicada, o kc foi substituído por porcentagens das lâminas de irrigação, aplicadas em cada parcela, conforme equação 2:

$$LAI_i = (ET_o \times KL \times LA_{Pi}) - \text{precipitação} \quad (2)$$

em que:

LAI<sub>i</sub> = lâmina de irrigação aplicada na parcela i, (mm);

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência acumulada no intervalo entre as irrigações (mm);

KL = coeficiente para irrigação localizada em função da área sombreada ou molhada;

LA<sub>Pi</sub> = porcentagem da lâmina aplicada na parcela i, em decimal.

O valor do KL foi obtido segundo equação proposta por Keller e Bliesner (1990):

$$KL = 0,1 \times P^{0,5} \quad (3)$$

em que:

P = fração de área sombreada ou molhada, utilizando a que for maior.

Durante o período avaliado, a área sombreada sempre foi superior a molhada, devido a implantação do experimento ter sido realizado com as plantas já adultas.

### **3.4 Avaliação do Desenvolvimento Vegetativo**

As avaliações de desenvolvimento vegetativo do cafeeiro foram realizadas a cada três meses. Para tal, foram marcados dois ramos plagiotrópico do lado leste, sendo o primeiro em novembro de 2011 (ramo velho) e o segundo em janeiro de 2012 (ramo novo), e ainda um ramo ortotrópico. Nestes ramos foram avaliados as seguintes características das plantas de cafeeiro:

- Comprimento de ramo plagiotrópicos velho e novo (cm);
- Comprimento de ramo ortotrópico (cm);
- Números de pares de ramos plagiotrópicos; e
- Número de nós no ramo plagiotrópico velho e novo.

### **3.5 Avaliação dos Parâmetros de Produção Safra 2012**

Com relação aos parâmetros de produção foram avaliados a produtividade, o rendimento e a classificação dos grãos de café em peneira. Para isso, em cada repetição foi mensurado o volume total de café recém-colhido e retirado uma amostra de 4 litros de café, que foi seca ao sol e beneficiada em descascador elétrico, quando estas atingiam 13 a 14% de umidade. Posteriormente as amostras de café foram pesadas, e assim determinada a produtividade em saca  $ha^{-1}$ ,..

Para a determinação do rendimento os dados de volume de café foram convertidos em sacos (80 L), e determinado o rendimento pela relação entre sacos de café recém-colhido e sacas de café beneficiado (60 kg).

Com relação à peneira foi retirada uma sub amostra de 100 g de café em cada repetição e classificada em superior e inferior a peneira 13. Foi adotada apenas a peneira 13 como referência em razão de que para café Conilon a exigência da maioria das indústrias alimentícias é que este seja classificado como superior a referida peneira.

Além disso, em janeiro de 2013 foi feita uma contagem do número de frutos nos dois ramos plagiotrópicos marcados com etiquetas visando uma inferência quanto à produtividade para a safra de 2013.

### 3.6 Eficiência no uso da água

Para a safra 2012 foi avaliado a eficiência no uso água de irrigação segundo metodologia de Howell et al. (1990); e a quebra relativa de produção, segundo Carvalho (2008), obtidas pelas equações a seguir:

$$UEAI = (Pr / I) \quad (4)$$

$$Q = ((1 - (Pr / Pr_p)) \times 100) \quad (5)$$

em que:

UEAI = eficiência no uso de água de irrigação ( $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ );

Pr = produtividade média das três safras em cada manejo de irrigação ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

I = lâmina média de irrigação por safra em cada manejo de irrigação (mm);

Pr<sub>p</sub> = produtividade máxima observada entre todos tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Q = quebra relativa de produção (%)

### 3.7 Análise estatística

Os dados tanto dos parâmetros vegetativos, quanto produtivos foram submetidos a análise de variância, com auxílio do programa ASSISTAT, versão 7,6 (SILVA & AZEVEDO, 2009). Apresentando efeito significativo, as médias das subparcelas (clones) e a interação parcela (lâminas x clones) foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Já para as parcelas (lâminas), foram submetidos à análise de regressão polinomial para as diferentes lâminas de irrigação (parcela), e assim foi possível determinar a lâmina ideal e consequente estimativa do coeficiente da cultura (Kc) para cafeeiro Conilon.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Precipitações e Consumo de água

A precipitação pluvial e consumo de água mensal, para cada tratamento de lâminas de irrigação no período de condução do experimento estão apresentados na Tabela 2. A precipitação durante o período foi bem distribuída ao longo dos 14 meses de avaliação, com um total de 1.692 mm. Quanto às lâminas de irrigação, conforme esperado, o maior consumo de água ocorreu para o tratamento correspondente a LAP de 150%, com consumo de aproximadamente 464% superior que o apresentado pela porcentagem da lâmina aplicada de 25%.

Observa-se que nos meses de setembro e novembro de 2012, não houve necessidade de aplicar lâmina de água de irrigação, porque nesse período além de ter ocorrido um volume de chuva alto, esta foi bem distribuída durante o período.

Os valores dos coeficientes de ajuste da evapotranspiração para condição de irrigação por gotejamento, estimados segundo metodologia de Keller & Bliesner (1990), também se encontram apresentados na Tabela 2. Os valores de KL variaram de forma crescente de 0,77 a 0,89, em razão do aumento da área sombreada pela cultura.

Tabela 2. Precipitação e consumo mensal de água de irrigação para cada um dos tratamentos de lâminas de irrigação

Meses	Precipitação (mm)	Lâminas de irrigação (mm)						KL
		25%	50%	75%	100%	125%	150%	
.....Safrá 2011/2012.....								
Dez/11	138	12	24	47	57	72	88	0,77
Jan/12	168	3	7	12	16	20	25	0,77
Fev/12	76	17	30	46	59	83	103	0,77
Mar/12	75	25	41	64	85	113	139	0,77
Abr/12	33	23	40	62	80	104	126	0,81
Mai/12	53	11	21	32	42	52	68	0,81
Jun/12	50	11	18	30	40	48	60	0,81
Sub-total 1	593	100	180	293	379	492	609	
.....Safrá 2012/2013.....								
Jul/12	53	11	21	32	42	54	68	0,81
Ago/12	226	3	5	8	11	13	16	0,84
Set/12	161	0	0	0	0	0	0	0,84
Out/12	122	12	24	32	40	49	57	0,84
Nov/12	279	0	0	0	0	0	0	0,84
Dez/12	12	43	70	97	130	166	203	0,89
Jan/13	246	7	12	18	23	30	40	0,89
Sub-total 2	1099	75	132	187	247	312	384	
Total	1.692	176	312	480	625	804	993	

## 4.2 Parâmetros vegetativos

A análise de variância para o comprimento total do ramo plagiotrópico velho e novo (Tabela 1A em anexo A), indica que não houve efeito significativo para o fator clone no ramo velho, que representa o período de crescimento de nov/2011 a jan/2013, já para o fator clone no ramo novo, que representa o período de crescimento de jan/2012 a jan/2013, e para a interação lâmina x clone no ramo novo e ramo velho foi verificado efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Analisando-se a interação lâmina x clone (Tabela 3) pelo teste de médias, observou-se que, para o ramo velho e para as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 50, 100, 125, 150%, todos os clones avaliados tiveram desenvolvimento estatisticamente iguais. Para a porcentagem da lâmina de irrigação correspondente a LAP de 25% o clone 18 teve média inferior as demais, acredita-se que isso ocorra provavelmente por este ser um genótipo sensível ao déficit hídrico, comparado aos demais. Para a LAP de 75% o clone 02 é que teve a pior média.

Para o ramo plagiotrópico novo, o clone 03 se apresentou superior estatisticamente em todas as lâminas avaliadas, já os demais clones sempre tiveram média inferior estatisticamente em pelo menos uma lâmina avaliada, isto pode ser explicado com base na safra 2012 que este genótipo teve a pior produtividade, comparado aos demais, sendo assim como o fruto é o principal dreno na planta e este ter produzido uma quantidade menor de frutos, favorecendo o crescimento do ramo plagiotrópico novo.

TABELA 3. Comparação entre as médias para o comprimento total (cm) do ramo plagiotrópico velho (nov/2011 a jan/2013) e novo (jan/2012 a jan/2013)

LAP	Clone				
	18	Bamburral	02	153	03
	Ramo plagiotrópico velho				
25%	56,25 B	58,00 AB	63,75 AB	63,00 AB	68,25 A
50%	65,25 A	73,00 A	74,25 A	75,00 A	72,25 A
75%	75,00 AB	75,00 AB	70,50 B	77,25 AB	81,25 A
100%	70,75 A	73,25 A	67,50 A	74,25 A	74,00 A

TABELA e continuação

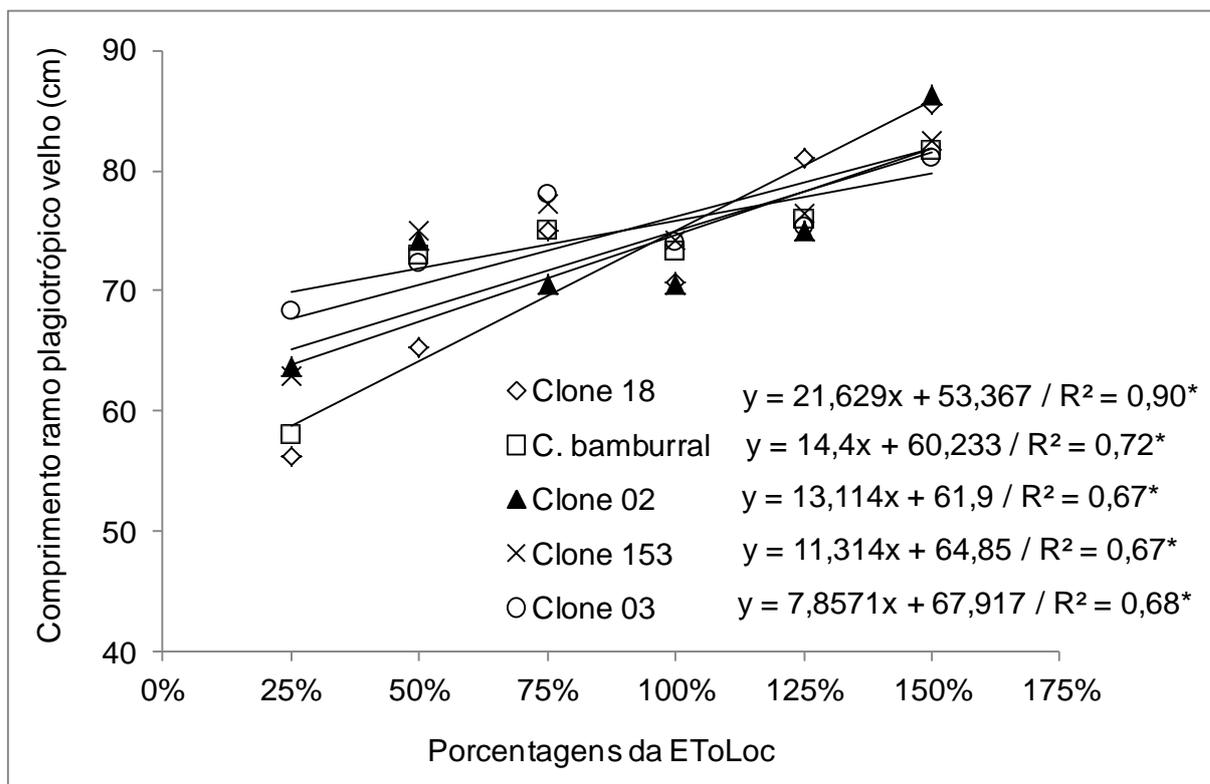
125%	81,00 A	76,00 A	75,00 A	76,50 A	75,25 A
150%	85,50 A	81,75 A	86,25 A	82,50 A	77,00 A
Ramo plagiotrópico novo					
25%	43,50 A	46,00 A	48,25 A	45,50 A	48,25 A
50%	44,75 B	49,50 AB	55,50 A	54,10 A	54,75 A
75%	55,75 AB	53,25 B	50,75 B	56,25 AB	61,75 A
100%	58,50 A	56,25 A	47,50 B	59,50 A	55,10 AB
125%	64,02 A	54,50 B	51,75 B	54,75 B	57,01 AB
150%	69,50 A	63,50 AB	64,75 AB	59,25 B	62,75 AB

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento total do ramo plagiotrópico velho (A) e novo (B) para os diferentes clones em função das lâminas de irrigação (Figura 1) demonstram pela análise de regressão que o modelo polinomial de primeiro grau (linear) foi o que melhor representou a resposta observada. A porcentagem da lâmina aplicada de 150% proporcionou maior crescimento demonstrando que as lâminas de irrigação propostas ficaram aquém do valor máximo necessário ao crescimento potencial. Resultados semelhantes foram encontrados por Vilela & Faria (2003) e Alves et al. (2000) que avaliaram lâminas de 0 a 100% da ECA e também obtiveram uma equação linear, ou seja, quanto maior a lâmina, maior o comprimento do ramo plagiotrópico, porém nestes trabalhos os autores avaliaram apenas até a lâmina de 100%.

Observa-se pelas equações (Figura 1) que o clone 18 foi o que apresentou maior coeficiente angular entre todos clones avaliados, apresentando menor crescimento do ramo velho e novo para a lâmina de 25% da ETloc e maior crescimento para lâmina de 150% da ETloc. Os demais clones tiveram comportamento semelhante, esse comportamento pode ser explicado por ser tratar de um clone muito produtivo em condições de alta umidade do solo, porém muito sensível ao déficit hídrico, comparado aos demais.

(A)



(B)

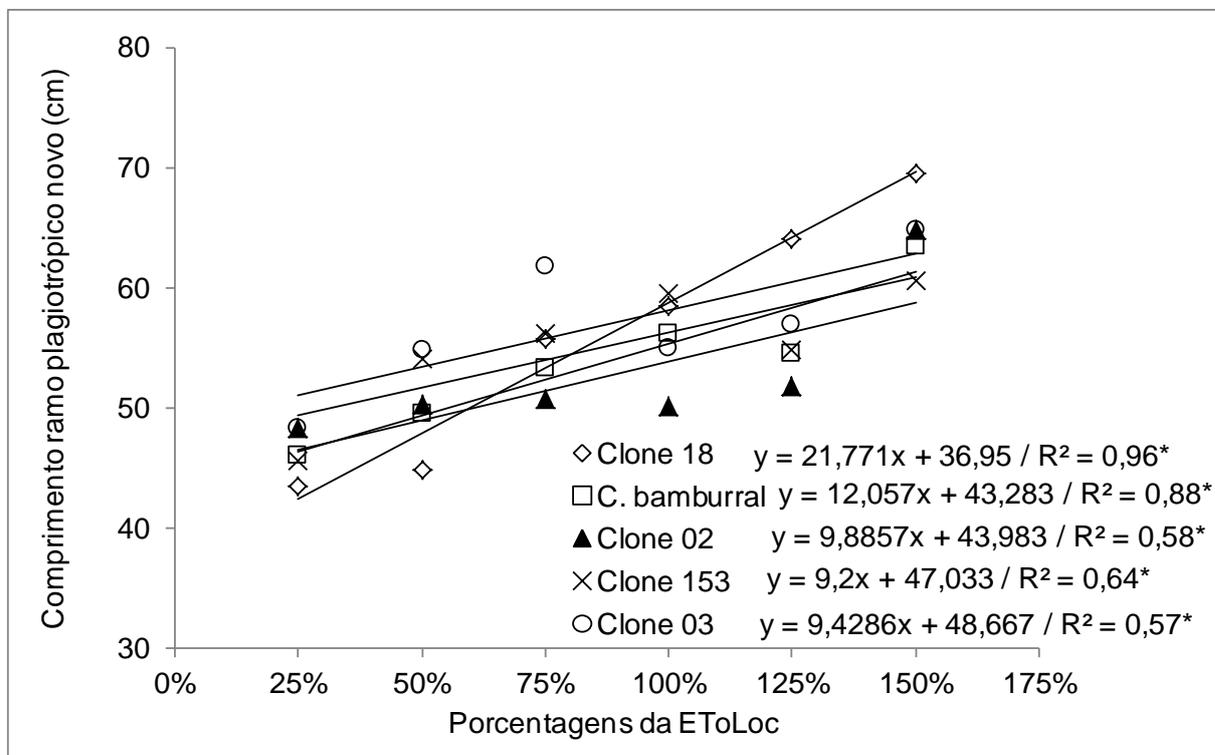


FIGURA 1. (A): Comprimento total do ramo plagiotrópico velho (novembro 2011 a janeiro 2013). (B): Comprimento total do ramo plagiotrópico novo (janeiro 2012 a janeiro 2013) em função das porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas.

A taxa de crescimento do ramo plagiotrópico velho do cafeeiro Conilon no período avaliado diminuiu com a idade (Figura 2), menos para o período de julho a outubro de 2012, em que a taxa subiu e posteriormente voltou a cair, provavelmente por neste período ter ocorrido chuvas elevadas com total de 440 mm (Tabela 2). As taxas de crescimento foram de  $0,45 \text{ cm dia}^{-1}$  para período de nov/2011 a jan/2012,  $0,13 \text{ cm dia}^{-1}$  para fev/2012 a mar/2012,  $0,12 \text{ cm dia}^{-1}$  de abr/2012 a jun/2012,  $0,18 \text{ cm dia}^{-1}$  de jul/2012 a out/12 e de  $0,06 \text{ cm dia}^{-1}$  para nov/2012 a jan/2013.

Partelli et al. (2010) observaram que os padrões de crescimento dos ramos são semelhantes, mas os ramos plagiotrópicos de diferentes idades apresentaram taxas diferentes, no mesmo período do ano, sendo que ramos mais velhos crescem menos, do que os ramos mais novos, corroborando com os resultados deste trabalho.

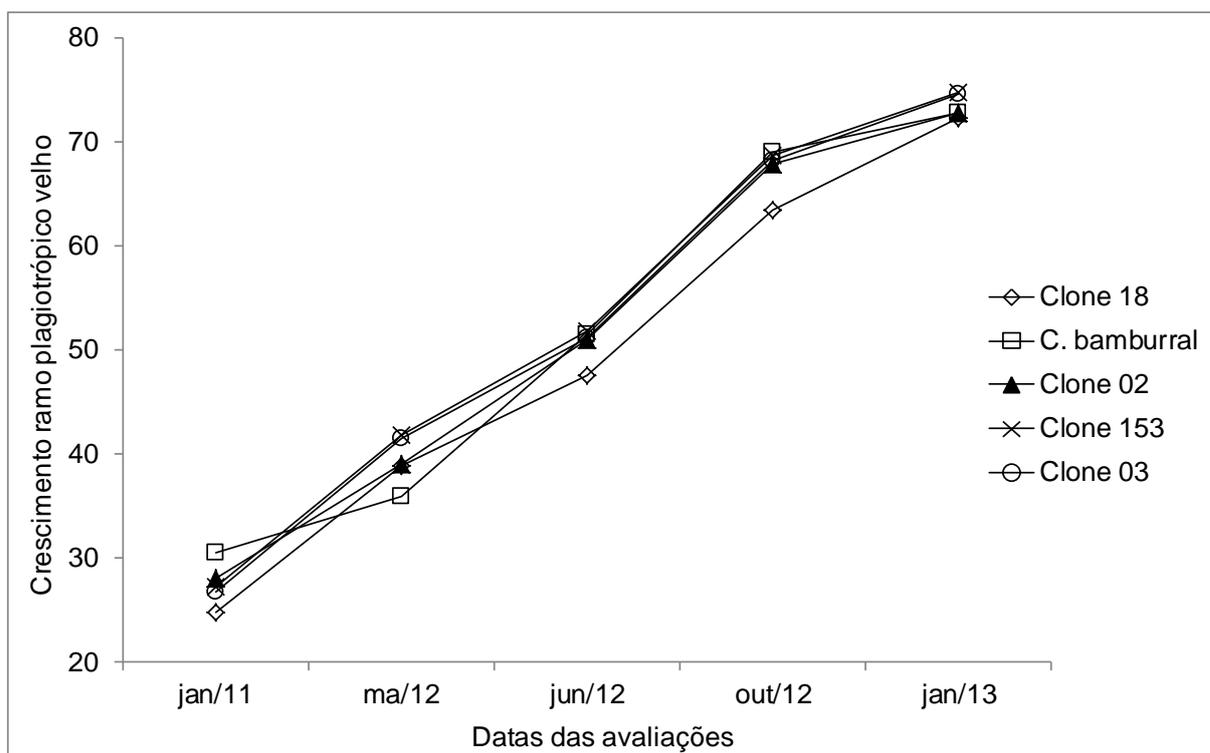


FIGURA 2. Crescimento acumulado do ramo plagiotrópico velho, para as datas avaliadas.

Para o comprimento do ramo ortotrópico, o fator clone e a interação lâmina x clone foram significativos pelo teste F (Tabela 2A em anexo A).

Observou-se que para o comprimento dos ramos ortotrópicos não houve diferença estatística entre os clones avaliados, para as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 25, 75 e 125% (Tabela 4). Porém, para a LAP de 50% o clone 02 teve a maior média, mas igual estatisticamente aos clones bamburral, 153 e 03. Para a lâmina de 100% o clone bamburral teve maior média, sendo igual estatisticamente aos clones 02 e 03, e para a LAP de 150% o clone 02 foi superior e igual estatisticamente ao clone bamburral.

Contarato et al. (2010) avaliando desenvolvimento inicial dos 13 clones que compõem a variedade 'Vitória Incaper 8142' de café Conilon, observaram dois grupos de desenvolvimento vegetativo, estes mesmos autores concluem que o manejo pode ser diferenciado entre os clones avaliados. Estes resultados, de certa forma corroboram com os resultados deste trabalho, em que a grande variabilidade existente entre os clones indicam para que o manejo da irrigação deva ser diferenciado, de acordo com o clone avaliado.

TABELA 4. Comparação entre as médias para o comprimento (cm) do ramo ortotrópico

LAP	Clone				
	18	bamburral	02	153	03
25%	73,75 A	78,75 A	71,00 A	67,25 A	79,75 A
50%	76,50 B	83,50 AB	94,25 A	79,50 AB	85,03 AB
75%	90,75 A	89,50 A	94,10 A	88,25 A	94,05 A
100%	84,00 B	100,50 A	91,75 AB	84,25 B	88,50 AB
125%	93,25 A	93,00 A	92,25 A	82,01 A	88,50 A
150%	102,50 BC	108,50 AB	122,02 A	92,05 C	94,75 BC

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste TUKEY a 5% de probabilidade.

A equação de regressão que melhor se adequou para descrever a relação entre o comprimento ramo ortotrópico (altura) e as lâminas de irrigação, assim como havia ocorrido para o comprimento ramo plagiotropico velho, também foi o polinômio de primeiro grau (Figura 3). Outros autores obtiveram resultados semelhantes como Arantes et al. (2009) que avaliaram as lâminas de 0, 40, 80, 120% da ECA e

observaram que a equação foi linear para altura de plantas. Vilela & Farias (2003), Alves et al. (2000) e Carvalho (2008), também obtiveram resultados semelhantes, sendo que neste último trabalho foi avaliado a altura das plantas para lâminas de irrigação até o limite de 200% da ECA e concluíram que quanto maior a lâmina, maior a altura das plantas.

Rodrigues et al. (2010) avaliando o crescimento do café arábica no estado de Rondônia concluíram que, a melhor lâmina de irrigação para altura da planta e diâmetro do caule foi de 80% da evapotranspiração real da cultura.

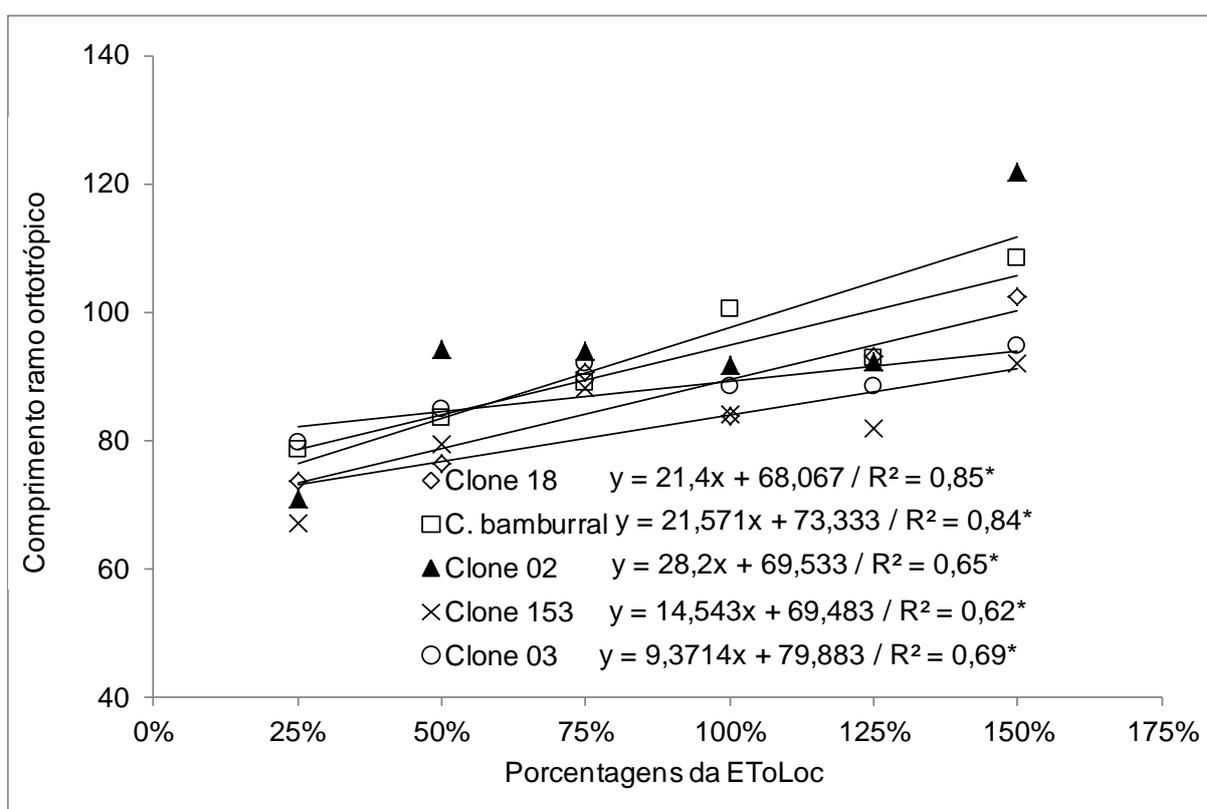


FIGURA 3. Comprimento do ramo ortotrópico, em função da porcentagem da lâmina de irrigação aplicada.

A análise de variância para o número de pares de ramos plagiotrópicos está apresentada na Tabela 3A em anexo A, na qual pode-se observar que tanto o fator clone, quanto a interação lâmina x clone apresentaram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As médias do número total de pares de ramos plagiotrópicos (Tabela 5) mostram que para a porcentagem da lâmina aplicada de 25%, os clones 18 e 02 foram superiores aos demais e iguais estatisticamente entre si. Para a porcentagem

de 50% os clones 02 e 03 foram superiores e, para a LAP de 75% os clones 18 e 03 foram superiores aos demais e iguais entre si. Para a porcentagem da lâmina aplicada de 100% os clones 18, bamburral e 03 foram superiores e, para a LAP de 125% os clones 18 e 03 foram superiores, sendo que para a LAP de 150% os clones 18 e 02 foram superiores aos demais e iguais entre si estatisticamente. Deve-se destacar que neste parâmetro os clones 18 e 03 foram superiores em cinco das seis lâminas avaliadas.

TABELA 5. Comparação entre as médias para o número total de pares de ramos plagiotrópicos

LAP	Clone				
	18	Bamburral	02	153	03
25%	19,87 AB	17,75 BC	19,00 ABC	16,75 C	21,37 A
50%	19,00 B	18,37 B	20,25 AB	18,37 B	22,75 A
75%	24,00 AB	19,62 C	21,75 BC	21,50 BC	25,00 A
100%	23,62 AB	21,37 ABC	20,87 BC	20,62 C	24,25 A
125%	24,75 A	19,87 C	20,00 C	21,12 BC	23,62 AB
150%	26,87 AB	24,37 BC	28,25 A	22,12 C	25,25 B

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A relação entre o número total de pares de ramos plagiotrópicos em função da porcentagem lâmina de irrigação aplicada está representada na Figura 4. Observa-se que, novamente para este parâmetro de crescimento, a equação que melhor se adequou foi o polinômio de primeiro grau, contradizendo com os resultados de Alves et al. (2000), que não observaram diferença estatística significativa entre as lâminas de irrigação aplicadas.

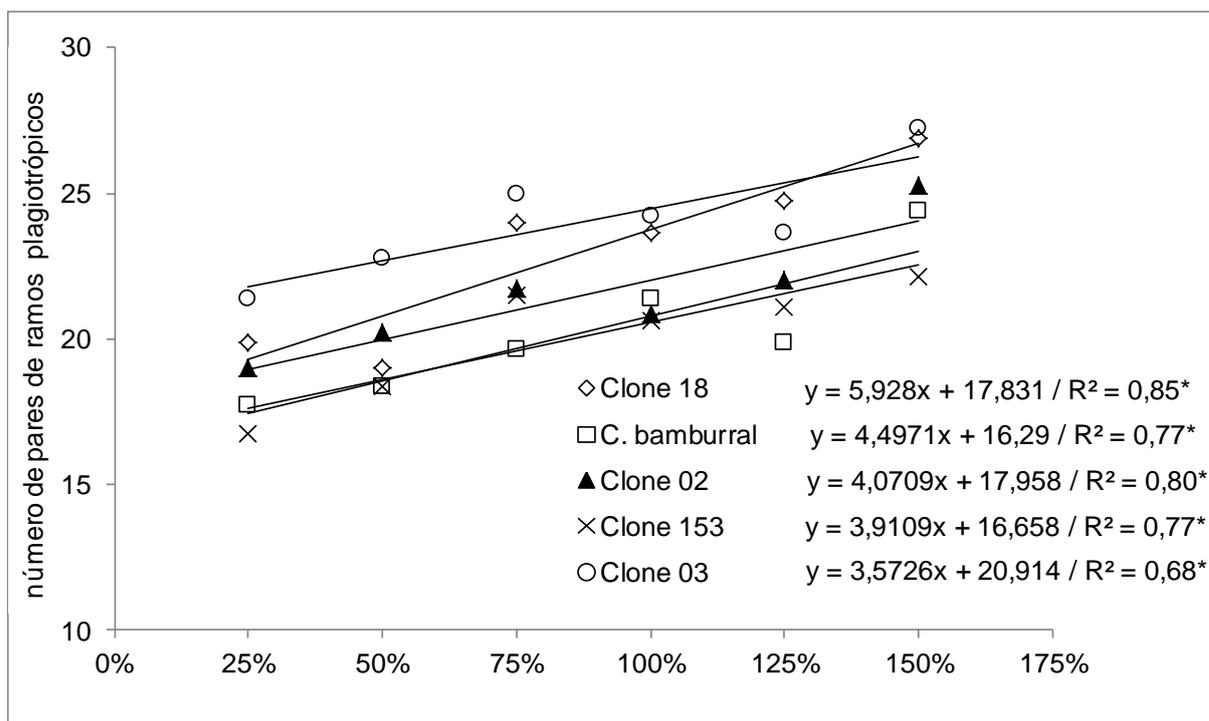


FIGURA 4. Número de pares ramos plagiotrópicos, em função das lâminas de irrigação.

Com relação ao número de nós no ramo velho, verificou-se que o fator clone foi significativo (Tabela 4 A em anexo A), já a interação lâmina x clone não foi significativa. Por outro lado, para o ramo novo ambos foram significativos ao nível 5% pelo teste F

Como a interação lâmina x clone não foi significativa, foi realizado o teste de médias para os clones (Tabela 6), sendo observado que o número total nós no ramo plagiotrópicos velho para o clone 03 foi superior, porém igual estatisticamente aos clones 18, 02 e 153.

TABELA 6. Comparação entre as médias para o número total de nós no ramo plagiotrópicos velho em função dos clones avaliados.

Clone 18	C. bamburral	Clone 02	Clone 153	Clone 03
20,66 AB	19,33 B	20,25 AB	19,87 AB	21,12 A

Letras seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As médias para o número total de nós no ramo novo estão apresentadas na Tabela 7, em que se observa que o clone 03 se destacou também neste parâmetro avaliado, apresentando médias superiores para todas as lâminas avaliadas.

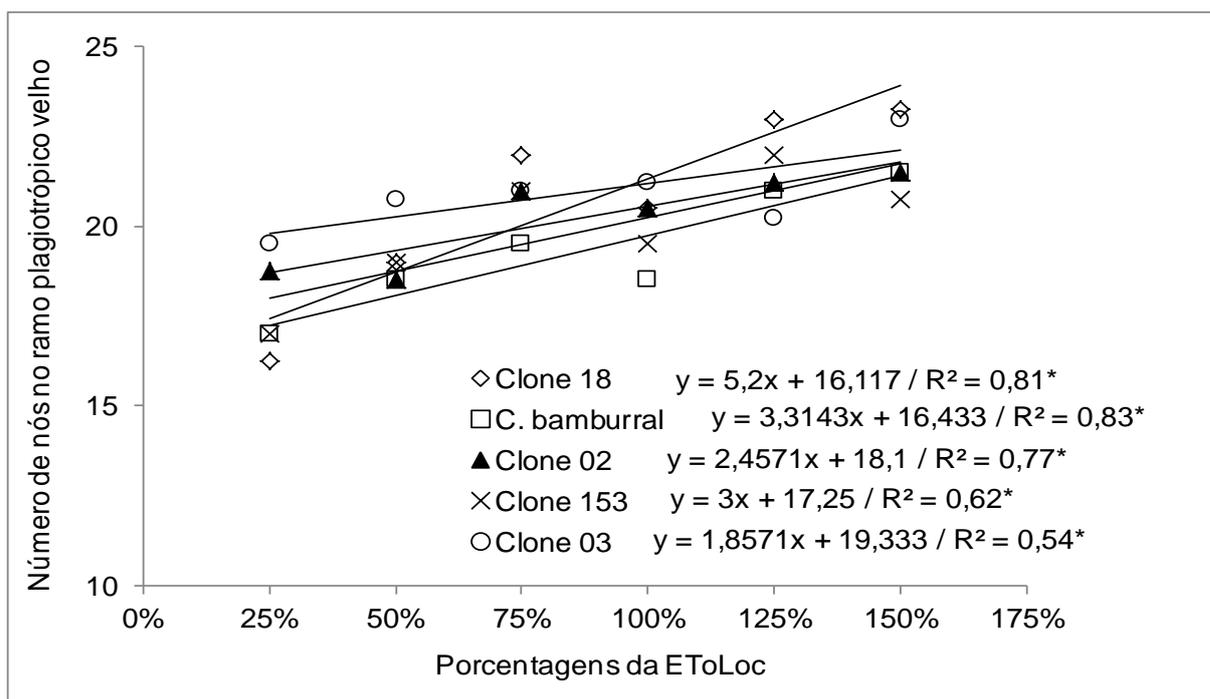
TABELA 7. Médias do número de nós total no ramo novo (janeiro/12 a janeiro/13), em função dos clones avaliados

LAP	Clone				
	18	Bamburral	02	153	03
25%	13,75 AB	13,75 AB	15,50 AB	13,25 B	16,25 A
50%	13,25 B	14,00 AB	16,00 A	14,50 AB	16,00 A
75%	17,00 AB	14,75 B	17,25 AB	16,00 B	19,25 A
100%	18,25 A	15,75 AB	15,25 B	16,00 AB	17,00 AB
125%	18,75 A	15,25 B	16,25 AB	16,00 B	16,75 AB
150%	20,25 A	16,50 BC	16,00 BC	15,50 C	18,25 AB

Letras seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A relação entre o número de nós no ramo plagiotrópico velho e novo em função das porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas está representada na Figura 5. . As equações de regressão que melhor se ajustaram para o número de nós no ramo plagiotrópico velho e novo novamente foram equações do tipo polinômio de primeiro grau (equação linear). Para este parâmetro Arantes et al. (2009) obtiveram resultados semelhantes, em que a equação de primeiro grau foi a que proporcionou maior  $R^2$ .

(A)



(B)

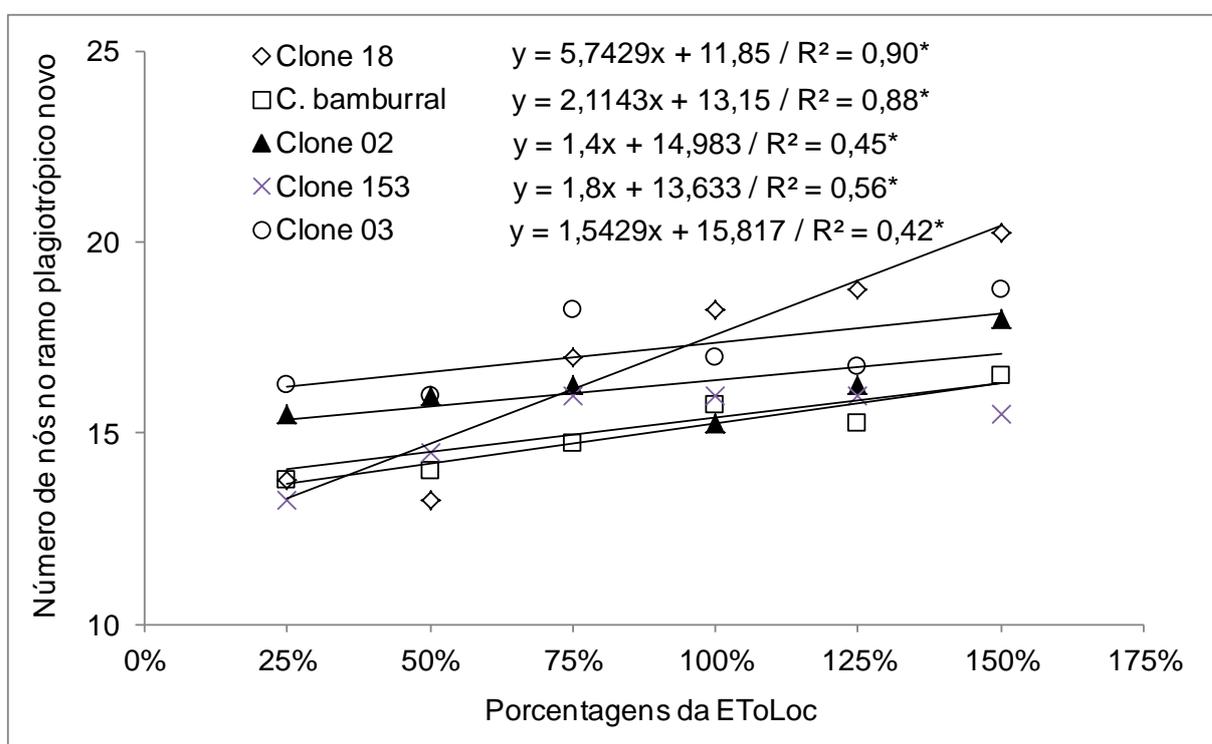


FIGURA 5. (A): Número de nós no ramo velho, (B): Número de nós no ramo novo, em função das porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas.

### 4.3 Parâmetros Produtivos

#### 4.3.1 Produtividade, rendimento e peneira observados na safra 2011/2012

A análise de variância para a produtividade na safra 2011/2012, esta apresentada na (Tabela 5A, em anexo A), demonstra que o fator clone e a interação lâmina x clone foi significativa pelo teste F.

Nas porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 25, 75 e 125%, o clone 03 foi inferior estatisticamente, sendo que os demais foram iguais (Tabela 8). Para a LAP de 100% o clone 18 foi superior, e para a LAP de 150% o clone 03 foi inferior e igual estatisticamente ao clone 02, já os demais foram iguais entre si. Os clones 18, bamburral e 153 foram superiores aos demais, não diferindo entre si estatisticamente para este parâmetro para a LAP de 50%. O clone 03 teve as piores médias para todas as lâminas avaliadas. Como se trata da primeira safra da lavoura com 25 meses de idade, o provável motivo pela baixa produtividade esta relacionada a este clone ser o mais antigo entre todos os avaliados, lançado no ano de 1999 dentro da variedade „EMCAPA 8141“- Robustão Capixaba, sendo que nos genótipos selecionados posteriormente uma das características sempre buscada foi à precocidade para inicio da produção das plantas.

TABELA 8. Médias da produtividade (sacas ha<sup>-1</sup>) na safra 2011/2012

LAP	Clone				
	18	Bamburral	02	153	03
25%	86,04 A	79,19 A	83,11 A	90,56 A	64,27 B
50%	99,18 AB	106,03 A	86,02 BC	92,11 AB	72,40 C
75%	99,72 A	103,47 A	90,40 A	96,81 A	73,81 B
100%	126,98 A	101,56 BC	92,63 C	112,55 B	72,08 D
125%	104,73 A	104,01 A	109,03 A	101,31 A	74,91 B
150%	101,15 A	99,37 A	80,45 B	99,09 A	68,13 B

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As produtividades em função das porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas estão representadas na Figura 6, sendo que para todos os clones avaliados o modelo do polinômio de segundo grau foi o que melhor se ajustou. Com as equações ajustadas (Figura 5), foi realizada a primeira derivada, e posteriormente igualada à zero, para assim determinar a lâmina que proporcionou a máxima produtividade para cada clone (Tabela 9). Observa-se que, para a primeira safra desta lavoura de cafeeiros, as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas para a obtenção das produtividades máximas ficaram na faixa de 94,78 (clone 03) a 123,90% (clone 02). De certa forma já era esperado o clone 03 apresentar a sua produtividade máxima exigindo uma menor lâmina de irrigação em relação aos demais clones, por este fazer parte da variedade 'Emcapa 8141-Robustão Capixaba', selecionada com o objetivo de ser mais tolerante a seca (FERRÃO et al., 2007).

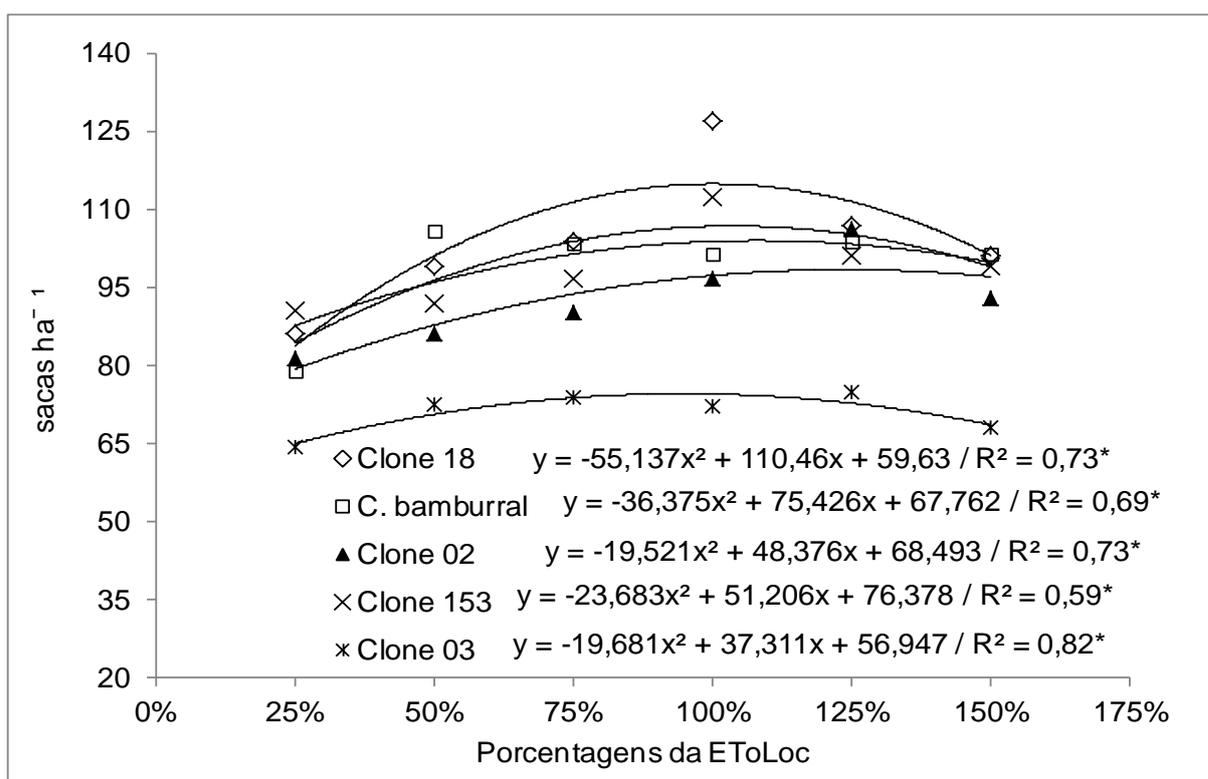


FIGURA 6. Produtividade (sc há<sup>-1</sup>) na safra 2011/2012, em função das lâminas de irrigação.

Resultados semelhantes, para café arábica, foram encontrados por Rezende et al. (2006), que avaliando lâminas de 0, 40, 80 e 120% da ECA verificaram que para as porcentagens de 80 e 120%, as produtividades foram superiores as demais

e iguais entre si estatisticamente. Nesta mesma linha Silva et al. (2008), também avaliando café arábica irrigado por gotejamento, observaram que a lâmina de irrigação obtida pela porcentagem de 120% da ECA, foi a que se obteve maior produtividade na média de quatro safras com 71,62 sacas ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, Lima et al. (2008) verificaram que as lâminas referentes as porcentagens de 60, 80, 100, 120 e 140% da ECA não diferiram estatisticamente entre si no acumulado de cinco safras de café arábica com sistema de irrigação por pivô central.

TABELA 9. Porcentagem das lâminas de irrigação para obtenção da máxima produtividade obtida pelos modelos de regressão (Figura 5)

Clone	LMP (%)
18	100,16
Bamburral	103,67
02	123,90
153	108,10
03	94,78

A análise de variância para o rendimento, em que tanto o fator clone, como a interação foram significativos pelo teste F, está apresentada na Tabela 6A em anexo A.

Com relação às médias de rendimento dos clones avaliados (Tabela 10), observa-se que para porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 25, 75 e 150% não houve diferença estatística entre os clones. Para a LAP de 50% o clone 03 teve pior média, ou seja, necessitou de 5,03 sacos de café recém-colhido para uma saca café beneficiado. Já para as LAP de 100 e 125% o clone 03 também foi inferior, porém igual estatisticamente ao clone bamburral e aos clones 153 e bamburral, respectivamente. Este baixo rendimento apresentado pelo clone 03, acaba justificando em parte, a sua produtividade inferior aos demais clones na primeira safra.

TABELA 10. Médias de rendimento (sacos café recém-colhido sacas beneficiadas<sup>-1</sup>) na safra 2011/2012

LAP	Clone				
	18	bamburral	02	153	03
25%	5,107 A	5,071 A	5,245 A	4,941 A	5,063 A
50%	4,633 B	4,431 B	4,553 B	4,495 B	5,301 A
75%	4,354 A	4,342 A	4,515 A	4,396 A	4,688 A
100%	4,130 B	4,637 A	4,067 B	4,093 B	4,646 A
125%	4,105 BC	4,521 A	3,975 C	4,440 AB	4,617 A
150%	4,874 A	4,517 A	4,610 A	4,560 A	4,802 A

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os modelos de regressão para rendimento estão apresentados na Figura 7, sendo que para todos os clones avaliados o modelo do polinômio de segundo grau foi o que melhor se ajustou, seguindo a mesma tendência observada para produtividade. Observa-se que para praticamente todos clones avaliados a porcentagem da lâmina de 25% da EToLoc foi a que propiciou o pior rendimento, indicando que principalmente no período de enchimento dos frutos a lamina de água de irrigação não ter sido suficiente, provocando o desenvolvimento de frutos chochos e mal formados.

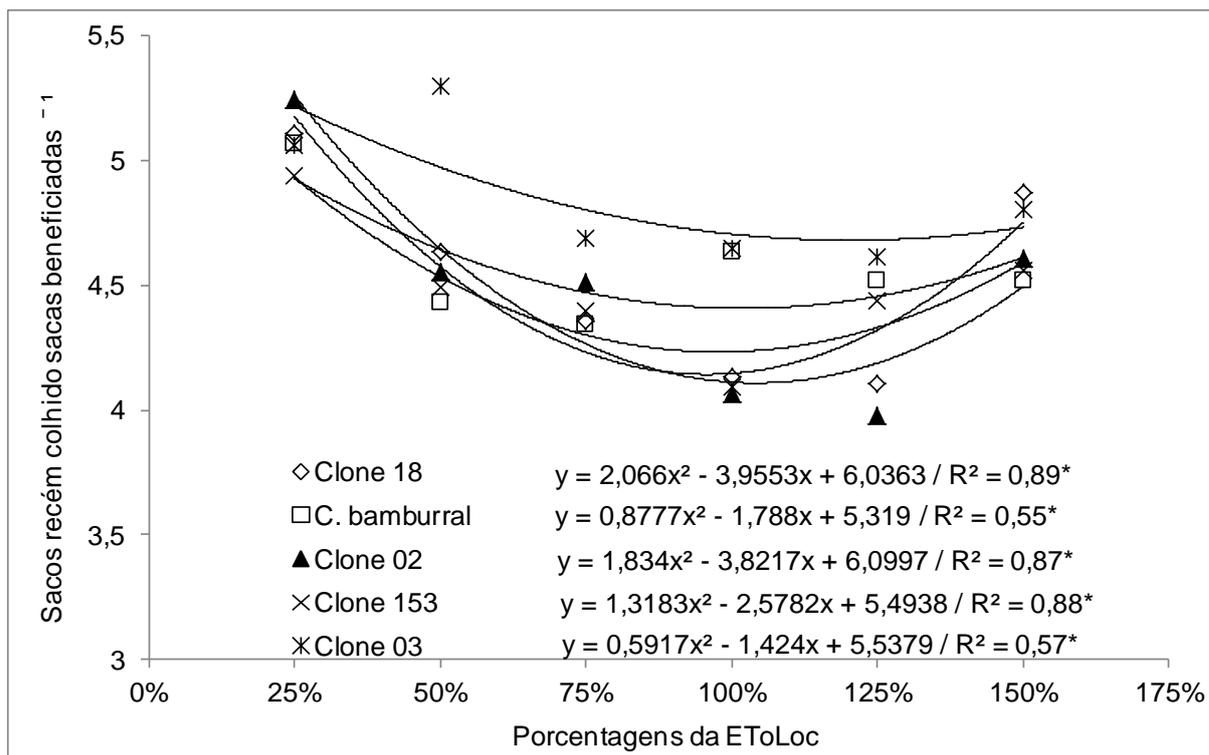


FIGURA 7. Rendimento (sacos café recém-colhido sacas beneficiadas<sup>-1</sup>) na safra 2011/2012, em função das lâminas de irrigação.

As porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas que proporcionaram os melhores rendimentos (Tabela 11) indicam que a variação foi de 95,72% para o clone 18 e de 120,33% para o clone 03. Rezende et al. (2006) avaliando lâminas de 0, 40, 80 e 120% da ECA verificaram que as de 60, 80 e 120% foram superiores ao manejo sem irrigação e iguais estatisticamente entre si. Por outro lado Silva et al. (2008) avaliando café arábica irrigado por gotejamento, observaram que a lâmina de irrigação referente a 143% da ECA propiciou melhor rendimento necessitando 291,8 L de café recém-colhido por saca beneficiada.

TABELA 11. Lâmina de irrigação para obtenção do melhor rendimento LMR, dada pelos modelos de regressão (Figura 6)

Clone	LMR (%)
18	95,72
bamburral	101,85
02	104,19
153	97,78
03	120,33

A análise de regressão para classificação em peneira 13 a superior (Tabela 7A em anexo A), indicam que o fator clone e a interação lâmina x clone foram significativos pelo teste F a 5 % de probabilidade.

A porcentagem de café retido em peneira 13 a superior (Tabela 12) de modo geral, apresentou valores altos, sendo que a maioria das médias ficou acima de 90% de café retido, o que é exigido pela maioria das indústrias alimentícias. Verifica-se que o clone 03 proporcionou as menores médias para as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 25, 75 e 150%, sendo que para esta última ele não diferiu estatisticamente ao clone 18. Para as LAP de 100 e 125% não houve diferença estatística entre os clones e para a LAP de 50% o clone 153 apresentou maior média, porém não diferindo dos clones 18 e 03. Deve-se destacar que os clones 153 e 18 que tiveram médias superiores de porcentagem de café retido em peneira 13 a superior em todas as lâminas avaliadas.

TABELA 12. Médias café retido peneira 13 a superior na safra 2011/2012, em função dos clones avaliados

LAP	Clone				
	18	bamburral	02	153	03
25%	92,64 A	90,75 A	91,86 A	93,54 A	84,90 B
50%	90,87 AB	89,70 B	89,95 B	94,48 A	92,36 AB
75%	91,36 AB	92,87 A	93,93 A	94,95 A	87,49 B
100%	93,15 A	93,49 A	92,63 A	95,97 A	92,29 A
125%	92,35 A	93,29 A	92,64 A	92,42 A	90,27 A
150%	92,13 A	91,37 A	93,86 A	93,93 A	84,41 B

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para porcentagem de café retido em peneira 13 a superior novamente as equações que melhor se ajustaram foram do tipo polinômio de segundo grau (Figura 8). Porém, para o clone 153 o modelo ajustado não foi significativo pela análise de regressão a 5% de probabilidade. O clone 03 foi o que apresentou seu ponto de máximo com a menor porcentagem da lâmina de irrigação aplicada de 86,08%

(Tabela 13), sendo que o clone 18 foi o que apresentou seu ponto de máxima porcentagem de café retido peneira 13 a superior com a maior LAP de 135,74%.

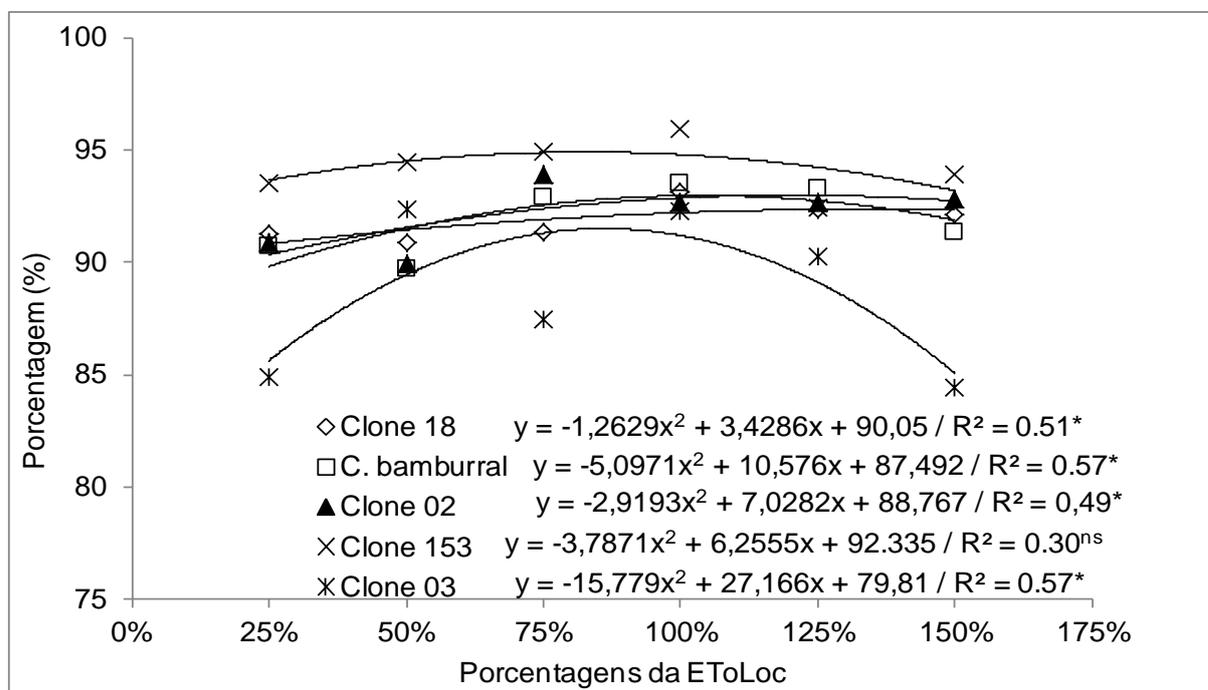


FIGURA 8. Porcentagem café retido peneira 13 a superior, na safra 2011/2012, em função das porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas.

Vilella & Faria (2002) avaliando diferentes lâminas de irrigação em cafeeiro arábica, irrigados por gotejamento, observaram que a lâmina correspondente a 100% da ECA foi a que resultou em maior porcentagem de café retido em peneira 16 a superior com 82,97% na safra 98/99 e 86,59% na safra 99/00, corroborando com os resultados deste trabalho. Rotodano et al. (2005) verificaram que a lâmina de irrigação correspondente a 138,72% da ECA foi a que proporcionou maior porcentagem café retido nas peneiras 15 e 16 com 35,45%.

Por outro lado, Custódio et al. (2007) obtiveram resultados diferentes, em que verificaram que os tratamentos que recebeu a lâmina de irrigação correspondente a 60% da ECA apresentou o maior percentual de café grãos chato grande (peneira 17 e maiores) e sendo igual estatisticamente a lâmina de 0% da ECA e superior em relação as demais lâminas aplicadas.

TABELA 13. Lâmina de irrigação para obtenção da maior porcentagem café retido na peneira 13 a superior (LMP), dada pelos modelos de regressão da Figura 7

Clone	LMP (%)
18	135,74
bamburral	103,74
02	120,23
153	-
03	86,08

Considerando que a aplicação das lâminas de água foram iniciadas em dezembro de 2011 destaca-se que os resultados referentes à irrigação na produtividade, no rendimento e na peneira estarão refletindo basicamente o efeito das lâminas de irrigação no tamanho e na densidade dos grãos, uma vez que o número de grãos já estava definido na ocasião da florada ocorrida anteriormente, em agosto de 2011.

#### 4.3.2 Contagem de número de frutos pendentes para a safra 2012/2013

A contagem do número de frutos nos ramos plagiotrópicos velho e novo na safra 2012/2013, (Tabela 8A em anexo A), apresentou efeito significativo para clone e também para interação. Verifica-se ainda que os coeficientes de variação foram classificados como alto, para parcela e como médio, para subparcela, isso provavelmente em razão da grande amplitude existentes entre os dados, com valor máximo de 369 frutos para o clone 03 na parcela de 100% da EToLoc e mínimo de 151 para o clone 18 na parcela de 25% da EToLoc.

Com relação ao número de frutos nos dois ramos plagiotrópico marcados (safra 2012/2013), observa-se, na Tabela 14, que para as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 25, 50 e 75%, não houve diferença estatística entre os clones avaliados. Para a LAP de 100% o clone 03 foi igual aos clones 18 e 02 e superior aos demais e, para as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 125, e 150% o clone 18 não diferiu do clone bamburral, porém, foi superior aos demais.

Deve-se destacar que os clones 18 e 03 (Tabela 14) tiveram estatisticamente médias superiores de número de frutos em todas as lâminas de irrigação avaliadas. A provável razão para este bom comportamento, tanto vegetativo, quanto de número de frutos para a safra 2012/2013 por parte do clone 03 pode estar relacionado à menor produtividade observada na safra 2011/2012 (Tabela 12).

Amaral et al. (2006) observaram que as taxas de crescimento de ramos primários e da área foliar foram significativamente maiores em plantas sem frutos, comparada com plantas com frutos em toda fase estudada. Os frutos constituem os drenos mais fortes das plantas, podendo alocar assimilados das folhas vizinhas e mesmo das regiões mais distantes na planta (CANNELL, 1970 citado por AMARAL et al., 2006).

TABELA 14. Médias do número de frutos nos ramos plagiotrópico velho e novo (safra 2012/2013), em função dos clones avaliados

LAP	Clone				
	18	bamburral	02	153	03
25%	170,75 A	190,00 A	158,50 A	151,25 A	241,25 A
50%	180,50 A	190,25 A	186,25 A	186,75 A	255,50 A
75%	266,50 AB	203,75 B	229,25 AB	184,50 B	294,50 A
100%	284,25 ABC	302,25 AB	264,50 BC	207,75 C	369,75 A
125%	342,75 A	298,00 AB	226,25 B	226,75 B	273,00 AB
150%	289,75 A	272,50 AB	183,25 BC	181,00 C	202,50 ABC

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para número de frutos nos ramos plagiotrópicos velho e novo (safra 2012/2013), todas as equações foram significativas a 5% de probabilidade para o polinômio de segundo grau (Figura 9). Porém observa-se uma variação muito grande para as lâminas ótimas entre os clones avaliados (Tabela 15), desde as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas de 86,13% para o clone 03, até 140% para o clone bamburral. Observa-se também que o clone 03 para a produtividade, peneira e número de frutos sempre apresentou seus pontos de

máximo com lâminas inferiores a LAP de 100%, expressando suas características em que se objetivou sua seleção. Verifica-se ainda, de modo geral, que as LAP superiores a 125% promovem um desenvolvimento vegetativo muito grande o que pode prejudicar sua polinização, por ser o cafeeiro Conilon uma espécie alógama e a principal forma de disseminação dos grãos de pólen ser pelo vento.

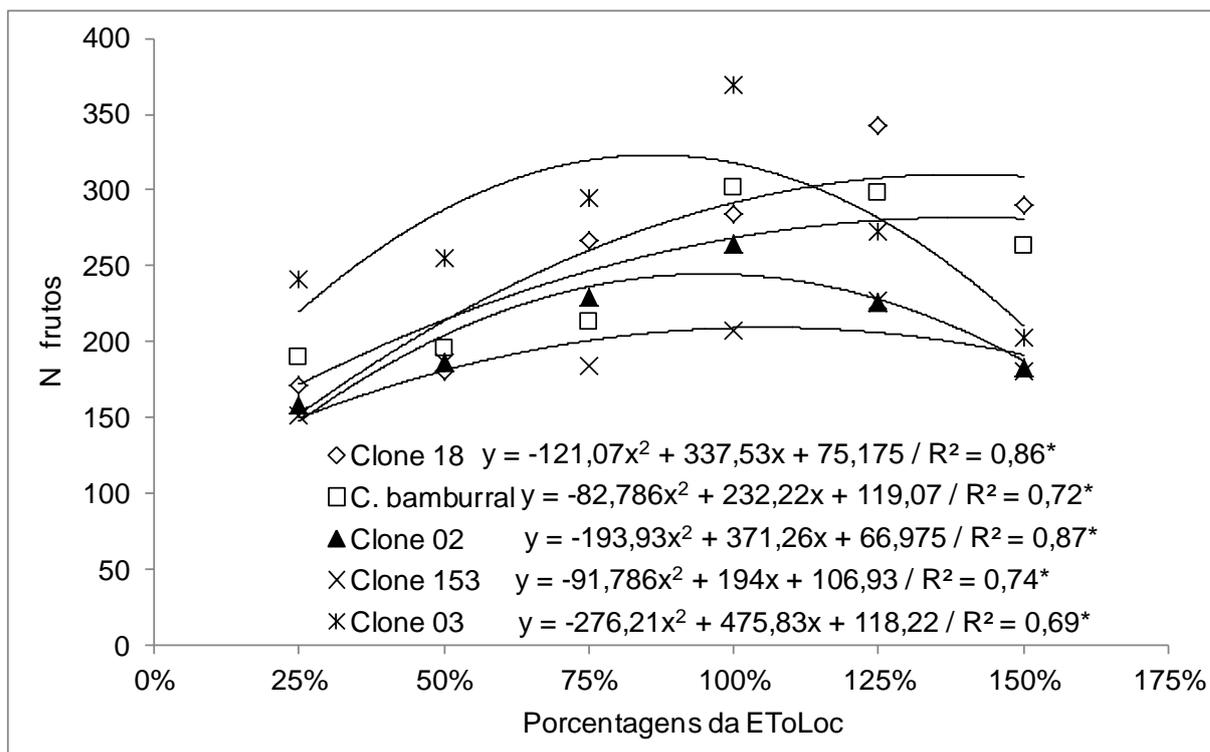


FIGURA 9. Número de frutos nos ramos plagiotrópicos velho e novo (safra 2012/2013), em função das porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas.

TABELA 15. Lâmina de irrigação para obtenção do maior número de frutos, dada pelos modelos de regressão da Figura 8.

Clone	LMR (%)
18	139,39
Bamburral	140,25
02	95,72
153	105,68
03	86,13

#### 4.4 Eficiência no Uso da Água de Irrigação (UEAI)

Quanto à eficiência no uso da água de irrigação (UEAI) a lâmina de irrigação correspondente a LAP de 25% foi mais eficiente que os demais (Tabela 16), pois para cada milímetro de água de irrigação aplicado adicional a chuva no período produziu 48,22 kg de café beneficiado por hectare. Nota-se desta forma que a diminuição da lâmina aplicada tendeu a aumentar estes valores, isso, principalmente por diminuir as perdas por percolação. Estes resultados mostram que manejo com lâminas de irrigação menores pode ser uma opção a ser adotada em regiões onde existe baixa disponibilidade hídrica para irrigação dos cafezais. Carvalho (2008) avaliando diferentes lâminas de irrigação em cafeeiro arábica observou que embora a lâmina de irrigação correspondente a 80% da ECA foi a que proporcionou maior produtividade, a para 40% da ECA foi a que teve maior UEAI, corroborando com os resultados deste trabalho.

O índice de quebra relativa (Q) representa quanto foi a quebra percentual dos manejos de irrigação em relação à lâmina de irrigação correspondente a LAP de 100%, que foi o de maior produtividade neste trabalho. Observa-se na Tabela 24, que a porcentagem da lâmina de irrigação aplicada de 25% proporcionou a maior quebra relativa de 20,29%.

TABELA 16. Eficiência no uso da água de irrigação (UEAI) e quebra relativa (Q)

LAP	UEAI (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	Q (%)
25%	48,22	20,29
50%	30,39	9,90
75%	19,02	8,22
100%	16,02	0,00
125%	12,04	2,34
150%	8,83	11,39

Os resultados deste trabalho para primeira safra do cafeeiro Conilon indicam que os genótipos tem consumo hídrico diferenciado entre si, desta forma o sistema de plantio do Conilon recomendado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) com a utilização de pelo menos oito clones plantados em linha,

dificultaria muito a adoção de um manejo de água de irrigação adequado. Uma alternativa para minimizar seria o sistema de plantio que alguns produtores rurais da região já adotam, com o plantio de três linhas de um mesmo genótipo e uma linha com uma mistura de vários genótipos, resultando em um total de 75% da área plantada com único material genético. Possibilitando assim a adoção do Kc específico para o genótipo em questão.

## 5 CONCLUSÕES

Para todos os parâmetros vegetativos de crescimento foi observado uma resposta linear, ou seja, quanto maior a lâmina de irrigação maior o desenvolvimento vegetativo, não sendo possível estimar o  $k_c$  com base nestes parâmetros.

Para a produtividade, da primeira safra avaliada, as porcentagens das lâminas de irrigação aplicadas para à máxima produtividade variaram em função do clone avaliado, desde porcentagens de lâmina de 94,7% ( $k_c = 0,947$ ) para o clone 03, até lâmina de 123,9% da  $ET_{loc}$  ( $k_c = 1,239$ ) para o clone 02.

Ressalta-se que os resultados de produção foram obtidos com os tratamentos sendo aplicados em apenas oito meses antes da primeira colheita, existindo portanto a necessidade de avaliar por pelo menos por mais três safras.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMUTH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements, Rome: FAO, 1998, 301p. (**Irrigation and Drainage Paper 56**).

ALVES, M. E. B.; FARIA, M. A.; GUIMARÃES, R. J.; MUNIZ, J. A.; SILVA, E. L.; Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.219-225, 2000.

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

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A.; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.2, p.313-319, 2009.

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.4, p.233-240, 2008.

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.

CARVALHO, H. P. **Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura de café**. 2008. 173 p. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia) – Universidade São Paulo, Piracicaba, 2008.

Companhia nacional de abastecimento. Disponível <  
<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>> Acesso em 4 de janeiro de 2013.

CONTARATO, C. C.; SOBREIRA, F. M.; TOMAZ, M. A.; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; Evaluation of the initial development of conilon coffee clones (*Coffea canephora*). **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.1, p.065-071, 2010.

CUSTÓDIO, A. A. P., GOMES, N. M., LIMA L. A. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.691-701, 2007.

DA SILVA, A. C. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por Gotejamento**. 2007. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

DOOREMBOS, J.; PRUIT, W. O. **Crop water requirements**. Roma: FAO, 1984. 144p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A.; A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

FERRÃO, G. F.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S.M.; FILHO, A. C. V.; VOLPI, P. S. Cultivares de café Conilon. IN: **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007. Cap. 7, p. 204-226.

FERREIRA FILHO, G. S.; RODRIGUES, S.; ALMEIDA, W. A.; SIMÕES, L. P. **Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação na região da zona da mata do estado de Rondônia**. In Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeira, 34, 2008, Caxambú, MG. **Resumos...** Caxambú, 2008. p. 331.

FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo de cafeeiros em fase de formação. **Bragantia**, v.68, p.269-278, 2009.

FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T.; PRETE, C. E. C. Evapotranspiration components and dual crop coefficients of coffee trees during crop production. **Agricultural Water Management**, v.98, p.791-800, 2011.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A. CUSTÓDIO, A. P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no Sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.564-570, 2007.

HOWELL, T. A.; CUENCA, R. H.; SOLOMON, K. H.; crop yield response. In: HOFFMAN, G. J.; HOWELL, T. A.; SOLOMON, K. H. (Ed). **Management of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 1990. p. 93-122.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.

LENA, B. P.; FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo de cafeeiros adultos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.8, p.905-911, 2011.

LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1832-1842, 2008.

MAPA. Disponível <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/vegetal/Estatistica](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Estatistica) => Acesso em 4 de janeiro de 2013.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 125-129, 2005.

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

MATIELLO, J. B.; MIGUEL, A. E.; VIEIRA, E.; ARANHA, E. Novas observações sobre os efeitos hídricos no pegamento da florada de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambú, MG. **Resumos...** Caxambú: IBC, 1995, p.60.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de ciências do solo: Viçosa, MG, 1.017p., 2007.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaí considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p.887-896, 2010.

PANOSO, L.A.; GOMES, I.A.; PIRES-FILHO, A.M.; BONELLI, S. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Boletim Técnico nº 45), 1978. 461 p.

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

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.341-348, 2010.

REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, S. R.; FARIA, M. A.; ARANTES, K. R. Características produtivas do cafeeiro (*coffea arabica* l. cv.,topázio mg-1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, v.1, n.2, p.103-110, 2006.

RODRIGUES, S.; FERRERIA FILHO, G. S.; ALMEIDA, W. A.; CAMPOS NETO, A. F. Desenvolvimento do café arábica (*coffea arabica*) submetido a diferentes lâminas de irrigação, nas condições do estado de Rondônia. **Global Science And Technology**; v.3, n.1, p.44-49, 2010.

ROTONDANO, A. K. F.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B.; SEVERINO, G. M. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, v.21, n.1, p. 65-75, 2005.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996. 146 p.

SATO, F. A.; SILVA, A. M. DA; COELHO, G.; SILVA, A. C. DA; CARVALHO, L. G. de. Coeficiente de cultura (kc) do cafeeiro (*coffea arabica* L.) no período de outono-inverno na região de lavras - mg. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.383-391, 2007.

SILVA, A. C.; LIMA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MARTINS, C. P. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado por pivô central. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1215–1221, 2011a.

SILVA, A. C.; LIMA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MARTINS, C. P. Características produtivas do cafeeiro arábica irrigado por pivô central na região de Lavras/MG. **Coffee Science**, v.6, n.2, p.128-136, 2011b.

SILVA, A. C.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.387-394, mar. 2008.

SILVA, A. L.; BRUNO, I. P.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; DOURADO-NETO, D.; FAVARIN, J. L.; COSTA, F. M. P.; TIMM, L. C. Soil water extraction by roots and Kc for the coffee crop. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.257–261, 2009.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. DE. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; COELHO, M. B.; SOARES, A. A. Avaliação do efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação na produtividade do cafeeiro para a região do cerrado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7, 2005: Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005. p.50-53.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F.; SANTOS, C. R. Manejo de irrigação em fruteiras. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, p.281-310, 1998.

TEIXEIRA, M. M.; **Influência dos diferentes processos de pós-colheita na agregação de valor do café Conilon**. 2011, 89 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2011.

VILELLA, W. M. C.; FARIA, M. A.; Crescimento de cafeeiros submetidos a cinco lâminas de irrigação e três parcelamentos de adubação. **Irriga**, Botucatu, V. 8, n. 2, p. 168-177, 2003.

## 7. ANEXO A

TABELA 1A. Análise de variância para o comprimento total do ramo plagiotrópico velho (novembro 2011 a janeiro 2013) e novo (janeiro/12 a janeiro/13).

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	4783,76	956,75	43,29
Resíduo - La	18	397,8	22,10	
Parcelas	23	5181,56		
Trat - Clone (C)	4	125,21	31,30	1,12 <sup>ns</sup>
Int. La x C	20	1171,48	58,57	2,10 *
Resíduo - C	72	2005,70	27,85	
Total	119	8483,966		
CV-La (%)	6,40			
CV-C (%)	7,18			
Ramo plagiotrópico novo				
FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	3379,47	675,89	39,54
Resíduo - La	18	307,65	17,09	
Parcelas	23	3687,12		
Trat - Clone (C)	4	203,50	50,87	2,80 *
Int. La x C	20	1382,90	69,14	3,81 **
Resíduo - C	72	1305,60	18,13	
Total	119	6579,12		
CV-La (%)	7,53			
CV-C (%)	7,76			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 2A. Análise de variância para o comprimento ramo ortotrópico.

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	9577,36	1915,47	30,25
Resíduo - La	18	1139,70	63,31	
Parcelas	23	10717,06		
Trat - Clone (C)	4	2123,80	530,95	8,35 **
Int. La x C	20	2569,30	128,46	2,02 *
Resíduo - C	72	4573,30	63,51	
Total	119	19983,46		
CV-La (%)	8,96			
CV-C (%)	8,98			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 3A. Análise de variância para o número total de pares de ramos plagiotrópicos

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	510,93	102,18	33,64
Resíduo - La	18	54,66	3,03	
Parcelas	23	565,59		
Trat - Clone (C)	4	253,07	63,26	29,21 **
Int. La x C	20	136,92	6,84	3,16 **
Resíduo - C	72	155,90	2,16	
Total	119	1111,49		
CV-La (%)	8,01			
CV-C (%)	6,77			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 4A. Análise de variância para o número total nós no ramo plagiotrópicos velho (nov/2011 a jan/2013) e novo (jan/2012 a jan/2013)

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	225,20	45,04	14,87
Resíduo - La	18	54,50	3,02	
Parcelas	23	279,70		
Trat - Clone (C)	4	46,08	11,52	4,20 **
Int. La x C	20	93,21	4,66	1,69 <sup>ns</sup>
Resíduo - C	72	197,50	2,74	
Total	119	616,50		
CV-La (%)	8,59			
CV-C (%)	8,18			
Ramo novo (janeiro/12 a janeiro/13).				
FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	135,07	27,01	12,51
Resíduo - La	18	18	38,85	2,15
Parcelas	23	173,92		
Trat - Clone (C)	4	94,28	23,57	13,92 **
Int. La x C	20	112,21	5,61	3,31 **
Resíduo - C	72	121,90	1,69	
Total	119	502,32		
CV-La (%)	9,14			
CV-C (%)	8,09			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 5A. Análise variância para produtividade (sacas ha<sup>-1</sup>) na safra 2011/2012

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	5309,40	1061,88	7,11
Resíduo - La	18	2685,28	149,18	
Parcelas	23	7994,68		
Trat - Clone (C)	4	15838,75	3959,69	77,25 **
Int. La x C	20	3901,36	195,07	3,81 **
Resíduo - C	72	3690,65	51,26	
Total	119	31425,45		
CV-La (%)	13,22			
CV-C (%)	7,75			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 6A. Análise de variância para o rendimento para a safra 2011/2012

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	8,40	1,68	73,38
Resíduo - La	18	0,41	0,02	
Parcelas	23	8,81		
Trat - Clone (C)	4	2,20	0,55	12,70 **
Int. La x C	20	3,37	0,16	3,88 **
Resíduo - C	72	3,12	0,04	
Total	119	17,52		
CV-La (%)	3,30			
CV-C (%)	4,54			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 7A. Análise variância para café retido peneira 13 a superior a na safra 2011/2012

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	96,44	19,28	3,93 --
Resíduo - La	18	88,26	4,90	
Parcelas	23	184,70		
Trat - Clone (C)	4	395,59	98,89	24,55**
Int. La x C	20	290,61	14,53	3,60**
Resíduo - C	72	290,02	4,02	
Total	119	1160,94		
CV-La (%)	2,41			
CV-C (%)	2,18			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 8A. Número de frutos nos ramos plagiotrópicos velho e novo (safra 2012/2013).

FV	GL	SQ	QM	F
T - Lâmina (La)	5	162502,54	32500,5	13,88 --
Resíduo - La	18	42118,45	2339,91	
Parcelas	23	204620,99		
Trat - Clone (C)	4	112635,50	28158,87	13,62 **
Int. La x C	20	93442,00	4672,10	2,26 **
Resíduo - C	72	148781,30	2066,40	
Total	119	559479,791		
CV-La (%)	20,69			
CV-C (%)	19,44			

\*\* Significativo a 1% e \*significativo a 5% pelo teste F.

## 8. APÊNDICES A



Figura 1A. Lavoura cafeeiro Conilon onde foi implantado experimento.



Figura 2A. Timer e válvula solenoide instaladas no início de cada parcela para controle do tempo de irrigação.