

# Crescimento vegetativo de *Coffea arabica* L. influenciado por irrigação e fatores climáticos no Cerrado Goiano

## Vegetative growth of *Coffea arabica* L. as affected by irrigation and climatic conditions of the Cerrado of Goiás State

Anderson Petrônio de Brito Ferreira<sup>1\*</sup>; Fábio Luiz Partelli<sup>2</sup>;  
Agostinho Dirceu Didonet<sup>1</sup>; Guilherme Eduardo Rodrigues Marra<sup>3</sup>; Heder Braun<sup>4</sup>

### Resumo

Objetivou-se avaliar a taxa de crescimento vegetativo de plantas de *Coffea arabica* sob diferentes regimes hídricos, bem como relacioná-la com os fatores climáticos, tendo como base o crescimento sazonal de grupos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos de diferentes idades, na região do Cerrado Goiano. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e 12 plantas por parcela. A área de estudo foi dividida em três tratamentos: plantas irrigadas por gotejamento, plantas com deficiência hídrica por 30 dias na época seca e plantas não irrigadas o ano todo. Foram utilizadas plantas com sete anos de idade, cultivadas a pleno sol, no espaçamento de 2 m entre fileiras e 0,9 m entre plantas. As condições climáticas (temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar) influenciaram a taxa de crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos da espécie *C. arabica*. Todos os ramos avaliados apresentaram crescimento sazonal semelhante, de modo que os ramos plagiotrópicos apresentaram taxas de crescimento diferenciada no mesmo período do ano. Sob temperaturas mínimas do ar abaixo de 17 °C e deficiência hídrica, a taxa de crescimento dos ramos de *C. arabica* foi reduzida. Deficiência hídrica de 30 dias não prejudicou de forma significativa o crescimento de ramos no cafeeiro arábica; contudo, em plantas não irrigadas observou-se redução do crescimento dos ramos.

**Palavras-chave:** Café, estresse hídrico, adaptação, temperatura do ar

### Abstract

The aim of this work was to evaluate the vegetative growth rate of coffee plants (*Coffea arabica* L.) and its relation with climate variables on the Cerrado of Goiás State, Brazil, based on the seasonal growth of orthotropic and plagiotropic branches with different ages in coffee trees under irrigation, water deficit and without irrigation. The experiment was carried out in a completely randomized block design with four replications and 12 plants per plot. The experimental area was divided in three treatments: plants with drip irrigation and without irrigation and submitted to water deficit for 30 days during the dry season. The experiment was carried out with plants of seven years old growing under full sun and spacing 2 m between rows and 0.90 m between plants within row. The climate variables (air temperature, precipitation and relative humidity) affected on a seasonal way the vegetative growth rate of orthotropic and the group of 1° plagiotropic branches of *C. arabica*. All evaluated branches showed similar seasonal growth, and the 1° plagiotropic branches showed different growth rates in the same

<sup>1</sup> Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: anderson.ferreira@embrapa.br; agostinho.didonet@embrapa.br

<sup>2</sup> Prof. de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, São Mateus, ES. E-mail: partelli@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Discente do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, UFG, Goiânia, GO. E-mail: gui.eduardo@hotmail.com

<sup>4</sup> Discente de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG. E-mail: hederbraun@hotmail.com

\* Autor para correspondência

period of the year. Growth rate of *C. arabica* branches were reduced by minimal air temperature below 17 °C and water deficit. Thirty days of water deficit did not affect significantly the growth of *C. arabica* branches; however, in non-irrigated plants significant differences on the branches growth was observed.

**Key words:** Coffee, hydric stress, adaptation, air temperature

## Introdução

O gênero *Coffea* é representado por mais de 120 espécies, destacando-se comercialmente as espécies: *Coffea arabica* e *C. canephora* (DAVIS et al., 2011). A produção média mundial do café nos últimos anos foi superior a 140 milhões de sacas, produzido principalmente, nos países considerados em desenvolvimento (ICO, 2013). Na safra de 2012, a produção brasileira de *C. arabica* e *C. canephora* foi de aproximadamente 38,34 e 12,48 milhões de sacas, respectivamente, em área de 2,05 milhões de hectares com 5,75 bilhões de cafeeiros (CONAB, 2013). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café (*Coffea* sp.), tendo exportado em 2010 mais de 33 milhões de sacas (ICO, 2013).

A produção no estado de Goiás, em 2012 foi de 247 mil sacas de *C. arabica*, numa área de 6.320 hectares (CONAB, 2013). Nas áreas não irrigadas a produtividade é significadamente inferior às áreas irrigadas (FERNANDES et al., 2012). Esse fato, associado ao trabalho de Bonomo et al. (2008), que mostra o aumento da produtividade em café irrigado, confirma a importância da irrigação nessa região do país.

Os cafeeiros situados em locais que apresentam temperaturas baixas positivas (<13 °C) e deficiência hídrica acentuada (<-3 Mpa) sofrem diversos danos no processo fotossintético. Ademais, esses fatores acarretam redução da condutância estomática, da fotossíntese líquida, da eficiência fotoquímica do fotossistema II, do transporte tilacoidal de elétrons, da atividade enzimática, bem como o metabolismo do carbono, alterando ainda a composição e a estrutura dos complexos de pigmentos fotossintéticos, classes lipídicas e ácidos graxos com intensidades distintas entre genótipos e espécies (RAMALHO et al., 2003, SILVA et al., 2004, PARTELLI et al., 2009,

PARTELLI et al., 2010a, BATISTA-SANTOS et al., 2011, PARTELLI et al., 2011).

As baixas temperaturas também podem danificar o sistema radicular (ALLEN; ORT, 2001), e até mesmo ocasionar a morte dos tecidos ou de toda a folha (BATISTA-SANTOS et al., 2011). Os estômatos constituem as principais vias de trocas gasosas entre a folha e o meio externo, ou seja, um aumento na resistência difusiva estomática pode ocasionar reduções na fotossíntese líquida (AMARAL; RENA; AMARAL, 2006).

Inicialmente, a cafeicultura se desenvolveu em regiões consideradas aptas à cultura, no que diz respeito às necessidades térmicas e hídricas. De modo geral, seca e temperaturas desfavoráveis são as principais limitações climáticas à produção do cafeeiro. A espécie *C. arabica* é adaptada à região equatorial de altitude, embora possa vegetar e frutificar em planaltos tropicais, como o centro-sul brasileiro. Nessas condições, temperaturas médias térmicas consideradas satisfatórias à cafeicultura de arábica, estão entre 18 °C e 21 °C (RENA; MAESTRI, 1986).

Os parâmetros climáticos para o zoneamento da espécie *C. arabica* são fundamentados na região de origem, a Etiópia, que apresenta altitude de 1600 a 2800 m e temperatura média anual do ar de 20 °C. A precipitação é bem distribuída, variando de 1600 a pouco mais de 2000 mm, e a estação seca apresenta duração de três a quatro meses, coincidindo com o período mais frio do ano (DAMATTA; RAMALHO, 2006). Assim, compreender as características sazonais do crescimento vegetativo em espécies de *C. arabica*, na região do Centro-oeste, principalmente no estado do Goiás, é importante ferramenta para a avaliação de plantas, com implicações para o manejo da cultura, principalmente a irrigação bem como o planejamento do programa de fertilização

da lavoura. Existem diversas áreas com potencial favorável para o cultivo de *C. arabica*, desde que considerada a irrigação da cultura (ASSAD et al., 2001).

Considerando que são escassos os trabalhos de pesquisa que relacionam o crescimento vegetativo do cafeeiro da espécie *C. arabica*, principalmente no Cerrado, bem como a influência da irrigação e de fatores climáticos na cultura, objetivou-se avaliar a taxa de crescimento vegetativo em *Coffea arabica* com diferentes regimes hídricos e relacioná-lo com os fatores climáticos, tendo como base o crescimento sazonal de grupos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos com diferentes idades, no Cerrado Goiano.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, cujas coordenadas geográficas são: latitude 16° 28' 00" S, longitude 49° 17' 00" W, e altitude de 823 m. O solo do local é um Latossolo Vermelho distrófico, de textura franco-argilosa, com 410 g de areia kg<sup>-1</sup>, 270 g de silte kg<sup>-1</sup> e 320 g de argila kg<sup>-1</sup>, pH em água 6,45, P 33,78 mg dm<sup>-3</sup>, K 203 mg dm<sup>-3</sup>, Ca 3,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e Mg 1,33 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, na camada de 0,00-0,20 m.

O clima, conforme classificação de Köppen é Aw, tropical de savana, megatérmico. O regime pluvial é bem definido, com período chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro, com precipitação média anual de 1460 mm (SILVA et al., 2010). Durante a condução do experimento, os valores médios de temperatura média, mínima e máxima, umidade relativa do ar e precipitação foram coletados no próprio local pela estação meteorológica da Embrapa Arroz e Feijão (Figura 1), localizada a uma distância de 1.000 metros da área estudada.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo

utilizadas plantas de *C. arabica*, variedade Catuaí Vermelho, com sete anos de idade, cultivadas sob condições de pleno sol, no espaçamento de 2 m entre fileiras e 0,90 m entre plantas, submetidas a três tratamentos de irrigação: plantas irrigadas por gotejamento todo o ano, plantas com deficiência hídrica, suspendendo a irrigação a partir de 07 de julho 2009 e plantas não irrigadas. A irrigação do tratamento irrigado e submetido a deficiência hídrica foi realizada por sistema de gotejamento, sendo uma linha de irrigação por linha de plantas, contendo quatro emissores autocompensantes equidistantes entre si, com vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, totalizando 16 L h<sup>-1</sup> por planta. O manejo da irrigação nos tratamentos irrigados foram com turno de rega fixo de 2 dias, repondo a evapotranspiração acumulada. No decorrer do período experimental, as plantas foram manejadas conforme a literatura (MATIELLO; GARCIA; ALMEIDA, 2009).

Cada parcela foi composta por 12 plantas úteis, marcadas ao acaso. Nessas plantas foram realizadas as marcações dos ramos iniciadas em 15/05/2009. Foram utilizados ramos novos com cerca de oito cm de comprimento e dois pares de folhas completamente expandidas, sendo todos ramos plagiotrópicos, considerados primários, que desenvolveram a partir de ramo ortotrópico. Nessa data, foi escolhido e marcado aleatoriamente um ramo ortotrópico e dois ramos plagiotrópicos por planta (considerado como 1º grupo de ramos plagiotrópicos). Da mesma forma, no dia 08/09/2009 e no dia 18/12/2009 foram escolhidos e marcados dois ramos plagiotrópicos (também primários) por planta, referente ao 2º grupo de ramos plagiotrópicos e 3º grupo de ramos plagiotrópicos, respectivamente. As medições foram realizadas em intervalo médio de 16 dias, durante o período de um ano (até dia 14/05/2010).

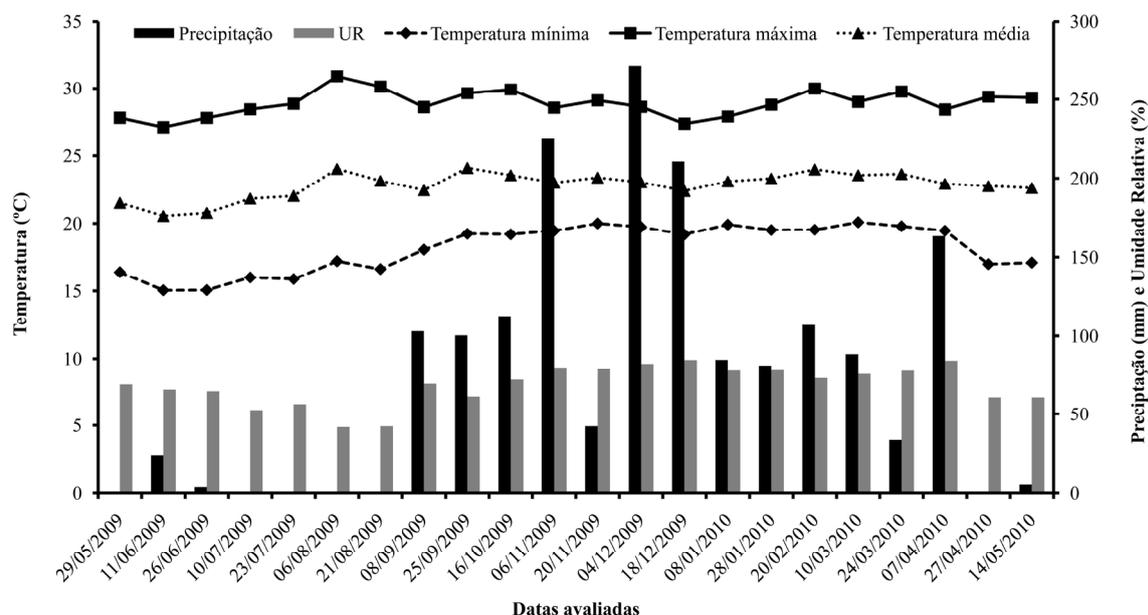
Foi calculada a taxa diária de crescimento vegetativo dos diferentes tratamentos e grupos de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos, sendo os dados discutidos e relacionados com os dados climáticos. Foi calculado a média e erro padrão da média do crescimento dos ramos.

## Resultados e Discussão

A época seca iniciou-se no mês de maio estendendo-se até agosto de 2009, voltando a ocorrer em final de abril e maio de 2010 (Figura 1). Nesses mesmos períodos, as temperaturas mínima e média, apresentaram os menores valores médios, caracterizando assim um período de condições adversas ao crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos. Nota-se que nesses períodos o crescimento foi menor (Figuras 2 e 3). Esses resultados confirmam os resultados relatados por Partelli et al. (2009, 2010a) que mostraram

que os genótipos de *C. canephora* e *C. arabica* apresentaram sensibilidade a baixas temperaturas. Conforme Partelli et al. (2010b), o *C. canephora* quando cultivado na região norte do Rio de Janeiro a taxa de crescimento vegetativo aumenta linearmente em função da temperatura entre os meses de março a julho, fato que também ocorre no Norte do Estado do Espírito Santo em diferentes genótipos (PARTELLI et al., 2013). Da mesma forma, DaMatta e Ramalho (2006) relataram que além das temperaturas desfavoráveis, a seca é uma das principais limitações climáticas à produção do café.

**Figura 1.** Precipitação, umidade relativa, temperatura mínima, máxima e média determinadas durante o período de condução do experimento. Santo Antônio de Goiás, GO.



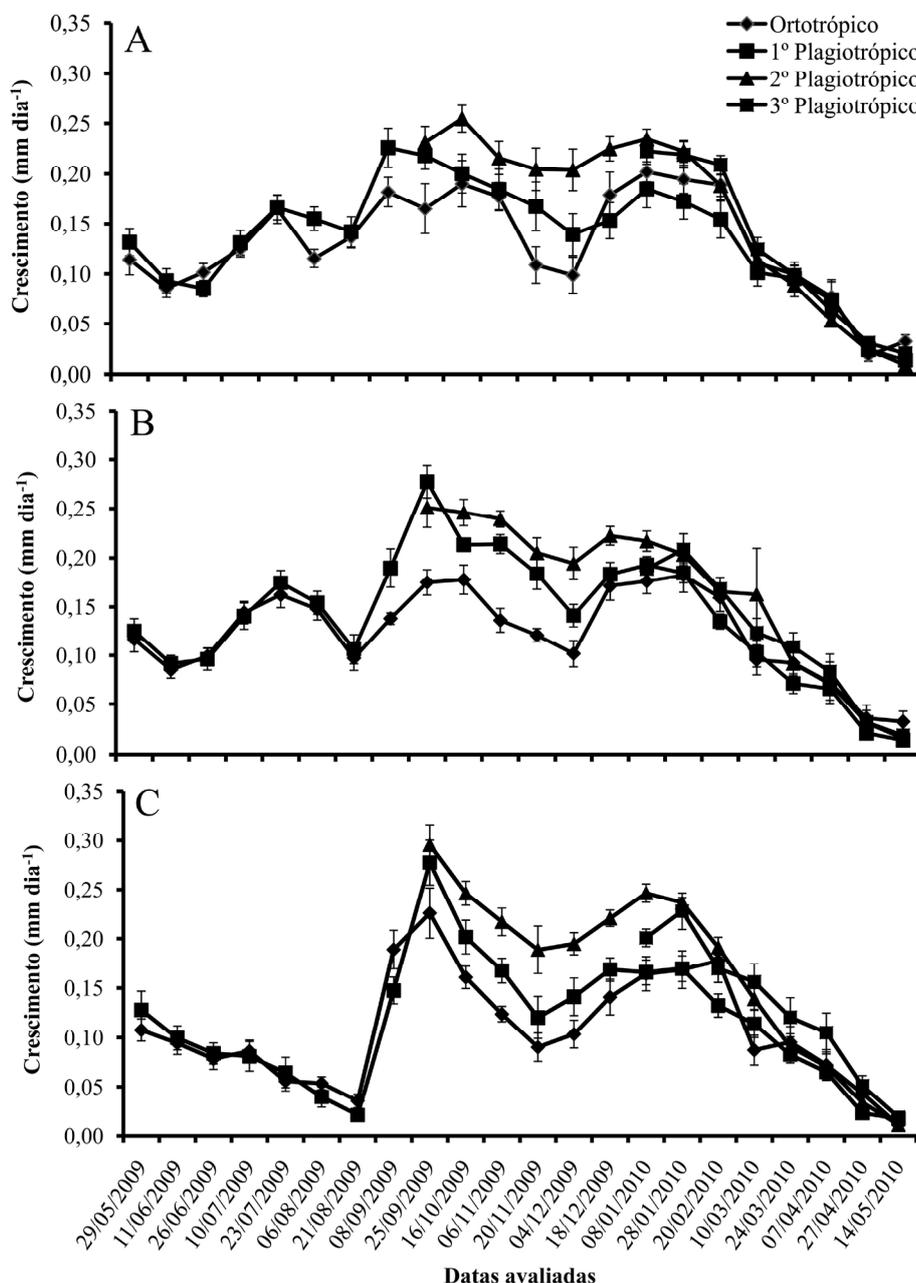
**Fonte:** Elaboração dos autores.

Segundo os relatos de Silva et al. (1998) o estado de Goiás caracteriza-se por duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa, que se inicia entre os meses de setembro e outubro e vai até o mês de abril, e outra seca, marcada por grande deficiência hídrica. A estação seca se inicia em abril, ou maio, e se estende até setembro, ou outubro, apresentando, dessa forma, um período de cinco

a seis meses de deficiência hídrica. As condições climáticas do presente experimento estão de acordo com os relatos desses autores. Assim, no início do período seco (maio de 2009), o crescimento do grupo de ramos ortotrópicos e do primeiro grupo de ramos plagiotrópicos apresentou comportamento semelhante em cada um dos tratamentos estudados (Figura 2). Em estudo desenvolvido por Rena et al.

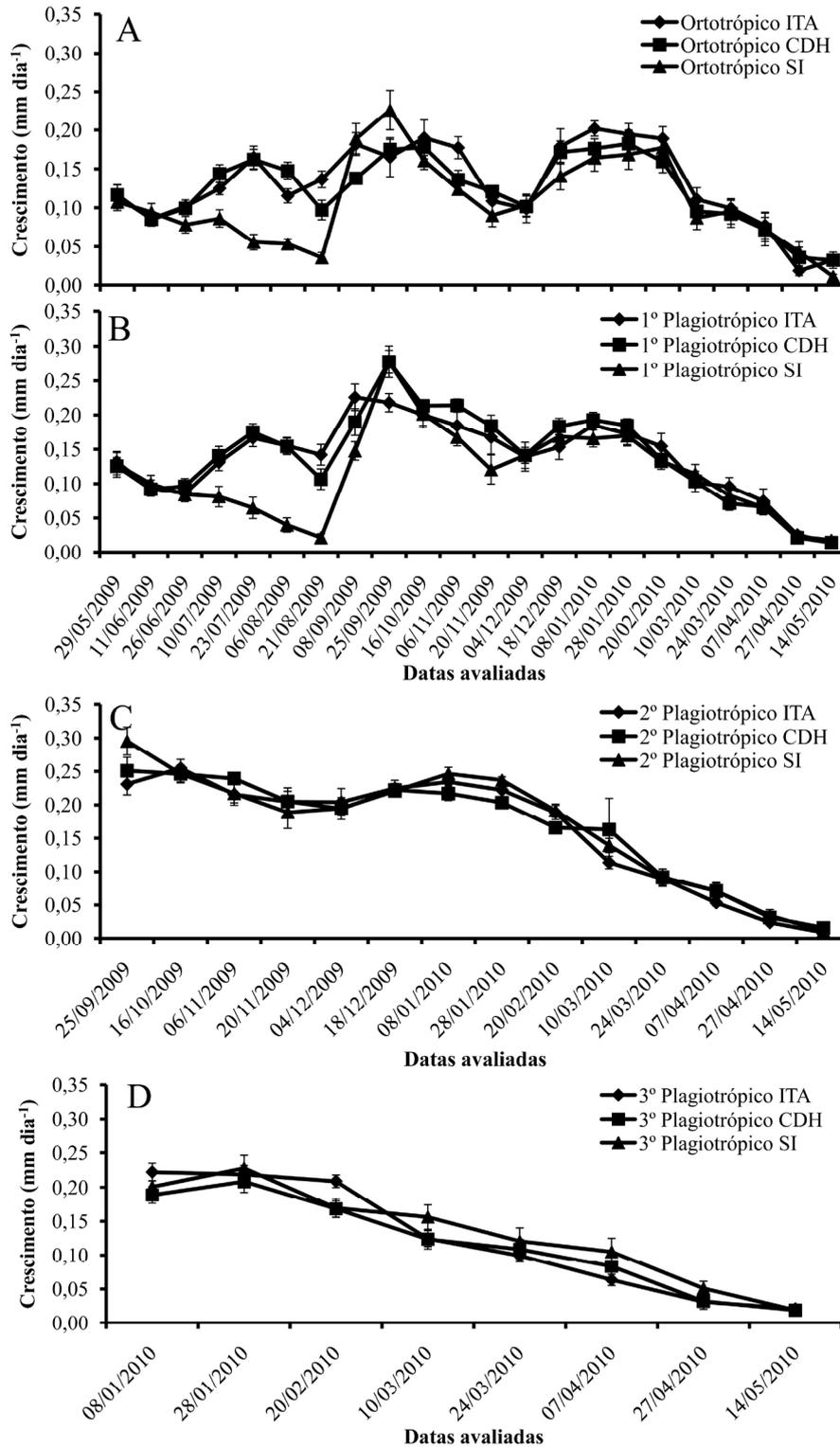
(1994), esses autores relataram que a distribuição das chuvas, bem como a temperatura são fatores ambientais importantes que podem influenciar positivamente o crescimento vegetativo dos ramos do cafeeiro.

**Figura 2.** Taxa de crescimento vegetativo ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) de grupos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos de *C. arabica* sob irrigação em todo o período experimental (A), deficiência hídrica durante 30 dias (B) e sem irrigação (C) ao longo do experimento. As barras representam o erro padrão da média.



Fonte: Elaboração dos autores.

**Figura 3.** Taxas diárias de crescimento vegetativo ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) de grupos de ramos ortotrópicos (A), 1º plagiotrópico (B), 2º plagiotrópico (C) e 3º plagiotrópico (D) de *C. arabica* ao longo do experimento, para o tratamento irrigado o ano todo (ITA), com deficiência hídrica (CDH) e sem irrigação (SI). As barras representam o erro padrão da média.



Fonte: Elaboração dos autores.

A partir dos meses de agosto e setembro de 2009, as médias das temperaturas apresentaram aumento, tendo coincidido com o início do período chuvoso (Figura 1), assim, deram melhores condições para o desenvolvimento das plantas do cafeeiro, refletindo-se no aumento das taxas de crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos (Figura 2). A elevação na temperatura aumenta a capacidade do ar em reter vapor d'água e, conseqüentemente, há maior demanda hídrica pelas plantas do *C. arabica* (ASSAD et al., 2004).

Ao verificar os comportamentos dos ramos entre os tratamentos (Figura 2), pode-se observar que com o início do período seco (maio de 2009), os ramos do tratamento que não foi irrigado (Figura 2C e 3AB) apresentaram redução acentuada na taxa de crescimento em relação aos demais tratamentos. Para esse tratamento, com a retomada do período de chuvas, as plantas de *C. arabica* apresentaram rápido ganho na taxa de crescimento, pois passaram a receber boas condições hídricas para o crescimento. Rena e Maestri (2000) relataram que no período da floração e frutificação, a água é muito mais importante que a carga de frutos, a nutrição mineral e outras práticas culturais. Nazareno et al. (2003) e Rezende et al. (2010) também relataram efeito positivo da irrigação sobre o crescimento do cafeeiro, bem como no ganho da produtividade (BONOMO et al., 2008).

No tratamento que recebeu deficiência hídrica por 30 dias (Figura 2B), houve aumento na taxa de crescimento a partir do dia 26/06/2009 até 23/07/2009, tendo crescimento similar ao irrigado todo o ano (Figura 2A), pois ainda estava sendo irrigada. Posteriormente, com a suspensão da irrigação apresentou queda do crescimento até início do período chuvoso (08/09/2009), apresentando taxas similares ao café irrigado todo o ano (Figura 3AB). Assim, sugere-se que o deficiência hídrica de 30 dias não prejudica de forma significativa o crescimento do cafeeiro e, além disso, ajuda a proporcionar melhor uniformidade de florada e maturação de frutos (GUERRA; ROCHA; RODRIGUES, 2005).

Com o retorno das chuvas (08/09/2009), os três tratamentos estudados apresentaram elevação considerável na taxa de crescimento de todos os ramos, fato esse explicado pelo início da precipitação e também das temperaturas estarem no intervalo ideal para o bom desenvolvimento do cafeeiro (RENA; MAESTRI, 1986), com média das temperaturas médias entre 22 °C e 26 °C, a média das temperaturas mínimas superiores a 17 °C e a média das temperaturas máximas abaixo de 30 °C (Figura 1).

Esses resultados mostram que a espécie *C. arabica* é responsiva a aplicação de água tanto na forma de irrigação quanto na forma de chuva. O tratamento que recebeu irrigação em todo o período do experimento (Figura 2A) apresentou também uma redução no crescimento, mesmo que tenha sido irrigado desde o início da época seca. Isso pode ter ocorrido devido à baixa temperatura mínima nesse período de execução do experimento, que chegou a 15 °C e também os baixos valores das temperaturas médias, que ficaram abaixo de 22 °C (Figura 1), enquanto que o ideal seria entre 18 °C e 22 °C para o *Coffea arabica* L. (RENA; MAESTRI, 1986). Vários estudos relataram que o cafeeiro apresenta decréscimo acentuado na taxa de crescimento dos ramos nos meses com baixas temperaturas (LIBARDI; AMARAL; AMARAL, 1998; AMARAL; RENA; AMARAL, 2006; NAZARENO et al., 2003; SILVA et al., 2004; PARTELLI et al., 2009).

Observa-se redução gradativa da taxa de crescimento a partir do final de setembro (Figuras 2 e 3), sendo que não foi restrita apenas ao tratamento que não recebeu irrigação, pois essa queda no crescimento também foi marcada nos demais tratamentos. Essa queda pode ser influenciada pelo aparecimento da floração ou de ramos novos, que viriam a fazer parte do segundo e terceiro grupo de ramos plagiotrópicos. Alta temperatura por alguns dias foram registradas durante o mês de setembro de 2009, sendo que entre os dias 12 a 18 a temperatura máxima do ar variou de 30,9 a 33,5 °C (SILVA et al.,

2010), as quais podem prejudicar o desenvolvimento do cafeeiro. Em estudo realizado por Pezzopane et al. (2010), no estado do Espírito Santo, estes autores relataram que com temperaturas mais elevadas, frequentemente lavouras de café florescem em agosto devido à ocorrência esporádica de chuvas, porém devido à baixa probabilidade de atendimento hídrico essas floradas apresentam poucas chances de “vingamento” em lavouras não irrigadas. Assim, no presente experimento fica evidente que lavouras que não receberam irrigação, apresentaram redução acentuada na taxa de crescimento para todos os tipos de ramos.

Depois da seca de 2009 o crescimento dos grupos de ramos foi similar entre os tratamentos (Figura 3). A queda de crescimento ocorreu em todos os tratamentos a partir do dia 28 de janeiro (Figura 3BC) e 20 de fevereiro (Figura 3AD). Essa queda pode estar associada à baixa temperatura do ar, corroborando com DaMatta, Amaral e Rena (1999) que relataram correlação altamente significativa ( $r=0,74^{**}$ ) entre o crescimento dos ramos e a temperatura do ar. Também pode estar associado ao aparecimento de ramos novos (brotação) induzindo uma redução no crescimento dos ramos mais velhos, como ficou explícito a partir do mês de setembro de 2009, período que coincide com o início das medições do segundo grupo de ramos plagiométricos e do mês de janeiro de 2010, o início das medições do terceiro grupo de ramos plagiométricos (Figuras 2 e 3).

Esse fato também pode ser consequência da frutificação e maturação dos frutos, uma vez que há uma grande translocação de assimilados nessa fase de desenvolvimento (MALAVOLTA et al., 2002). Essa redução é acentuada a partir de abril de 2010, com o início da estiagem e da época seca (Figura 1).

A colheita dos frutos do cafeeiro foi realizada no mês de março de 2010, para todos os tratamentos. A partir da colheita, foi possível observar uma redução na taxa de crescimento, principalmente no 1º grupo de ramos plagiométricos, o que pode ser explicado

pela redução da quantidade de folhas, uma vez que a colheita manual promove grande perda de folhas.

## Conclusões

A taxa de crescimento dos ramos ortométricos e plagiométricos do *C. arabica* L. sofre variação sazonal durante todo o ano, independente da irrigação.

Sob temperaturas mínimas do ar abaixo de 17 °C e deficiência hídrica, a taxa de crescimento dos ramos de *C. arabica* L. é reduzida.

Deficiência hídrica de 30 dias não prejudica de forma significativa o crescimento de ramos no cafeeiro arábica.

Em plantas não irrigadas observa-se redução do crescimento dos ramos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo apoio técnico e financeiro.

## Referências

- ALLEN, D. J.; ORT, D. R. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in Plant Science*, London, v. 6, n. 1, p. 36-42, 2001.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.
- ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; SILVA, F. A. M.; CUNHA, S. A. R.; ALVES, E. R.; LOPES, T. S. S.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. Zoneamento agroclimático para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado de Goiás e sudoeste do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 510-518, 2001.

- ASSAD, E. D.; PINTO, H. P.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.
- BATISTA-SANTOS, P.; LINDON, F. C.; FORTUNATO, A.; LEITÃO, A. E.; LOPES, E.; PARTELLI, F. L.; RIBEIRO, A. L.; RAMALHO, J. C. The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp. Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. *Journal of Plant Physiology*, Jena, v. 168, n. 8, p. 792-806, 2011.
- BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no Cerrado Goiano. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 233-240, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. *Acompanhamento de safra brasileira: segunda estimativa safra café 2013*. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 26 jul. 2013.
- DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Campos dos Goytacazes, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006.
- DAMATTA, F. M.; AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B. Growth periodicity in trees of *Coffea arabica* L. in relation to nitrogen supply and nitrate reductase activity. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 223-229, 1999.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, Oxford, v. 167, n. 3, p. 357-377, 2011.
- FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C. Manejo do cafeeiro irrigado no Cerrado com estresse hídrico controlado. *ITEM. Irrigação e Tecnologia Moderna*, Brasília, n. 65-66, p. 42-47, 2005.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. 2013. *Trade statistics*. Disponível em: <[http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp)>. Acesso em: 26 jul. 2013.
- LIBARDI, V. C. M.; AMARAL, J. A. T.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) no sul do Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 23-28, 1998.
- MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C. P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J. S. M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1017-1022, 2002.
- MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. *Como formar cafezais produtivos*. Varginha: Gráfica e Editora Bom Pastor, 2009. 150 p.
- NAZARENO, R. B.; OLIVEIRA, C. A. S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, J. C. P.; GUERRA, A. F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 8, p. 903-910, 2003.
- PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. *Journal of Agricultural Science*, Canada, v. 5, n. 8, p. 108-116, 2013.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P.; BATISTA-SANTOS, P.; RODRIGUES, A. P. D.; LEITÃO, A. E.; RAMALHO, J. C. Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1404-1415, 2009.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; RODRIGUES, A. P. D.; PAIS, I. P.; CAMPOSTRINI, E.; CHAVES, M. M. C. C.; RAMALHO, J. C. Cold induced changes on sugar contents and respiratory enzyme activities in coffee genotypes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 781-786, 2010a.
- 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*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 619-626, 2010b.
- PARTELLI, F. L.; BATISTA-SANTOS, P.; SCOTTI-CAMPOS, P. PAIS, I. P.; QUARTIN, V. L.; VIEIRA, H. D.; RAMALHO, J. C. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. *Environmental and Experimental Botany*, Oxford, v. 74, n. 1, p. 194-204, 2011.

- 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*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.
- RAMALHO, J. C.; QUARTIN, V. L.; LEITÃO, E.; CAMPOS, P. S.; CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; NUNES, M. A. Cold acclimation ability and photosynthesis among species of the tropical *Coffea* genus. *Plant Biology*, Stuttgart, v. 5, n. 6, p. 631-641, 2003.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, 1986. p. 13-85.
- \_\_\_\_\_. Relações hídricas no cafeeiro. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, Brasília, v. 48, n. 1, p. 34-41, 2000.
- RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; SÖNDAHL, M. R. Coffee. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops. Subtropical and tropical crops*, v. II. CRC Press, Boca Raton, FL, 1994. p. 101-122.
- REZENDE, R.; HELBEL JÚNIOR, C.; SOUZA, R. S.; ANTUNES, F. M.; FRIZZONE, J. A. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro em diferentes regimes hídricos e dosagens de fertirrigação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 447-458, 2010.
- SILVA, E. A.; DAMATTA, F. M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A. J.; BARROS, R. S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 89, n. 2-3, p. 349-357, 2004.
- SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; MATTOS, A.; LUIZ, A. J. B. Variação espaço-temporal da disponibilidade hídrica climática no Estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 5, p. 605-612, 1998.
- SILVA, S. C.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F.; AMORIM, A. O. *Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao ano de 2009, do município de Santo Antônio de Goiás, GO*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 32 p. (Documentos, 256).