



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**LARISSA CRISTINA TORREZANI STARLING REINICKE**

**ALTERAÇÕES BIOMÉTRICAS E NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora* 'CONILON BRS OURO PRETO' SUBMETIDOS A DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

ALEGRE – ES

2017

LARISSA CRISTINA TORREZANI STARLING REINICKE

**ALTERAÇÕES BIOMÉTRICAS E NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora* 'CONILON BRS OURO PRETO' SUBMETIDOS A DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Produção Vegetal na Área de Concentração em Fitotecnia.

Orientador: Marcelo Antonio Tomaz.

Coorientador: Marcelo Curitiba Espindula.

ALEGRE - ES

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

R372a Reinicke, Larissa Cristina Torrezani Starling, 1992-  
Alterações biométricas e nutricionais de genótipos de *Coffea canephora* 'Conilon BRS Ouro Preto' submetidos a disponibilidades hídricas / Larissa Cristina Torrezani Starling Reinicke. – 2017.  
38 f. : il.

Orientador: Marcelo Antonio Tomaz.

Coorientador: Marcelo Curitiba Espindula.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Secas. 2. Estresse hídrico. 3. Eficiência do uso da água. 4. Irrigação. 5. Déficit hídrico. I. Tomaz, Marcelo Antonio. II. Espindula, Marcelo Curitiba. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

---

**ALTERAÇÕES BIOMÉTRICAS E NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora* 'CONILON BRS OURO PRETO' SUBMETIDOS A DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

**Larissa Cristina Torrezani Starling Reinicke**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Produção Vegetal na Área de Concentração em Fitotecnia.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2017.

---

Prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Dr. Marcelo Curitiba Espindula (Coorientador)  
Embrapa Rondônia

---

Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Dr. Lima Deleon Martins  
Pós-Doutorando em Produção Vegetal - UFES

A Deus, por tudo que tem feito em minha vida;  
Aos meus pais Roziley e Cláudio pelo apoio incondicional;  
Ao meu marido Tyago, pelo incentivo sempre e em qualquer circunstância;  
Aos amigos e mestres pelo aprendizado, companheirismo e amizade ao longo da vida pessoal e acadêmica.

DEDICO

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota. ”

(Theodore Roosevelt)

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus que sempre me amparou nos momentos de aflição, ouviu e atendeu às minhas preces nos momentos mais difíceis. Só Ele sabe tudo que passei para chegar até aqui!

Aos meus pais Claudio e Roziley, que não mediram esforços desde sempre para me impulsionar em busca dos meus sonhos, mesmo em muitos momentos eles me levando para longe de casa;

A todos os meus familiares que direta ou indiretamente estavam sempre lá nos momentos em que mais necessitei;

Ao meu amado marido Tyago, que em momento algum duvidou da minha capacidade, mesmo quando muitas vezes nem eu mesma acreditei, por me incentivar ainda que isso significasse meses e meses distante fisicamente;

Aos mestres que sempre me transmitiram, sem pedir nada em troca, todo o saber que possuíam, por me auxiliarem muitas vezes embora não fosse a respeito do conteúdo da disciplina ministrada, especialmente ao professor Paulo César Cavatte;

Ao meu orientador, Marcelo Antonio Tomaz, que me acolheu como se já nos conhecêssemos há anos e sempre esteve disposto a me auxiliar em tudo;

Ao meu coorientador, Marcelo Curitiba Espindula, que há quase 3 anos me recebeu de braços abertos para o estágio, me ensinou a gostar da cafeicultura, transmitiu uma gama de conhecimento sem fim e o faz até hoje, por me puxar a orelha quando necessário, pelas horas de conversa, ligações, e-mail, WhatsApp e sinal de fumaça, sempre disposto a me ajudar, mesmo que isso significasse ficar até tarde assistindo a uma aula para concurso. Hoje não o chamo mais de orientador, mas de amigo!

Aos amigos que fiz ao longo dessa caminhada acadêmica, Juliana e Gislaine que, desde a graduação estão sempre presentes em minha vida. Aos amigos que fiz em Alegre, em especial a Mariana e Anelisa - vocês foram as primeiras, aquelas que irei levar para a vida, nos momentos em que mais precisei, em que a solidão me abateu, vocês foram meu ponto de apoio, jamais esquecerei dos almoços, pipocas, filmes e todas as gordices de sexta-feira!

A equipe da Embrapa, campo experimental de Ouro Preto do Oeste, desde o pessoal do escritório até os que estão no campo, que, desde 2014, me ajudaram ao longo dos experimentos, me ensinaram aquilo que não sabia, me ajudaram no serviço pesado, até mesmo pelas conversas no fim do dia;

A Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade de realização do curso;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Consórcio Pesquisa Café pelo apoio na aquisição de insumos utilizados na realização deste estudo;

A todos que por ventura não foram aqui citados, mas de alguma forma contribuíram para a conclusão deste curso, muito obrigada!

## **BIOGRAFIA**

LARISSA CRISTINA TORREZANI STARLING REINICKE, filha de Cláudio Antônio Portugal Starling e Roziley Cristina Torrezani Starling, nasceu em Resplendor, Minas Gerais, em 01 de junho de 1992. Em dezembro de 2008 concluiu o Ensino Médio na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio 28 de novembro, em Ouro Preto do Oeste – RO. Em agosto de 2010 iniciou o curso de Agronomia, na Universidade Federal de Rondônia (UNIR), em Rolim de Moura – RO, concluindo-o em dezembro de 2014. Em fevereiro de 2015, ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre – ES, submetendo-se à defesa de dissertação em 21 de fevereiro de 2017.



## RESUMO

REINICKE, Larissa Cristina Torrezani Starling. **Alterações biométricas e nutricionais de genótipos de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner – ‘Conilon BRS Ouro Preto’ submetidos a disponibilidades hídricas.** 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Orientador: Marcelo Antonio Tomaz. Coorientador: Marcelo Curitiba Espindula.

O incorreto suprimento da demanda hídrica afeta o metabolismo do cafeeiro Conilon. No entanto, genótipos de uma mesma variedade podem apresentar respostas diferenciadas perante situações de estresse, sendo susceptível ou tolerante. Assim, objetivou-se avaliar a biometria e nutrição de genótipos de café da variedade ‘Conilon – BRS Ouro Preto’ sob diferentes disponibilidades hídricas. O experimento foi realizado em casa de vegetação na área experimental da Embrapa Rondônia (CPAFRO), localizada no município de Ouro Preto do Oeste-RO. Foi conduzido em um esquema fatorial 15x2, constituído pela combinação de 15 genótipos da variedade Conilon BRS Ouro Preto com duas disponibilidades hídricas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Quanto ao fator disponibilidade hídrica, foi adotado o nível de 100% de água disponível ( $AD_{100\%}$ ) no solo para o tratamento controle, e para déficit hídrico a umidade referente a 25% de água disponível no solo ( $AD_{25\%}$ ). Aos 150 dias após a implementação dos regimes hídricos foram avaliados número de folhas (NF), comprimento do ramo ortotrópico (CRO), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), volume de raiz (VR), massa seca de folhas (MSF), massa seca do ramo ortotrópico (MSRO), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), razão entre massa seca de raiz e parte aérea (RMRPA), massa seca total (MST), concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e eficiência de uso da água (EUA). A menor disponibilidade hídrica afetou negativamente a maioria das características avaliadas na cultivar, indicando menor crescimento e acúmulo de matéria seca. A disponibilidade hídrica no tratamento  $AD_{25\%}$ , embora tenha reduzido os teores foliares de N, K, Ca, Mg e S em relação ao  $AD_{100\%}$ , estes se mantiveram na faixa de concentração adequada para a cultura. Com relação à eficiência de uso da água observou-se que esta foi maior em cafeeiros cultivados com menor disponibilidade hídrica. No que diz respeito aos diferentes genótipos, observou-se que estes

apresentaram diversos comportamentos frente às situações estudadas, formando grupos com genótipos de comportamento semelhante para cada uma das características avaliadas, o que é reflexo da diferença genética existente entre os materiais que compõem a variedade.

**Palavras-chave:** seca; estresse; eficiência de uso da água; irrigação; déficit hídrico.

## ABSTRACT

REINICKE, Larissa Cristina Torrezani Starling. **Biometric and nutritional changes of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner – ‘Conilon BRS Ouro Preto’ submitted to water availability.** 2017. Dissertation (Masters in Vegetal Production) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Advisor: Marcelo Antonio Tomaz. Co-advisor: Marcelo Curitiba Espindula.

The incorrect supply of water demand affects the metabolism of Conilon coffee. However, genotypes of the same variety may present differential responses to stress situations, being susceptible or tolerant. Thus, the objective was to evaluate the biometry and nutrition of coffee genotypes of the 'Conilon - BRS Ouro Preto' variety under different water availability. The experiment was carried out in a greenhouse at the experimental area of Embrapa Rondônia (CPAFRO), located in the city of Ouro Preto do Oeste-RO. The experimental was conducted in a 15x2 factorial scheme, consisting of the combination of 15 genotypes of the Conilon BRS Ouro Preto variety with two water availability. The experimental design was a randomized block with four replications. Regarding the water availability factor, 100% of available water (AD100%) was used in the soil for the control treatment, and for the water deficit, 25% of available water (AD25%) in the soil. At 150 days after the implementation of the water regimes were evaluated number of leaves (NF), length of the orthotropic branch (CRO), leaf area (AF), stem diameter (DC), root volume (VR), dry mass of leaves (MSF), dry mass of the orthotropic branch (MSRO), dry mass of the aerial part (MSPA), dry mass of the root system (MSSR), ratio between dry mass of root and aerial part (RMRPA), total dry mass (MST), concentration of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sulfur (S) and water use efficiency (EUA). The lower water availability negatively affected most of the characteristics evaluated in the cultivar, indicating lower growth and accumulation of dry matter. Water availability in the AD 25% treatment, although it reduced leaf contents of N, K, Ca, Mg and S in relation to AD100%, these remain in the range of concentration suitable for the crop. Regarding the water use efficiency, it was observed that this was higher in cultivated coffee trees with less water availability. Regarding the different genotypes, it was observed that these presented different behaviors in relation to the studied situations, forming groups with genotypes of

similar behavior for each of the characteristics evaluated, which is a reflection of the genetic difference existing between the materials that make up the variety.

**Keywords:** drought; stress; efficiency of water use; irrigation; water deficit.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos físico-químicos do solo utilizado como substrato.....	19
Tabela 2 – Número de folhas (NF), comprimento do ramo ortotrópico (CRO) e área foliar (AF) de clones de <i>Coffea canephora</i> e da cultivar ‘Conilon - BRS Ouro Preto’ sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	23
Tabela 3 – Diâmetro de caule (DC) e volume de raízes em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	24
Tabela 4 – Massa seca de folhas (MSF) e massa seca de ramos (MSRO) em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	25
Tabela 5 – Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	26
Tabela 6 – Razão entre massa seca do sistema radicular e massa seca da parte aérea (RMRPA) e massa seca total (MST) em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	27
Tabela 7 – Concentração dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (g.kg de MS <sup>-1</sup> ) na massa seca de folhas em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	29
Tabela 8 – Concentração dos macronutrientes cálcio, magnésio e enxofre (g.kg de MS <sup>-1</sup> ) na massa seca de folhas em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	30
Tabela 9 – Eficiência de utilização de água (EUA) em clones de <i>Coffea canephora</i> e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos.....	31

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3 METODOLOGIA.....	18
3.1 Local de realização do estudo.....	18
3.2 Implantação e condução do experimento .....	18
3.3 Delineamento experimental.....	19
3.4 Variáveis analisadas.....	20
3.5 Análise estatística.....	21
4 RESULTADOS .....	22
5 DISCUSSÃO .....	31
6 CONCLUSÕES .....	33
REFERÊNCIAS.....	34

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas cultivadas estão constantemente expostas a estresses abióticos e bióticos, e às interações que causam modificações no crescimento, metabolismo e rendimento agrícola (PINTO, et al., 2008). Dentre esses, as perdas relacionadas à deficiência hídrica têm sido o principal desafio da produção de grãos, afinal, a água é um dos insumos mais limitantes ao crescimento e desenvolvimento de plantas em todo o mundo (CAVATTE et al., 2011). A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja magnitude dos efeitos depende do genótipo, da duração do déficit, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (SANTOS e CARLESSO, 1998).

A tolerância ao estresse hídrico ocorre em quase todas as plantas, mas sua extensão varia de espécie para espécie e mesmo dentro de cada espécie (CARVALHO, 2010). Geralmente, resulta de eventos integrados que ocorrem em todos os níveis de organização: anatômico, morfológico, celular, bioquímico e molecular, como inibição da expansão foliar, abscisão foliar, acentuado crescimento de raízes e fechamento estomático (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A busca por materiais mais adaptados, principalmente à situação de restrição hídrica, tem sido cada vez mais comum na atualidade. Isso ocorre, pois diversas projeções de mudanças climáticas têm mostrado que os cultivos serão negativamente afetados porque desde o advento da Revolução Industrial as concentrações de gases do efeito estufa têm aumentado consideravelmente em virtude, principalmente, da queima de combustíveis fósseis, queimadas e desmatamento de florestas, o que os torna diretamente responsáveis pelo aquecimento global (SILVA et al., 2010).

Como consequência do aquecimento global as regiões geográficas cafeeiras podem acabar se deslocando, levando a problemas econômicos e sociais, o que reforça, ainda mais, o fato de que a busca por variedades de café tolerantes ao déficit hídrico deve ser uma das prioridades de muitos institutos de pesquisas cafeeiras (MARRACCINI et al., 2012).

Nos próximos anos, estudos que visem à otimização do recurso hídrico serão de suma importância para a manutenção da produção das lavouras. Assim, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a biometria e nutrição de genótipos de café da variedade 'Conilon – BRS Ouro Preto' sob diferentes disponibilidades hídricas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A cafeicultura tem se destacado como atividade econômica, especialmente na agricultura familiar, em diversos municípios do estado de Rondônia. O café canéfora, como são usualmente chamados os grãos provenientes de plantas pertencentes aos grupos botânicos Conilon e Robusta da espécie *Coffea canephora*, é o mais cultivado no estado, colocando Rondônia em destaque como segundo maior produtor nacional, com produção de aproximadamente 1,6 milhões de sacas de café beneficiado em 2016 e para o ano 2017 as estimativas são de que haja um aumento de 15 – 20% do total produzido no ano anterior conforme apontam dados da Conab (2017).

### • O cafeeiro canéfora

A espécie *Coffea canephora* originou-se na África equatorial, na bacia do Congo, região caracterizada pelas baixas altitudes e pelo clima quente e úmido. Logo, um satisfatório desenvolvimento vegetativo e produtivo pode ser observado quando os cultivos são realizados em áreas cuja temperatura média anual varia de 22 °C a 26 °C, com precipitação anual superior a 1500 mm e umidade relativa média compreendida entre 80 e 90% (NUNES et al., 2005).

São arbustos multicaules e, apesar de apresentarem desenvolvimento inicial mais lento que *C. arabica*, ao atingirem a maturidade possuem copas mais desenvolvidas e porte mais elevado. As raízes são mais vigorosas e com maior volume, o que aumenta a eficiência na absorção de nutrientes e água do solo. Apresenta variabilidade quanto à época de maturação, o que possibilita o escalonamento da colheita e o aumento da uniformidade dos grãos quando a lavoura é composta por talhões de mudas clonais (SOUZA et al., 2004).

O sistema radicular bem desenvolvido garante boa adaptação a regiões baixas, elevada produção, rusticidade e vigor, além de ser resistente ao nematoide das galhas, à seca, devido ao exuberante sistema radicular, e resistente ao agente da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk.), que tem se mostrado bastante agressivo nas regiões produtoras de café, sendo considerado o principal problema fitossanitário da cultura (FERRÃO et al., 2004).



## • A cafeicultura Rondoniense

A cafeicultura tem sido importante desde o princípio da colonização agrária do então Território Federal de Rondônia. O plantio de uma lavoura perene, no caso um cafezal, no lote recém-ocupado pelo agricultor migrante e sua família, caracterizava o real interesse deste colonizador em se fixar na nova terra, facilitando, portanto, a oficialização da ocupação temporária da área por meio do “título de posse”, expedido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (MARCOLAN et al., 2009). A introdução da cafeicultura deveu-se, principalmente à população proveniente do norte do Espírito Santo, que, nas décadas de 70/80 adquiriram terras no estado e se organizaram em estrutura tipicamente familiar, dedicando-se ao cultivo de café, mais especificadamente da variedade Conilon (BINSZTOK, 2006).

Atualmente, o café é a cultura perene mais difundida no estado de Rondônia, compondo uma das principais fontes de renda de inúmeras famílias da zona rural. O cultivo é feito, em pequenas áreas, sendo em 77% das áreas produtoras de tamanho inferior a 5 hectares, conferindo, assim, importância social a esta atividade (OLIVEIRA e ARAÚJO, 2015).

A cultura do café, em Rondônia, pode ser caracterizada por dois sistemas produtivos principais: cafeicultura tradicional - ocorre sem adubação e desbrota das plantas, o café é plantado no espaçamento 4 x 1 m em área de pastagem e a secagem do produto realizada em carreadores, dentro da própria lavoura; cafeicultura adubada - o café é plantado no espaçamento 3 x 1,5 m e conduzido com três hastes, realizando-se a adubação de plantio (adubo mineral e matéria orgânica) e em cobertura (adubo mineral e adubação foliar) e a secagem é conduzida em terreiro de concreto (RESENDE et al., 2009).

Em Rondônia, apenas parte dos cafeicultores faz uso de insumos agrícolas como mudas clonais com procedência genética, calcário, fertilizantes e agrotóxicos. Menos de 50% dos cafeicultores empregam as tecnologias preconizadas para manejo, tratamentos culturais, colheita e pós-colheita. Estas atividades são realizadas com amplo aproveitamento da mão de obra familiar, suplementada por contratação temporária (MARCOLAN et al., 2009).

A produção de café em Rondônia concentra-se na região central e norte do estado onde se destacam os municípios de Cacoal, Alta Floresta d'Oeste, São Miguel do Guaporé, Machadinho d'Oeste, Ministro Andreazza e Nova Brasilândia do

d'Oeste, sendo esses seis municípios responsáveis por cerca de 60% da produção total de Rondônia (OLIVEIRA e ARAÚJO, 2015). Desses, nem todos os polos produtores apresentam investimentos em inovações tecnológicas como adubação, lavouras clonais e irrigação.

A partir de 2000, no estado de Rondônia o setor cafeeiro sinalizou para duas direções aparentemente opostas, mas, convergentes quanto à pesquisa do melhoramento genético do cafeeiro 'Conilon'. Nos polos cafeeiros de Cacoal e Rolim de Moura, há demandas por novas tecnologias com destaque para o uso de novas cultivares clonais de 'Conilon' e híbridos naturais (Robusta x Conilon) em condições de sequeiro e, principalmente, com irrigação suplementar. Nos quatro demais polos cafeeiros rondonienses, e também nos estados do Acre e norte do Mato Grosso, existe também demanda por cultivares propagadas por sementes (RAMALHO et al., 2015). As novas áreas com o café clonal estão diretamente relacionadas ao aumento de produtividade. E novos índices são devido à alta produtividade do café clonal quando comparadas às áreas com o café convencional.

Nos últimos anos, a cafeicultura no estado vem passando por um processo de substituição das lavouras existentes por lavouras novas, utilizando-se cafés clonais, além disso, os agentes financeiros têm contribuído com a liberação de crédito rural, o que facilita o acesso dos produtores aos pacotes tecnológicos mais atuais e, ainda, os órgãos de pesquisa e extensão têm aumentado o foco nessa atividade, fomentando-a através de visitas técnicas, dias de campo, dentre outras formas de atendimento ao produtor (CONAB, 2017).

Para que o estado de Rondônia se mantenha com uma cafeicultura estável e economicamente produtiva, é importante disponibilizar aos agricultores variedades de café com boa adaptação ao clima tropical, quente e úmido, da região e resistentes às principais pragas e doenças (SANTOS et al., 2014). Este trabalho vem sendo desenvolvido pela Embrapa Rondônia, em parceria com o Consórcio Pesquisa Café, que, após 14 anos de pesquisa, lançou sua primeira variedade de café Conilon, a "BRS Ouro Preto".

Lançada em 2012, objetivou atender a maioria das características agrônômicas e agroindustriais demandadas pela cafeicultura regional tecnificada, com destaque para maturação uniforme dos frutos, menor bienalidade, boa produtividade de grãos, grãos graúdos (peneira média alta), boa bebida, tolerância às doenças e aos principais estresses abióticos (baixa altitude, temperatura e

umidade elevada, deficiência hídrica moderada (DHA=150-200 mm), outros) (RAMALHO et al., 2015).

A Conilon BRS Ouro Preto é uma variedade composta por 15 clones, obtida pela seleção de cafeeiros com características adequadas às lavouras comerciais do estado e adaptada ao clima e solo da região, cuja denominação foi atribuída em reconhecimento à importância da cafeicultura na formação histórica do estado e, em homenagem ao município Ouro Preto do Oeste, centro pioneiro da colonização oficial do antigo Território Federal de Rondônia (RAMALHO et al., 2015).

#### • Déficit hídrico no cafeeiro

Não apenas no Brasil, como em diversos países produtores de café, a seca é considerada o maior estresse ambiental que afeta a produção cafeeira (DaMATTA, 2004). As previsões ambientais vêm sinalizando para o aumento do aquecimento global nas próximas décadas, fenômeno que certamente será acompanhado por aumento dos períodos de seca. Uma das alternativas para enfrentar o problema é o desenvolvimento de variedades tolerantes à seca, aliado a informações agrônômicas e fisiológicas do comportamento de diferentes materiais genéticos cultivados em condições irrigada e não irrigada (FERRÃO et al., 2009).

Em clones de café Conilon, os principais mecanismos de tolerância à seca, são governados pela eficiência de extração da água do solo e pelas taxas de uso da água pelas plantas (DaMATTA e RAMALHO, 2006). Além disso, os clones cuja produção é considerada relativamente elevada em condições de seca, são aqueles que, em avaliações fisiológicas, demonstram ser capazes de manter potenciais hídricos foliares adequados através do aprofundamento do sistema radicular e aumento no controle estomático, sendo que tal aprofundamento é favorecido, principalmente, pela manutenção na capacidade de transporte de fotoassimilados da parte aérea para o sistema radicular. Em contrapartida, os clones sensíveis ao déficit hídrico, possuem baixa sensibilidade estomática a modificações no déficit de pressão de vapor, o que reflete negativamente na manutenção do potencial hídrico foliar, na absorção e no transporte de nutrientes, causando limitação ao metabolismo do cafeeiro (RONCHI e DaMATTA, 2007).

A ocorrência de déficit hídrico durante o desenvolvimento inicial do cafeeiro Conilon afeta negativamente o acúmulo de massa seca tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, altura das plantas, diâmetro de caule e copas, perdas essas que podem ser tão significativas a ponto de comprometer o processo de

recuperação das plantas após o fim do déficit, caso este ocorra por períodos prolongados (ARAÚJO et al. 2011; RODRIGUES et al. 2015).

O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de particular interesse, uma vez que pequenas reduções na disponibilidade da água podem diminuir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem murchas nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis do déficit hídrico (SILVA et al., 2008). A deficiência hídrica influencia todos os aspectos do crescimento das plantas, provocando mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, sendo que os efeitos dependem do tipo de planta, do grau e da duração da deficiência hídrica (DUARTE, 2012).

Considerando o interesse agrônomo no cafeeiro Conilon, essas perturbações refletirão em menor acúmulo de biomassa, o que diminui a produção de grãos. Entretanto, acredita-se que os clones da variedade BRS Ouro Preto diferenciam-se fenotipicamente, podendo apresentar certa tolerância ao estresse hídrico, sendo capazes de se manter vigorosos, mesmo em condições adversas (plasticidade fenotípica).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Local de realização do estudo**

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação na área experimental pertencente a Embrapa Rondônia (CPAFRO), localizada no município de Ouro Preto do Oeste-RO, a altitude de 256 metros com coordenadas geográficas S 10° 43' 37" latitude e W 62° 15' 23" longitude. Com base na classificação de Köppen o clima da região é caracterizado como Aw, sendo, portanto, um clima equatorial com variação para o tropical quente e úmido. Apresenta estação úmida e seca (junho-setembro), com temperatura mínima de 24 °C, máxima de 32 °C com precipitação anual média de 2250 mm e umidade relativa do ar em torno de 85%.

#### **3.2 Implantação e condução do experimento**

Foram utilizadas mudas com quatro pares de folhas, da variedade de café 'Conilon BRS Ouro Preto', obtidas no viveiro da área experimental da Embrapa em Ouro Preto do Oeste - RO, provenientes de multiplicação assexuada, via estaquia. Estas mudas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade para 18 dm<sup>3</sup>, preenchidos com 12,6 dm<sup>3</sup> de solo.

O solo utilizado para preenchimento dos vasos foi coletado em área de vegetação nativa, a uma profundidade de 10-20 cm, seco a sombra, homogeneizado

em peneira de malha de 4,0 mm. Uma amostra representativa desse solo, caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico foi encaminhada para determinação dos atributos físico-químicos (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos físico-químicos do solo utilizado como substrato

Atributos	Valores
Areia Grossa (g kg <sup>-1</sup> )	250,80
Areia Fina (g kg <sup>-1</sup> )	261,40
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	153,40
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	334,40
Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	1,21
Ponto de Murcha Permanente – 1500 kPa (%)	15,74
Capacidade de Campo – 10 kPa (%)	23,73
pH <sup>1</sup>	5,90
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	4,00
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	0,31
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	4,25
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	1,33
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	0,00
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,30
Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	9,00
Soma de Bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,90
CTC potencial (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,20
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,90
Saturação por Bases (%)	64,00
Saturação por Alumínio (%)	0,00

<sup>1</sup>pH em água (relação 1:2,5); <sup>2</sup> determinados pelo método Mehlich I; <sup>3</sup> extraídos por KCl, 1 mol L<sup>-1</sup>.

O nitrogênio foi fornecido na forma de Ureia, em quatro aplicações em cobertura, na dose de 69 mg kg<sup>-1</sup> de solo por aplicação, em intervalo de 25 dias, sendo a primeira aplicação iniciada aos 30 dias após o transplante. Os nutrientes fósforo e potássio foram fornecidos em dose única no momento do transplante, na forma de fosfato de potássio, na dose de 1,32 g kg<sup>-1</sup> de solo, incorporando-o ao substrato.

### 3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 15x2, constituído pela combinação de 15 genótipos da variedade 'Conilon BRS Ouro Preto' com dois

regimes hídricos. Cada parcela experimental foi constituída de uma planta por vaso. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Para a avaliação da cultivar, foi considerado como parcela o conjunto dos 15 clones que compõem a cultivar.

Após o transplântio das mudas, os vasos foram cobertos com placas de poliestireno expandido com o intuito de evitar a perda de água por evaporação.

Quanto ao fator disponibilidade hídrica, foi adotado como condição adequada, ou seja, nível de disponibilidade hídrica referencial, o nível de 100% de água disponível no solo ( $AD_{100\%}$ ) para o tratamento controle, e para déficit hídrico a umidade referente a 25% de água disponível no solo ( $AD_{25\%}$ ). Assim, foi realizado monitoramento diário do peso dos vasos a fim de controlar a disponibilidade hídrica e, sempre que a umidade do solo atingia o nível de disponibilidade hídrica do tratamento, realizava-se a irrigação, a fim de que a umidade dos vasos retornasse ao nível referencial, ou seja, 100% de AD. As plantas foram submetidas aos regimes hídricos do 50° até o 170° dia após o transplântio das mudas.

Para determinar a massa de cada parcela experimental na capacidade de campo, massa na capacidade de campo inicial ( $P_{cci}$ ), foi empregado o método gravimétrico direto. Nesse procedimento foi utilizado solo seco em estufa até atingir massa constante que, após ser acondicionado em vasos de 18 dm<sup>3</sup>, foram umedecidos até a saturação. Em seguida, os vasos preenchidos com solo saturado foram tamponados com placas de poliestireno expandido de 10 mm para evitar a evaporação e submetidos à drenagem livre por 24 horas. O conteúdo de água retida pelo solo foi obtido pela diferença entre a massa do solo úmido, após a drenagem, e a massa do solo seco.

Após a determinação do  $P_{cci}$  de cada parcela experimental, foi calculada a massa do conjunto solo + vaso com a disponibilidade hídrica de 25% de AD ( $P_{25\%AD}$ ) por meio dos conceitos e métodos descritos por Bernardo et al. (2008), através do software FerCADS, versão 1.0 (COLODETTI et al., 2015).

### **3.4 Variáveis analisadas**

Foram avaliadas aos 170 dias após o transplântio, as variáveis:

- a) Número de folhas (NF) – por meio de contagem direta;
- b) Comprimento do Ramo Ortotrópico (CRO) - medido, com auxílio de régua graduada, paralelamente ao caule, do colo até o ápice do ramo ortotrópico;

- c) Área foliar (AF) - estimada utilizando modelos lineares de maneira não destrutiva, conforme metodologia descrita por Barros et al. (1973);
- d) Diâmetro do caule (DC) - medido com auxílio de paquímetro digital, na altura do colo da planta;
- e) Volume de raiz (VR) - obtido após a lavagem do substrato com água, imergindo o material em volume padrão de água e observando-se a variação sobre o volume de água deslocado por meio da utilização de proveta graduada em milímetros;
- f) Produção de matéria seca – as partes das plantas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até atingir massa constante. Em seguida foram determinadas em balança analítica de precisão as características: massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca de ramos (MSRO), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA) obtida pelo somatório de MSF e MSRO, massa seca total (MST) obtida pelo somatório de MSPA e MSSR, todos expressos em gramas e, ainda, foi determinada a razão entre a massa seca do sistema radicular e da parte aérea (RMRPA);
- g) Análise Nutricional: foi realizada a fim de determinar o conteúdo foliar de nutrientes. Para tanto, ao final do experimento, foram coletadas todas as folhas das plantas. Essas folhas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até atingirem massa constante. O material vegetal seco foi triturado para obtenção de um pó homogêneo, e analisado quimicamente para determinação da concentração de macronutrientes nos tecidos vegetais foliares, de acordo com as metodologias descritas pela Embrapa (1997);
- h) Eficiência de Uso da Água: foi calculada por meio da divisão entre a produção de massa seca total (g) e o consumo total de água (kg de H<sub>2</sub>O), sendo expressa em g MS kg<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O.

### 3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e havendo efeito significativo as médias dos genótipos dentro de um mesmo regime hídrico foram agrupadas pelo teste Scott-Knott em 5% de probabilidade, as médias dos genótipos para os diferentes regimes hídricos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e as médias da cultivar foram obtidas por meio da média dos quinze clones que a compõem, sendo submetidas ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2009).

## 4 RESULTADOS

A cultivar apresentou menor número de folhas, comprimento de ramo ortotrópico e área foliar quando foi cultivada na disponibilidade hídrica AD<sub>25%</sub> (Tabela 2). Ao serem avaliados separadamente, nas diferentes disponibilidades hídricas, os clones 57, 61, 88, 120, 125 184, 189 e 203 apresentaram menor número de folhas sob o tratamento AD<sub>25%</sub>.

Dentro de cada disponibilidade hídrica estudada alguns clones diferiram entre si quanto ao número de folhas, havendo a formação de 3 grupos de clones com comportamento semelhante na disponibilidade AD<sub>100%</sub> e 2 grupos de clones na disponibilidade AD<sub>25%</sub>. O clone 130, além de apresentar comportamento semelhante para as duas disponibilidades hídricas estudadas, esteve, em ambos os casos, presente no grupo com maior número de folhas (Tabela 2).

Para o comprimento do ramo ortotrópico apenas três clones apresentaram comportamento diferenciado quanto à disponibilidade hídrica, 61, 73 e 199, sendo os menores comprimentos para esses clones obtidos quando estes foram submetidos à disponibilidade hídrica AD<sub>25%</sub> (Tabela 2).

Além das diferenças entre manejos, os genótipos estudados também apresentaram diferenças entre si, dentro de cada manejo proposto, para os componentes da parte aérea mensurados. Para AD<sub>100%</sub> apenas dois clones apresentaram comprimento de ramo ortotrópico superior aos demais, sendo eles os clones 73, que apresentou o maior comprimento, seguido pelo clone 199. Em AD<sub>25%</sub>, os clones dividiram-se em dois grupos (Tabela 2).

Os clones apresentaram grande diferenciação para a área foliar em relação à disponibilidade hídrica estudada, de um total de 15 genótipos, 7 tiveram sua área foliar diminuída quando submetidos à menor disponibilidade hídrica em AD<sub>25%</sub> (Tabela 2).

Quando os materiais foram agrupados com relação ao comportamento dentro de uma mesma disponibilidade hídrica, a maior área foliar em AD<sub>100%</sub> foi apresentada pelo clone 203, sendo os demais clones divididos em 2 grupos. Na disponibilidade AD<sub>25%</sub>, o clone 203 novamente esteve presente no grupo de maior desempenho, acompanhado pelo clone 199 (Tabela 2).



Tabela 2 – Número de folhas (NF), comprimento do ramo ortotrópico (CRO) e área foliar (AF) de clones de *Coffea canephora* e da cultivar ‘Conilon - BRS Ouro Preto’ sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	NF		CRO (cm)		AF (cm <sup>2</sup> )	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	95,50 bA	87,25 bA	57,33 cA	52,25 bA	6365,59 cA	5281,95 dA
57	122,00 aA	95,75 aB	56,33 cA	53,33 bA	8399,78 bA	6104,99 cB
61	95,00 bA	63,5 bB	65,33 cA	47,00 bB	7027,06 cA	4636,35 dB
73	84,67 cA	83,33 bA	80,00 aA	61,50 aB	7850,83 bA	6271,98 cA
88	98,00 bA	82,00 bB	59,75 cA	59,50 aA	8017,58 bA	5344,85 dB
89	105,33 bA	103,00 aA	58,75 cA	63,75 aA	6372,74 cA	7238,60 bA
120	126,00 aA	108,33 aB	60,00 cA	62,25 aA	7532,80 bA	6288,58 cB
125	99,00 bA	82,75 bB	62,75 cA	54,25 bA	6881,89 cA	6963,07 bA
130	121,33 aA	106,00 aA	57,50 cA	54,50 bA	6886,01 cA	7544,32 bA
155	104,67 bA	99,50 aA	57,75 cA	54,00 bA	7397,61 bA	6290,35 cB
160	90,00 cA	84,00 bA	54,33 cA	52,75 bA	6566,53 cA	5472,92 dA
184	108,00 bA	73,00 bB	55,00 cA	51,67 bA	7111,28 cA	4686,70 dB
189	130,00 aA	109,33 aB	59,00 cA	58,75 aA	7329,43 bA	7644,89 bA
199	101,67 bA	88,25 bA	69,33 bA	58,75 aB	8182,56 bA	8596,18 aA
203	82,25 cA	66,00 bB	57,50 cA	63,00 aA	10325,30 aA	8369,64 aB
Cultivar	104,42 A	88,80 B	60,69 A	56,51 B	7500,12 A	6449,69 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

A menor disponibilidade hídrica em AD<sub>25%</sub> acarretou queda no diâmetro de caule e no volume de raiz da cultivar. Quando avaliados separadamente, alguns clones apresentaram diâmetro de caule diferenciado em razão da disponibilidade hídrica adotada com o menor diâmetro observado no tratamento AD<sub>25%</sub>, a saber, os clones 57, 73, 120, 130, 160, 184 e 189 (Tabela 3).

Quando o agrupamento de médias foi feito para os diferentes clones em uma mesma disponibilidade hídrica, observa-se que para ambos os tratamentos, AD<sub>100%</sub> e AD<sub>25%</sub>, os genótipos 61, 73 e 120 estiveram presentes no grupo com maior diâmetro de caule. Ainda, boa parte dos genótipos apresentou diferentes volumes de raiz quando cultivados sob as duas disponibilidades hídricas, sendo que, quando houve essa diferença, os menores volumes foram sempre observados no tratamento AD<sub>25%</sub> (Tabela 3).

Para a massa seca de folhas e massa seca de ramos ortotrópicos observou-se uma influência negativa do tratamento AD<sub>25%</sub>, o que acarretou diminuição no acúmulo das respectivas massas para a cultivar (Tabela 4).

Tabela 3 – Diâmetro de caule (DC) e volume de raízes em clones de *Coffea canephora* e na cultivar 'Conilon – BRS Ouro Preto', sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	DC (cm)		VR (cm <sup>3</sup> )	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	13,55 bA	12,56 bA	326,00 cA	242,00 bB
57	14,34 bA	11,87 bB	299,33 dA	305,50 aA
61	15,46 aA	14,30 aA	329,55 cA	284,50 aB
73	16,30 aA	13,16 aB	350,67 cA	304,00 aA
88	14,29 bA	13,52 aA	295,33 dA	204,00 cB
89	13,37 bA	12,42 bA	304,45 dA	298,67 aA
120	16,31 aA	13,73 aB	324,00 cA	301,89 aA
125	13,61 bA	12,58 bA	459,33 aA	302,00 aB
130	14,89 aA	12,69 bB	309,33 dA	309,33 aA
155	13,79 bA	13,90 aA	334,45 cA	278,00 aA
160	15,04 aA	12,61 bB	393,33 bA	257,11 bB
184	14,37 bA	12,08 bB	356,67 cA	284,00 aA
189	11,24 cA	10,98 bA	329,33 cA	252,50 bB
199	14,21 bA	11,84 bB	290,45 dA	244,89 bA
203	14,28 bA	13,62 aA	356,67 cA	303,33 aB
Cultivar	14,34 A	12,82 B	337,26 A	278,12 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

Da mesma forma, alguns clones tiveram a massa seca de folhas negativamente afetadas em função da disponibilidade hídrica adotada. Destes, apenas os genótipos 61, 89, 155, 184 e 189 mantiveram comportamento semelhante frente aos dois tratamentos, os demais apresentaram queda no acúmulo de massa seca de folhas na disponibilidade AD<sub>25%</sub> (Tabela 4).

Os clones 57 e 203 destacaram-se dos demais quando os genótipos foram comparados entre si dentro de cada disponibilidade hídrica por integrarem o grupo que obteve os maiores valores de massa seca de folhas tanto para a disponibilidade AD<sub>100%</sub> quanto para a disponibilidade AD<sub>25%</sub> (Tabela 4).

No que diz respeito à massa seca de ramos, alguns clones apresentaram menor acúmulo quando submetidos à menor disponibilidade hídrica, AD<sub>25%</sub>, em comparação aos valores observados no tratamento AD<sub>100%</sub> (Tabela 4).

Os clones 61, 73 e 120 apresentaram acúmulo de massa seca de ramos superior aos demais quando submetidos ao tratamento AD<sub>100%</sub>. Quando submetidos à disponibilidade AD<sub>25%</sub> além dos clones 61 e 120, os genótipos 88, 89, 125, 130, 160 e 203 integraram o grupo de maior desempenho para a característica massa seca de ramos (Tabela 4).

A cultivar 'Conilon – BRS Ouro Preto' quando submetida à disponibilidade hídrica AD<sub>25%</sub> apresentou queda na produção de massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (Tabela 5).

Tabela 4 – Massa seca de folhas (MSF) e massa seca de ramos (MSRO) em clones de *Coffea canephora* e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	MSF (g)		MSRO (g)	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	53,70 bA	40,63 bB	37,25 dA	33,13 cA
57	62,92 aA	50,40 aB	41,60 cA	28,90 cB
61	48,33 cA	45,17 bA	51,52 aA	40,93 aB
73	48,27 cA	43,25 bB	52,30 aA	36,20 bB
88	55,80 bA	48,24 aB	43,10 cA	37,07 aB
89	51,57 cA	51,93 aA	40,67 cA	41,82 aA
120	57,65 bA	48,03 aB	51,13 aA	42,40 aB
125	55,83 bA	45,73 bB	48,20 bA	42,77 aB
130	55,65 bA	48,00 aB	40,30 cA	39,32 aA
155	49,07 cA	49,27 aA	37,77 dA	32,40 cA
160	54,10 bA	42,30 bB	46,60 bA	38,15 aB
184	34,55 dA	39,62 bA	36,10 dA	31,80 cA
189	49,63 cA	48,30 aA	32,85 dA	35,73 bA
199	51,43 cA	43,37 bB	37,62 dA	34,65 bA
203	60,05 aA	50,17 aB	36,12 dA	39,93 aA
Cultivar	52,57 A	46,29 B	42,21 A	37,02 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

Somente os clones 89, 155, 184, 189 e 203 não diferiram quanto ao acúmulo de massa seca da parte aérea em relação à disponibilidade hídrica adotada. Para os demais a diferença apresentada ocorreu em função de menor acúmulo de massa seca da parte aérea quando os clones foram submetidos ao tratamento AD<sub>25%</sub> (Tabela 5).

Alguns clones apresentaram acúmulo de massa seca da parte aérea diferenciado quando foram agrupados em uma mesma disponibilidade hídrica. Destes, o clone 184 esteve presente no grupo de menor acúmulo para ambos os tratamentos e os clones 61, 88, 120, 125, 130 e 203 integraram o grupo com maior massa seca da parte aérea nas duas disponibilidades hídricas (Tabela 5).

Para a massa seca do sistema radicular, apenas os genótipos 73, 155, 184 e 203 diferiram em relação ao acúmulo quando se comparou o comportamento de cada clone nas duas disponibilidades hídricas estudadas (Tabela 5).

Ao agrupar os clones com comportamento semelhante dentro de uma mesma disponibilidade hídrica, os clones 125 e 160 foram os que apresentaram os maiores acúmulos de massa seca do sistema radicular independente do tratamento estudado. O clone 88, por sua vez, destacou-se por integrar o grupo de menor desempenho em ambas as situações estudadas (Tabela 5).

Tabela 5 – Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) em clones de *Coffea canephora* e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	MSPA (g)		MSSR (g)	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	90,95 bA	73,77 bB	37,93 dA	38,47 cA
57	104,53 aA	79,30 bB	46,38 cA	42,81 cA
61	99,86 aA	86,10 aB	51,08 bA	58,76 aA
73	100,57 aA	79,45 bB	64,73 aA	40,95 cB
88	98,90 aA	85,30 aB	36,70 dA	30,32 dA
89	92,23 bA	93,75 aA	50,63 bA	46,08 bA
120	108,78 aA	90,43 aB	53,33 bA	47,74 bA
125	104,03 aA	88,51 aB	60,95 aA	56,23 aA
130	95,95 aA	87,33 aB	54,37 bA	48,90 bA
155	86,83 bA	81,67 bA	62,55 aA	48,69 bB
160	100,70 aA	80,45 bB	62,59 aA	53,11 aA
184	70,65 cA	71,43 bA	58,43 aA	45,22 bB
189	82,48 bA	84,03 aA	49,74 bA	45,80 bA
199	89,05 bA	78,02 bB	41,05 dA	42,01 cA
203	96,18 aA	87,84 aA	54,36 bA	46,68 bB
Cultivar	94,78 A	83,26 B	52,32 A	46,12 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

Os resultados obtidos para a razão entre a massa seca do sistema radicular e a massa seca da parte aérea evidenciam que a cultivar manteve o mesmo comportamento para esta característica em ambas as disponibilidades hídricas estudadas e para a massa seca total houve uma queda no acúmulo quando a cultivar foi submetida a uma menor disponibilidade hídrica em AD<sub>25%</sub> (Tabela 6).

Diferentemente do comportamento observado para a cultivar em relação à razão entre massa seca do sistema radicular e massa seca da parte aérea, alguns clones, quando submetidos ao tratamento AD<sub>25%</sub>, apresentaram queda na razão entre raiz e parte aérea, a saber os clones 73, 155 e 184. Para os outros genótipos estudados, a resposta à menor disponibilidade hídrica foi um aumento na razão, o que ocorreu nos clones 56, 57, 61 e 160 (Tabela 6).

Em relação à massa seca total das plantas, os clones 61, 89, 160, 189 e 199 foram os únicos que apresentaram comportamento semelhante em ambas as disponibilidades hídricas estudadas. Por sua vez, quando as médias de produção de massa seca total dos clones foram agrupadas dentro de um mesmo tratamento, para ambas as disponibilidades hídricas, houve a formação de três grupos, sendo que apenas os clones 125 e 155 estiveram presentes no grupo de maior acúmulo, independente, da disponibilidade hídrica em estudo (Tabela 6).

O comportamento dos clones 61 e 89 merece destaque, pois, apesar de pertencerem ao grupo de menor acúmulo de massa seca na disponibilidade hídrica AD<sub>100%</sub>, ao serem cultivados com uma menor disponibilidade (AD<sub>25%</sub>), estes foram responsivos, integrando o grupo de maior desempenho no acúmulo de massa seca (Tabela 6).

Tabela 6 – Razão entre massa seca do sistema radicular e massa seca da parte aérea (RMRPA) e massa seca total (MST) em clones de *Coffea canephora* e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	RMRPA		MST (g)	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	0,4178 eB	0,5215 cA	128,91 cA	112,23 cB
57	0,4465 eB	0,5390 cA	148,06 bA	125,06 bB
61	0,5137 dB	0,6837 aA	134,06 cA	141,44 aA
73	0,6439 bA	0,5163 cB	166,96 aA	117,67 cB
88	0,3708 fA	0,3555 dA	134,03 cA	115,79 cB
89	0,5487 cA	0,4917 cA	138,46 cA	145,82 aA
120	0,5120 dA	0,5278 cA	158,24 bA	138,18 aB
125	0,5862 cA	0,6009 bA	167,54 aA	144,74 aB
130	0,5877 cA	0,5961 bA	151,53 bA	140,53 aB
155	0,7568 aA	0,5716 bB	164,49 aA	132,35 aB
160	0,5763 cB	0,6276 aA	160,62 aA	126,48 bA
184	0,8022 aA	0,6391 aB	131,30 cA	119,79 cB
189	0,5741 cA	0,5451 cA	136,23 cA	128,61 bA
199	0,4612 eA	0,5373 cA	131,09 cA	118,61 cA
203	0,5669 cA	0,5327 cA	154,85 bA	136,78 aB
Cultivar	0,5533 A	0,5524 A	147,09 A	129,58 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

A concentração de nitrogênio nos tecidos foliares foi elevada no tratamento AD<sub>25%</sub>, no entanto, ao estudar os clones separadamente, apenas os genótipos 120, 125, 130, 160 e 203 apresentaram essa elevação. Para os demais clones, a concentração foi semelhante em ambas as disponibilidades hídricas (Tabela 7).

No tratamento AD<sub>100%</sub>, os clones 189 e 199 destacaram-se por apresentar a maior concentração de nitrogênio. Porém, ao serem submetidos à menor disponibilidade hídrica no tratamento AD<sub>25%</sub>, observou-se que quase todos os clones apresentaram comportamento semelhante, à exceção dos genótipos 89, 120, 160 e 184, que apresentaram concentração de nitrogênio inferior aos demais (Tabela 7).

A cultivar, quando submetida a uma menor disponibilidade hídrica no tratamento AD<sub>25%</sub>, apresentou uma menor concentração dos nutrientes fósforo e potássio nos tecidos foliares (Tabela 7).

Ao comparar o comportamento de um mesmo clone nas diferentes disponibilidades hídricas, observou-se que, enquanto alguns genótipos apresentaram a mesma concentração de fósforo nos dois tratamentos estudados, outros materiais, como os clones 88, 89, 184, 189 e 199, apresentaram menor concentração de fósforo com a menor disponibilidade hídrica (Tabela 7).

Com relação ao agrupamento de clones com comportamento semelhante em uma mesma disponibilidade hídrica, observou-se que os genótipos 57 e 61 foram os que apresentaram a menor concentração de fósforo em ambos os tratamentos estudados. Semelhantemente, o clone 120 apresentou o mesmo comportamento em ambas as disponibilidades hídricas, integrando o grupo com maior concentração de fósforo nos tecidos foliares (Tabela 7).

Para o nutriente potássio, no que diz respeito aos clones, ao comparar a concentração deste nutriente nos tecidos foliares de um mesmo clone nas diferentes disponibilidades hídricas, apenas o clone 56 apresentou aumento, nos demais genótipos que apresentaram comportamento diferenciado houve menor concentração do nutriente no tratamento AD<sub>25%</sub>, a saber os clones 61, 189 e 199 (Tabela 7).

Ao agrupar os clones quanto ao comportamento em uma mesma disponibilidade hídrica, o clone 199 se destacou em ambos os tratamentos, pertencendo ao grupo com maior concentração de potássio nos tecidos foliares (Tabela 7).

As concentrações foliares de cálcio e magnésio foram negativamente alteradas quando a cultivar foi submetida a uma menor disponibilidade hídrica em AD<sub>25%</sub> (Tabela 8).

Alguns materiais apresentaram diferentes concentrações foliares de cálcio ao serem comparados para as duas disponibilidades hídricas estudadas, destes, somente o clone 184 apresentou redução da concentração no tratamento AD<sub>100%</sub>, os clones 88, 155, 189 e 199, no entanto, apresentaram diminuição na concentração deste nutriente quando submetidos ao tratamento AD<sub>25%</sub> (Tabela 8).

Quando a concentração de cálcio foliar dos clones em uma mesma disponibilidade hídrica foi comparada, houve formação de grupos de genótipos com comportamento semelhante, destacando-se os clones 89 e 189 e os clones 57, 130, 155 e 203 que apresentaram, independente da disponibilidade hídrica em estudo, as maiores e menores concentrações de cálcio no tecido foliar, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 7 – Concentração dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (g.kg de MS<sup>-1</sup>) na massa seca de folhas em clones de *Coffea canephora* e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	28,25 bA	31,36 aA	1,65 eB	2,26 cA	23,83 eB	29,18 bA
57	26,82 bA	29,39 aA	1,66 eA	1,80 dA	27,52 dA	26,08 cA
61	28,16 bA	28,89 aA	1,82 eA	1,95 dA	32,25 cA	23,13 cB
73	25,15 cA	28,71 aA	2,86 bA	2,96 aA	28,04 dA	24,58 cA
88	27,89 bA	29,20 aA	2,59 cA	1,64 dB	33,43 bA	29,77 bA
89	23,05 dA	24,21 bA	2,38 cA	1,93 dB	34,10 bA	33,87 aA
120	25,06 cB	28,95 aA	3,23 aA	2,92 aA	34,90 bA	32,29 aA
125	20,01 dB	25,12 bA	2,46 cA	2,50 bA	32,10 cA	30,66 bA
130	22,45 dB	29,74 aA	2,23 dA	1,81 dA	31,05 cA	29,99 bA
155	24,76 cA	28,80 aA	2,26 dA	2,14 cA	34,34 bA	33,04 aA
160	22,81 dB	27,16 bA	3,23 aA	2,56 bA	34,46 bA	32,33 aA
184	28,16 bA	26,40 bA	2,44 cA	1,89 dB	30,32 cA	30,31 bA
189	30,21 aA	30,53 aA	2,11 dA	1,78 dB	32,79 cA	30,75 bB
199	31,08 aA	31,26 aA	3,23 aA	2,66 bB	44,57 aA	34,73 aB
203	31,23 dB	30,90 aA	2,23 dA	2,09 cA	34,99 bA	31,39 bA
Cultivar	25,53 B	28,71 A	2,44 A	2,19 B	32,92 A	30,14 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

Ao estudar o nutriente magnésio, os genótipos 56 e 160 apresentaram menor concentração no tratamento AD<sub>100%</sub> em comparação com as médias obtidas para a disponibilidade AD<sub>25%</sub> (Tabela 8).

Ao realizar o agrupamento dos clones com mesmo comportamento dentro de cada disponibilidade hídrica estudada, o clone 125 foi o único que se destacou dos demais, sendo o que apresentou a maior concentração de magnésio tanto em AD<sub>100%</sub> quando em AD<sub>25%</sub> (Tabela 8).

A concentração de enxofre nos tecidos foliares da cultivar não sofreu interferência da disponibilidade hídrica adotada. Semelhantemente, a maioria dos clones não apresentou diferenciação para a concentração deste nutriente nos dois tratamentos estudados, com exceção dos genótipos 56, 88 e 160, que foram os únicos a apresentar aumento na concentração de enxofre quando submetidos à disponibilidade hídrica AD<sub>25%</sub> (Tabela 8).

Na comparação entre os clones para os valores de concentração de enxofre, o clone 199 foi o único a integrar o grupo de clones com maior desempenho em ambas as disponibilidades hídricas estudadas (Tabela 8).

Tabela 8 – Concentração dos macronutrientes cálcio, magnésio e enxofre (g.kg de MS<sup>-1</sup>) na massa seca de folhas em clones de *Coffea canephora* e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	Cálcio		Magnésio		Enxofre	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	11,29 cA	13,75 bA	4,61 dB	5,67 bA	1,12 dB	1,70 bA
57	12,54 cA	12,34 cA	6,14 cA	5,35 cA	1,41 cA	1,26 dA
61	13,36 bA	11,85 cA	4,36 dA	5,20 cA	1,90 aA	1,55 cA
73	13,41 bA	13,57 bA	6,35 cA	6,06 bA	1,35 cA	1,26 dA
88	13,53 bA	11,32 cB	8,19 bA	4,58 cB	1,44 cB	1,64 bA
89	15,71 aA	16,6 aA	6,05 cA	5,70 bA	1,52 cA	1,36 dA
120	12,16 cA	13,47 bA	6,09 cA	5,89 bA	1,45 cA	1,66 bA
125	12,07 cA	12,99 bA	9,54 aA	8,58 aB	1,34 cA	1,36 dA
130	11,62 cA	11,34 cA	4,76 dA	5,08 cA	1,38 cA	1,49 cA
155	11,84 cA	10,82 cB	6,28 cA	5,93 bA	1,45 cA	1,48 cA
160	15,50 aA	14,02 bA	5,98 cB	6,80 bA	1,42 cB	2,05 aA
184	13,76 bB	16,52 aA	5,58 cA	6,22 bA	1,61 bA	1,53 cA
189	16,77 aA	15,52 aB	6,79 cA	6,18 bA	1,69 bA	1,77 bA
199	15,84 aA	12,45 cB	6,35 cA	5,34 cA	1,34 aA	2,04 aA
203	12,25 cA	12,29 cA	5,11 dB	5,53 cA	1,30 cA	1,57 cA
Cultivar	13,52 A	13,23 B	6,18 A	5,87 B	1,50 A	1,58 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

No que diz respeito à eficiência de uso da água, a maior eficiência apresentada pela cultivar se deu quando esta foi submetida à disponibilidade AD<sub>25%</sub>. Em relação aos clones, somente os genótipos 73, 89 e 184 apresentaram eficiência de uso da água semelhante para as duas disponibilidades hídricas. Os demais foram mais eficientes quando a disponibilidade hídrica foi menor, no tratamento AD<sub>25%</sub> (Tabela 9).

Para o tratamento AD<sub>100%</sub>, os clones mais eficientes no uso da água foram os genótipos 56, 57, 73, 88, 89, 120, 125 e 155, e para AD<sub>25%</sub> somente os clones 73, 184 e 199 diferiram dos demais, sendo estes menos eficientes no uso da água (Tabela 9).



Tabela 9 – Eficiência de utilização de água (EUA) em clones de *Coffea canephora* e na cultivar ‘Conilon – BRS Ouro Preto’, sob disponibilidades hídricas, aos 120 dias após a implementação dos regimes hídricos

Clones	EUA (g MST.kg <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> O)	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>
56	3,78 aB	4,82 aA
57	3,43 aB	4,60 aA
61	2,75 bB	4,44 aA
73	3,51 aA	3,81 bA
88	3,64 aB	4,24 aA
89	3,79 aA	4,72 aA
120	3,67 aB	4,52 aA
125	3,48 aB	4,53 aA
130	3,15 bB	4,46 aA
155	3,48 aB	4,27 aA
160	3,20 bB	4,41 aA
184	3,30 bA	3,86 bA
189	2,94 bB	4,56 aA
199	2,85 bB	3,84 bA
203	3,18 bB	4,54 aA
Cultivar	3,34 B	4,34 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ambos em nível de 5% de probabilidade

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para características da parte aérea e do sistema radicular evidenciam que a menor disponibilidade hídrica fornecida no tratamento AD<sub>25%</sub> afetou negativamente o crescimento do conjunto de genótipos da variedade de café ‘Conilon – BRS Ouro Preto’. Isso ocorre, pois, segundo Taiz e Zeiger (2013), a resposta mais evidente de plantas ao déficit hídrico consiste em menor produção de área foliar, fechamento estomático, aceleração na senescência e abscisão foliar, refletindo diretamente no crescimento vegetal.

Semelhantemente, Dardengo et al. (2009), Araújo et al. (2011) e Rodrigues et al. (2016) observaram que variáveis como área foliar, comprimento e diâmetro do caule, dentre outras, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, foram negativamente afetadas pela ocorrência de déficit hídrico durante o crescimento inicial de cafeeiros.

Alguns materiais, ao serem agrupados por seu comportamento nas diferentes disponibilidades hídricas, apesar de presentes no grupo de menor desempenho para o volume do sistema radicular no tratamento AD<sub>100%</sub>, integraram o grupo com maior volume de raiz na disponibilidade AD<sub>25%</sub>, esse comportamento evidencia materiais

que, apesar de não responderem à irrigação, têm desempenho satisfatório em situação de menor disponibilidade hídrica.

A respeito da produção de biomassa pôde-se observar a mesma tendência encontrada nas características de crescimento vegetativo, com menor acúmulo de massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular. Do mesmo modo esses menores valores são reflexo do menor crescimento vegetativo dos cafeeiros em função da imposição do déficit hídrico que, conforme DaMatta et al. (2008), esse comportamento é uma estratégia para que o vegetal possa se desenvolver em ambientes com restrição hídrica. Da mesma forma, Dias et al. (2005) e Dominghetti et al. (2016) também observaram redução na biomassa ao submeter uma progênie de cafeeiro ao déficit hídrico.

Apesar de a razão entre a massa seca do sistema radicular e da parte aérea não haver diferido entre as diferentes disponibilidades hídricas para a cultivar, alguns clones apresentaram diminuição na referida razão, o que ocorreu por um menor investimento desses materiais em sistema radicular, ficando evidenciado pelo fato de os clones 155 e 184 apresentarem a mesma massa seca da parte aérea em ambas as disponibilidades hídricas, porém para a massa seca do sistema radicular apresentou queda quando os cafeeiros foram submetidos à menor disponibilidade hídrica em AD<sub>25%</sub>.

Para os clones que apresentaram aumento na razão entre a massa seca do sistema radicular e massa seca da parte aérea, tal ocorrência deve-se ao fato de que os materiais, apesar de manter a mesma massa seca do sistema radicular em ambas as disponibilidades hídricas, apresentaram queda no acúmulo de massa seca da parte aérea quando submetidos ao tratamento AD<sub>25%</sub>.

Os resultados obtidos para a concentração de nutrientes na matéria seca foliar da variedade 'Conilon – BRS Ouro Preto' demonstram que a imposição das disponibilidades hídricas afetou a concentração de todos, com exceção do enxofre. Sob a menor disponibilidade hídrica, o nitrogênio apresentou uma maior concentração nos tecidos vegetais foliares, no entanto, é importante ressaltar que aliado a esse aumento, houve, nessa situação, queda na produção de massa seca total (Tabela 6). Conforme relatado por Maia et al. (2005) e Carmo et al. (2011), esse aumento na concentração pode estar relacionado ao efeito de diluição, acarretado pelo menor acúmulo de massa seca comumente observado em plantas submetidas ao déficit hídrico.

As maiores concentrações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos tecidos foliares dos cafeeiros crescidos sob AD<sub>100%</sub>, pode ser explicada pelo fato de os nutrientes no solo serem transportados até a superfície radicular por meio do fluxo de massa ou chegam por meio do processo de difusão e, em ambos os casos, há necessidade de um meio líquido para que ocorra a movimentação (BARBER, 1995; MATIELLO et al., 2009).

Apesar das diferenças observadas nas concentrações dos macronutrientes estudados nos tecidos foliares é importante ressaltar que estas permaneceram dentro da faixa de suficiência para a cultura em pré-florada descrita por Partelli et al. (2016), sendo nitrogênio (23,1 - 28,7 g kg<sup>-1</sup>), fósforo (1,01 - 1,44 g kg<sup>-1</sup>), potássio (9,90 - 14,9 g kg<sup>-1</sup>), cálcio (15,2 - 26,5 g kg<sup>-1</sup>), magnésio (2,57 - 4,65 g kg<sup>-1</sup>) e enxofre (1,02 - 1,71 g kg<sup>-1</sup>).

Com relação à diferença observada entre os clones dentro de uma mesma disponibilidade hídrica e em um mesmo clone sob disponibilidades hídricas diferentes, é importante observar que, como destacado por Souza et al. (2015), há uma grande diversidade genética tanto entre, quanto dentro das populações de *Coffea canephora*, como por exemplo, grupos que possuem alelos de tolerância à seca. Levando-se em consideração que a tolerância ao déficit hídrico não foi o principal fator de seleção dos clones desta variedade, é comum que haja um comportamento diferenciado entre os genótipos que a compõem, sendo alguns mais susceptíveis que os outros conforme destacam Ronchi e DaMatta (2007), o que é reflexo de respostas fisiológicas destes materiais como diferente controle estomático, taxa fotossintética, eficiência de absorção nutricional, dentre outras.

## 6 CONCLUSÕES

A menor disponibilidade hídrica afeta negativamente o crescimento e a produção de matéria seca da variedade de café 'Conilon – BRS Ouro Preto'.

Os clones que compõem a variedade estudada apresentam resposta diferenciada a cada disponibilidade hídrica estudada em pelo menos uma das características avaliadas.

A disponibilidade hídrica no tratamento AD<sub>25%</sub>, embora tenha reduzido os teores foliares de N, K, Ca, Mg e S em relação ao AD<sub>100%</sub>, estes se mantêm na faixa de concentração adequada para a cultura.

A redução da disponibilidade hídrica proporciona aumento da eficiência do uso da água para a cultivar.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. L.; REIS, E. F. dos; MORAES, W. B.; GARCIA, G. de O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café Conilon. **Irriga**, v.16, n.2, p.115-124, 2011.
- BARBER, S.A. **Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. p.330-338.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA-FILHO, L.J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52, 1973.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625p.
- BINSZTOK, J. Agricultura familiar na Amazônia: o contexto da cafeicultura no centro de Rondônia. **Geografias**, Belo Horizonte, n. 02, v. 01, p. 22-33, 2006.
- CARMO, G. A. do; OLIVEIRA, F. R. A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. de A. de; CAMPOS, M. de S.; FREITAS, D. C. de. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.512-518, 2011.
- CARVALHO, M. **Variações morfofisiológicas e eficiência do uso da água em *Ricinus communis* L. submetida ao déficit hídrico regulado**. 2010. 106f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2010.
- CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V.; MORAIS, L. E.; SILVA, P. E. M.; SOUZA, L. T.; DaMATTA, F. M. A fisiologia dos estresses abióticos. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**, Visconde de Rio Branco: Suprema, 2011. 250p.
- COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; BRINATE, S. V. B.; REIS, E. F.; RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; TOMAZ, M. A. **FerCADS: ferramenta para cálculo da água disponível no solo em ambiente controlado (v. 1.0)**. 2015.
- Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. **Acompanhamento de Safra Brasileira: café**, v.4 – Safra 2017, n.1 – Primeiro Levantamento, Brasília, 2017. 98p.
- DaMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.16, n.1, p.1-6, 2004.
- DaMATTA, F. M.; CAVATTE, P. C.; OLIVEIRA, A. A. G.; MARTINS, S. C. V.; WOLFGRAMM, R. **Desenvolvimento de variedades visando a tolerância à seca em *Coffea canephora*: um enfoque fisiológico**. In: Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura, 1., 2008, Alegre, ES. UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2008. p. 125-136.
- DaMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.55-81, 2006.

DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F. dos; PASSOS, R. R. Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro Conilon. **Bioscience Journal**, v.25, n.6, p.1-14, 2009.

DIAS, P. C.; ARAÚJO, W. L.; MORAES, G. A. B. K. de; POMPELLI, M. F.; BATISTA, K. D.; CATEN, A. T.; VENTRELLA, M. C.; DaMATTA, F. M. Crescimento e alocação de biomassa em duas progênies de café submetidas a déficit hídrico moderado. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 4, Londrina, PR. **Anais...** Brasília: Embrapa - Café, 2005. (CD-ROM), 2005.

DOMINGHETTI, A. W.; SOUZA, A. J. de J.; SILVEIRA, H. R. de O.; SANT'ANA, J. A. do V.; SOUZA, K. R. D. de; GUIMARÃES, R. J; LACERDA, J. R. Tolerância ao déficit hídrico de cafeeiros produzidos por estaquia e embriogênese somática. **Coffee Science**, v.11, n.1, p.117-126, 2016.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; DaMATTA, F. M.; GUARÇONI, R. C. Comportamento de clones promissores de café Conilon em condição de déficit hídrico e irrigação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, VI: Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2009. (CD-ROM).

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; MUNER, L.H.; VERDIN-FILHO, A.C.; VOLPI, P.S.; MARQUES, E.M.G.; ZUCATELI, F. **Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. Vitória: Incaper, 2004. 60p.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. de; PORTO FILHO, F. de Q.; GUEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.292-295, 2005.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. M.; FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 72p. (Embrapa Rondônia. Sistemas de Produção, 33).

MARRACCINI, P.; VINECKY, F.; ALVES, G. S. C.; RAMOS, H. J. O.; ELBELT, S.; VIEIRA, N. G.; CARNEIRO, F. A.; SUJII, P. S.; ALEKCEVETCH, J. C.; SILVA, V. A.; DaMATTA, F. M.; FERRÃO, M. A. G.; LEROY, T.; POT, D.; VIEIRA, L. G. E.; SILVA, F. R.; ANDRADE, A. C. Differentially expressed genes and proteins upon drought acclimation in tolerant and sensitive genotypes of *Coffea canephora*. **Journal of Experimental Botany**, v.63, n.11, p.4191-4212, 2012.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte do bolo no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.1, p. 1281-1290, 2009.

NUNES, A. G. L.; SOUZA, F. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F.; PEQUENO, P. L. L.; COSTA, R. S. C.; VENEZIANO, W. **Cultivo de café Robusta em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. Versão Eletrônica (Embrapa Rondônia. Sistemas de Produção, 5).

OLIVEIRA, S. J. M.; ARAÚJO, L. V. Aspectos econômicos da cafeicultura. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015. p 27-37.

PARTELLI, F. L.; GOMES, W. R.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; ESPINDULA, M. C. Normas foliares e diagnóstico nutricional do cafeeiro conilon na pré-florada e granação, no Espírito Santo. **Coffee Science**, v.11, n.4, p. 544-554, 2016.

PINTO, C. M.; TÁVORA, F. J. F. A; BEZERRA, M. A.; CORRÊA, M. C. M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **Revista de Ciência Agronômica**, v.39, n.3, p.429-436, 2008.

RAMALHO, A. R.; ROCHA, R. B.; VENEZIANO, W.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; SANTOS, M. M. Conilon 'BRS Ouro Preto': cultivar de café clonal para Amazônia Ocidental. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, IX: Curitiba. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2015. (CD-ROM).

RESENDE, O.; ARCANJO, R. V.; SIQUEIRA, V. C.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática para a secagem de clones de café (*Coffea canephora* Pierre) em terreiro de concreto. **Acta Scientiarum**, v.31, p.189-196, 2009.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F. dos; GARCIA, G. de O. Disponibilidade hídrica no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro Conilon. **Coffee Science**, v.10, n.1, p.46-55, 2015.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; SILVA, N. K. C.; RIBEIRO, W. R.; REIS, E. F. dos R. Crescimento inicial do cafeeiro Conilon sob déficit hídrico no solo. **Coffee Science**, v.11, n.1, p.33-38, 2016.

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

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; FERREIRA, M. G. R.; ROCHA, J. F.; ESPINDULA, M. C.; ALVES, E. A. Acclimatization of micropropagated plantlets of *Coffea canephora*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 5, n.1, p. 12-19, 2014.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, A. C.; SILVA, A. N.; COELHO, G.; REZENDE, F. C.; SATO, F. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n.1, p.21-25, 2008.

SILVA, F. de 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: **Anais...** American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, R. F.; OLIVEIRA, E. C.; JUSTINO, F. B.; GROSSI, M. C. Influência das mudanças climáticas na cultura do milho na área da Amazônia Legal. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XVI: Belém. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2010.

SOUZA, F. de F.; FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de. Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora*. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015. p.85-95.

SOUZA, F. F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. dos. **Características das principais variedades de café cultivados em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 26p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 93).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.