

## ACÚMULO DE BIOMASSA E ESTADO NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora* (Rubiaceae) SUBMETIDOS AOS DÉFICIT HÍDRICO<sup>1</sup>

Larissa Cristina Torrezani Starling Reinicke<sup>2</sup>; Lima Deleon Martins<sup>3</sup>; Wagner Nunes Rodrigues<sup>4</sup>; Tyago Matheus Reinicke<sup>5</sup>; José Francisco Teixeira do Amaral<sup>6</sup>; Marcelo Antônio Tomaz<sup>7</sup>; Marcelo Curitiba Espindula<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/CPAFRO

<sup>2</sup> Professora, MS, Instituto Federal de Rondônia, Cacoal-RO, larissa.starling@ifro.edu.br

<sup>3</sup> Phd, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, deleon\_lima@hotmail.com

<sup>4</sup> Phd, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, wagnernunes@outlook.com

<sup>5</sup> Analista Ambiental, Esp, Secretaria do Estado de Desenvolvimento Ambiental, Cacoal-RO, tyagoreinicke@gmail.com

<sup>6</sup> Professor, DSc, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, jftamaral@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Professor, DSc, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, tomazamarcelo@yahoo.com.br

<sup>8</sup> Pesquisador, DSc, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Porto Velho-RO, marcelo.espindula@embrapa.br

**RESUMO:** O estudo avaliou o efeito da disponibilidade de água no estado nutricional de 15 genótipos da cultivar clonal “Conilon BRS Ouro Preto” de *Coffea canephora* cultivada em dois ambientes contrastantes em termos de disponibilidade hídrica. Parâmetros de produção de biomassa e estado nutricional foram estimados após 170 dias de cultivo nestes ambientes contrastantes. A variabilidade das respostas entre os genótipos indicou um fator favorável para identificar a diversidade entre esses genótipos e para seleção, visando explorar seus parâmetros nutricionais, especialmente para a concentração de fósforo e magnésio em tecidos vegetais. O cultivo em ambientes com baixo suprimento hídrico causou perdas de até 29% na produção de biomassa das plantas jovens (com maiores perdas observadas na parte aérea); a magnitude dessas perdas variou entre os genótipos. Os genótipos 125 e 155 acumularam quantidades significativamente maiores de biomassa quando comparados aos demais, independentemente do suprimento de água. No geral, os valores nutricionais dos genótipos testados apresentaram maior inflexibilidade metabólica em relação ao estresse hídrico do que o relatado para outras cultivares de café Robusta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Café, nutrição mineral, déficit hídrico, diversidade.

## BIOMASS ACUMULATION AND NUTRITIONAL STATUS OF *Coffea canephora* (Rubiaceae) GENOTYPES SUBMITTED TO WATER DEFICIT

**ABSTRACT:** We examined the effect of water availability on the nutritional status of 15 genotypes of the clonal cultivar “Conilon BRS Ouro Preto” of *Coffea canephora* grown in two contrasting environments in terms of water availability. Biomass production and nutritional status parameters were estimated after 170 days of cultivation in these contrasting environments. The variability of responses among genotypes indicated a favorable for identifying diversity among these genotypes and for selection aiming to explore their nutritional parameters, especially for the concentration of phosphorus and magnesium in green tissues. Cultivation in the environments with low water supply caused losses up to 29% in the biomass production of the young plants (with most severe losses observed for the aerial part); the magnitude of these losses varied among genotypes. Genotypes 125 and 155 accumulated significantly higher amounts of biomass when compared to the others, regardless of the water supply. Overall, the nutritional values of the tested genotypes showed greater metabolic inflexibility towards water stress than what is reported for other cultivars of Robusta coffee.

**KEY WORDS:** Coffee, mineral nutrition, water deficit, diversity.

### INTRODUÇÃO

A agricultura é constantemente desafiada por estresses abióticos e bióticos que muitas vezes influenciam negativamente as culturas, geralmente causando alterações indesejadas nas plantas (PINTO, et al., 2008). As perdas causadas pelo déficit hídrico podem ser uma das mais limitantes para o crescimento e o desenvolvimento das plantas (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).

Entre os genótipos de *Coffea canephora* que atualmente são recomendados e cultivados, existem alguns que são capazes de sobreviver e produzir satisfatoriamente mesmo sob condições moderadas de estresse hídrico (FERRÃO et al., 2000; DAMATTA, 2004). Essa tolerância ocorre naturalmente em quase todas as espécies, mas sua extensão varia entre espécies e mesmo dentro das espécies (MARKESTEIJN, 2010). Esse fenômeno geralmente resulta de fatores integrados em todos os níveis organizacionais: anatômicos, morfológicos, celulares, bioquímicos e moleculares, como inibição da expansão foliar, abscisão foliar, maior crescimento radicular e regulação estomática (TAIZ e ZEIGER, 2013).

As mudanças climáticas e o aumento da taxa de eventos de extremos climáticos, como secas prolongadas (ASSAD et al., 2004; BUNN et al., 2015), aumentaram a necessidade de encontrar genótipos com maior probabilidade de tolerância a estresse hídrico, logo, a seleção desses materiais deve ser uma prioridade para o melhoramento e pesquisa do café (MARRACCINI et al., 2012).

A disponibilidade de água é importante no equilíbrio nutricional das plantas. Sendo fundamental nos processos metabólicos e regula a absorção de nutrientes minerais do solo, translocação entre os órgãos, trocas gasosas e a atividade metabólica (MARTINS et al., 2014). Portanto, a disponibilidade de água influencia na absorção e disponibilidade de nutrientes na planta e no solo, tornando-se importante estudos para otimizar o uso da água. Assim este experimento teve como objetivo verificar como o suprimento de água afeta o estado nutricional em vários genótipos de *C. canephora*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação instalada no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. Com altitude de 256 m, temperatura entre 24 °C a 32 °C; umidade média do ar de 85% e precipitação anual de 2.250 mm.

O cultivo foi realizado em vasos plásticos de 18 litros de volume preenchidos com 10 kg solo. O solo foi coletado de um campo coberto por vegetação nativa, na profundidade de 10-20 cm, seco à sombra, homogeneizado com peneira de malha de 4,0 mm. Uma amostra foi analisada para determinar seus atributos físico-químicos (EMBRAPA, 1997), que foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo e textura média (33% de argila, 15% de silte e 52% de areia). A análise físico-química foi utilizada para estabelecer o manejo da adubação necessário para o crescimento inicial das plantas de café. Os níveis nutricionais da fertilização foram estabelecidos com base na recomendação para ambientes controlados (NOVAIS et al., 1991).

O experimento seguiu um esquema fatorial 15x2, estudando 15 genótipos melhorados de *C. canephora* e dois ambientes modificados para os níveis de suprimento de água. Seguiu-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e uma planta por vaso como parcela experimental. Os 15 genótipos utilizados no experimento (referidos como 56, 57, 61, 73, 88, 89, 120, 125, 130, 155, 160, 184, 189, 199 e 203) compõem todo o grupo de genótipos da cultivar “Conilon BRS Ouro Preto”, recomendado para o plantio no Estado de Rondônia. Foram usadas mudas com quatro pares de folhas expandidas.

Foi realizada uma análise físico-hídrica do solo, segundo a metodologia proposta pela Embrapa (1997), que estabeleceu a umidade do solo na capacidade de campo (tensão de 10 kPa) em 23,73% e em ponto de murcha permanente (tensão de 1.500 kPa) como 15,74%. Esses resultados foram utilizados para determinar a disponibilidade total de água no solo e manejar a irrigação, seguindo a metodologia descrita por Bernardo et al. (2008). Após o transplante e a adubação, a superfície do solo de cada vaso foi protegida e coberta com uma camada de poliestireno expandido para evitar perdas de água por evaporação.

Os dois níveis de suprimento de água utilizados no experimento foram estabelecidos visando permitir que as plantas de desenvolvessem em condições contrastantes de disponibilidade hídrica. O nível de 100% de água disponível no solo foi utilizado como referência padrão. O suprimento hídrico em cada vaso foi monitorado diariamente pela pesagem dos vasos com uma balança analítica, permitindo que essa disponibilidade hídrica atingisse níveis diferentes de acordo com o nível estabelecido para os tratamentos. As plantas selecionadas para serem mantidas em condições de maior suprimento de água foram irrigadas diariamente para retornar à disponibilidade de água no solo a 100% constantemente, enquanto o solo das parcelas selecionadas para serem cultivadas com baixo suprimento hídrico foi reduzido ao nível de 25% de disponibilidade de água antes que a irrigação retornasse ao nível de referência de 100%. Essas condições para a irrigação começaram no 50º dia após o transplante de mudas de café para os vasos e foram mantidos até o 170º dia.

Aos 170 dias de cultivo, os órgãos da planta (folhas, caules e raízes) foram cortados e separados em sacos de papel, que foram então secos em estufa até que suas massas atingissem um peso constante. O peso representa a biomassa, expressa em matéria seca de raízes, folhas, parte aérea (ramos + folhas) e total (parte aérea + raízes). Após a secagem, a matéria seca das folhas foi triturada obtendo um pó homogêneo. Amostras em triplicata do pó foram usadas para determinar a concentração dos nutrientes nos tecidos da folha seguindo a recomendação da Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F para identificar as interações e diferenças entre os níveis de cada fator. As médias dos genótipos foram analisadas pelo teste de Scott-Knott e as médias dos suprimentos hídricos pelo teste de Tukey (ambos a 5% de probabilidade).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produção de biomassa, diferentes formas de acúmulo e alocação entre os órgãos das plantas foram observados para os genótipos, bem como diferenças significativas causadas pelas mudanças no suprimento hídrico (Tabela 1).

Para a maioria dos genótipos, as plantas do ambiente com menor oferta de água ( $AD_{25\%}$ ) apresentaram menores taxas de crescimento e, portanto, menor acúmulo de biomassa. Entretanto, essa limitação de crescimento foi menos pronunciada para a biomassa radicular, para a qual apenas os genótipos 73, 155, 184 e 203 diferiram do ambiente com adequado suprimento hídrico ( $AD_{100\%}$ ), apresentando perdas de aproximadamente 37%, 22%, 23% e 14%, respectivamente.

Tabela 1. Matéria seca acumulada em raízes (MSR), folhas (MSF), parte aérea (MSPA) e total (MST) de 15 genótipos de *Coffea canephora* (cultivar “Conilon - BRS Ouro Preto”), após 170 de cultivo com diferentes níveis de disponibilidade hídrica (nível de 100% e 25% da água disponível no solo, referido como AD<sub>100%</sub> e AD<sub>25%</sub>, respectivamente).

Genótipo	MSR (g)		MSF (g)		MSPA (g)		MST (g)	
	AD <sub>100%</sub>	AD <sub>25%</sub>	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	37.93 dA	38.47 cA	53.70 bA	40.63 bB	90.95 bA	73.77 bB	128.91 cA	112.23 cB
57	46.38 cA	42.81 cA	62.92 aA	50.40 aB	104.53 aA	79.30 bB	148.06 bA	125.06 bB
61	51.08 bA	58.76 aA	48.33 cA	45.17 bA	99.86 aA	86.10 aB	134.06 cA	141.44 aA
73	64.73 aA	40.95 cB	48.27 cA	43.25 bB	100.57 aA	79.45 bB	166.96 aA	117.67 cB
88	36.70 dA	30.32 dA	55.80 bA	48.24 aB	98.90 aA	85.30 aB	134.03 cA	115.79 cB
89	50.63 bA	46.08 bA	51.57 cA	51.93 aA	92.23 bA	93.75 aA	138.46 cA	145.82 aA
120	53.33 bA	47.74 bA	57.65 bA	48.03 aB	108.78 aA	90.43 aB	158.24 bA	138.18 aB
125	60.95 aA	56.23 aA	55.83 bA	45.73 bB	104.03 aA	88.51 aB	167.54 aA	144.74 aB
130	54.37 bA	48.90 bA	55.65 bA	48.00 aB	95.95 aA	87.33 aB	151.53 bA	140.53 aA
155	62.55 aA	48.69 bB	49.07 cA	49.27 aA	86.83 bA	81.67 bA	164.49 aA	132.35 aB
160	62.59 aA	53.11 aA	54.10 bA	42.30 bB	100.70 aA	80.45 bB	160.62 aA	126.48 bB
184	58.43 aA	45.22 bB	34.55 dA	39.62 bA	70.65 cA	71.43 bA	131.30 cA	119.79 cB
189	49.74 bA	45.80 bA	49.63 cA	48.30 aA	82.48 bA	84.03 aA	136.23 cA	128.61 bA
199	41.05 dA	42.01 cA	51.43 cA	43.37 bB	89.05 bA	78.02 bB	131.09 cA	118.61 cB
203	54.36 bA	46.68 bB	60.05 aA	50.17 aB	96.18 aA	87.84 aA	154.85 bA	136.78 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem pelos testes Tukey ou Scott-Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Em relação às diferenças no acúmulo de biomassa no sistema radicular, foi possível identificar quatro grupos homogêneos de genótipos para ambas as condições de suprimento hídrico. Os genótipos 125 e 160 apresentaram maiores médias de biomassa radicular, independentemente do nível de água disponível no solo, enquanto o genótipo 88 apresentou as menores médias de matéria seca das raízes em ambas as condições (Tabela 1).

Para a matéria seca foliar, foi observada influência negativa da restrição hídrica na maioria dos genótipos, resultando em folhas menores, perdas de 10% e 24%, quando o nível de disponibilidade hídrica foi de 25% no solo. Apenas os genótipos 61, 89, 155, 184 e 189 mantiveram biomassa foliar semelhante, independente do suprimento hídrico. A limitação do suprimento hídrico diminuiu a diferenciação entre os genótipos; enquanto foi possível identificar quatro grupos diferentes de genótipos homogêneos sob a condição de maior oferta, foi possível observar apenas dois grupos quando o nível de disponibilidade de água no solo foi de 25%. Os genótipos 57 e 203 destacaram-se pelo desenvolvimento da maior biomassa foliar, independentemente da disponibilidade hídrica, enquanto o genótipo 184 apresentou médias inferiores sob ambas as condições (Tabela 1).

O acúmulo de biomassa na parte aérea dos genótipos 89, 155, 184, 189 e 203 não diferiu com a mudança no suprimento hídrico. Para os demais, o menor suprimento hídrico causou perdas entre 9 e 24% no acúmulo de biomassa na parte aérea. Semelhante à biomassa foliar, o menor suprimento hídrico também causou uma diminuição nas diferenças observáveis entre os genótipos para biomassa da parte aérea. Enquanto três grupos diferentes foram observados sob a condição de adequado suprimento hídrico, apenas dois foram diferenciáveis com o baixo suprimento. O genótipo 184 também apresentou o menor acúmulo de biomassa na parte aérea sob ambas as condições de suprimento hídrico; enquanto os genótipos 61, 88, 120, 125, 130 e 203 se agruparam com maior biomassa da parte aérea, independentemente do nível de suprimento hídrico (Tabela 2). No geral, a limitação causada pela restrição hídrica causou perdas entre 8% e 29% na matéria seca total; esse efeito negativo não foi observado apenas para os genótipos 61, 89, 130 e 189.

Três grupos homogêneos de genótipos foram observados em ambos os ambientes. Os genótipos 125 e 155 destacaram-se em termos de acúmulo de biomassa total elevada em ambas as condições de suprimento hídrico, enquanto os genótipos 56, 88, 184 e 199 apresentaram menor produção total de biomassa, independentemente do nível de água disponível no solo (Tabela 1). O genótipo 73 mostrou-se altamente responsivo ao suprimento hídrico, pois apesar de pertencer ao grupo com menor acúmulo de biomassa quando cultivado com baixo suprimento hídrico, este genótipo respondeu ao maior suprimento hídrico com ganho de 42% em sua biomassa total.

Houve menor alocação de biomassa no sistema radicular em relação à parte aérea e, para a maioria dos genótipos, os efeitos da restrição do suprimento hídrico causaram maiores perdas na biomassa de folhas e ramos. O crescimento contínuo do sistema radicular combinado com o crescimento reduzido de folhas é uma estratégia para diminuir a perda de água pela transpiração, que pode ser desenvolvida sob condições de déficit hídrico, o que foi observado em vários genótipos de café (DAMATTA et al., 2004; DOMINGHETTI et al., 2016).

Houveram diferenças significativas na concentração de macronutrientes primários nos tecidos verdes entre os genótipos e entre as condições de suprimento hídrico. A interação entre os fatores foi desdobrada e é apresentada na Tabela 2.

A concentração de nitrogênio nos tecidos foliares não foi influenciada pela alteração do suprimento hídrico para a maioria dos genótipos; no entanto, observou-se maior concentração para as condições de menor oferta de água para os

genótipos 73 e 203, que apresentaram ganhos de 26 e 34% de seu teor de nitrogênio, respectivamente. A limitação do suprimento hídrico diminuiu a diferenciação entre genótipos; enquanto foi possível identificar dois grupos homogêneos no ambiente com adequado suprimento, não houve diferenciação entre os genótipos no ambiente com baixo suprimento. Os genótipos 56, 61, 88, 155, 184, 189 e 199 destacaram-se por apresentar as maiores concentrações de nitrogênio em seus tecidos quando a água disponível estava próxima de 100% (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração de macronutrientes primários em tecidos foliares de 15 genótipos de *Coffea canephora* (cultivar Conilon - BRS Ouro Preto), após 170 de cultivo com diferentes níveis de suprimento de água (nível de 100% e 25% da água disponível no solo, referido como AD<sub>100%</sub> e AD<sub>25%</sub>, respectivamente).

Genótipo	N (g kg <sup>-1</sup> )		P (g kg <sup>-1</sup> )		K (g kg <sup>-1</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	28.57 aA	31.35 aA	1.54 bA	2.14 bA	25.05 cB	30.67 aA
57	24.70 bA	29.39 aA	1.94 bA	1.65 bA	29.91 cA	27.04 bA
61	30.85 aA	27.66 aA	2.01 bA	2.10 bA	32.25 bA	25.76 bB
73	25.15 bB	31.81 aA	2.45 bA	2.58 aA	29.47 cA	26.03 bA
88	27.89 aA	27.02 aA	2.34 bA	1.53 bB	34.57 bA	29.77 aA
89	24.79 bA	25.56 aA	2.08 bA	2.10 bA	34.10 bA	32.10 aA
120	23.46 bA	27.89 aA	2.99 aA	2.71 aA	33.56 bA	30.31 aA
125	21.32 bA	23.42 aA	2.53 bA	2.49 aA	32.10 bA	29.22 aA
130	23.74 bA	27.71 aA	2.36 bA	1.98 bA	31.05 cA	28.19 bA
155	28.48 aA	28.80 aA	1.98 bA	2.04 bA	32.86 bA	31.51 aA
160	22.81 bA	27.16 aA	3.49 aA	2.43 aB	34.46 bA	30.58 aA
184	28.16 aA	28.16 aA	2.44 bA	2.05 bA	30.32 cA	30.31 aA
189	30.21 aA	30.53 aA	1.88 bA	1.78 bA	32.79 bA	30.75 aA
199	31.08 aA	33.54 aA	3.23 aA	2.93 aA	44.57 aA	33.70 aB
203	22.05 bB	29.58 aA	2.04 bA	1.95 bA	34.99 bA	32.77 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem pelos testes Tukey ou Scott-Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Para o fósforo, a limitação no suprimento hídrico apenas causou um efeito negativo na concentração foliar dos genótipos 88 e 160, com perdas variando de 30 a 35%. Foi possível diferenciar dois grupos homogêneos de genótipos em cada ambiente quanto ao teor de fósforo. Os genótipos 120, 160 e 199 apresentaram as maiores concentrações de fósforo em seus tecidos nas duas condições de suprimento hídrico (Tabela 2).

Perdas também foram observadas para o teor de potássio nos genótipos 61 e 199, que tiveram concentrações 20-24% menores quando cultivadas com baixo suprimento hídrico. Para a maioria dos outros genótipos, o teor de potássio não foi modificado pela mudança no suprimento hídrico. No entanto, o genótipo 56 apresentou um ganho de 22% na concentração de potássio com a restrição na água disponível. Três grupos homogêneos foram diferenciados quanto ao teor de potássio no ambiente com adequado suprimento hídrico, enquanto apenas dois foram observados para as plantas submetidas ao baixo suprimento. O genótipo 199 destacou-se nos dois ambientes, apresentando maior concentração de potássio em suas folhas (Tabela 2).

A concentração de macronutrientes secundários pareceu ser menos afetada pela mudança no suprimento hídrico, pois a maioria dos genótipos apresentou teores semelhantes de cálcio, magnésio e enxofre em ambos os ambientes (Tabela 3). A condição de baixo suprimento hídrico alterou a concentração de cálcio apenas para os genótipos 88 e 184, causando perdas de 22 e 25%, respectivamente. Dois grupos de médias homogêneas foram identificados para os dois ambientes; entretanto, os genótipos que formaram esses grupos diferiram conforme da condição de suprimento hídrico. Os genótipos 89, 184 e 189 se destacaram por estarem nos grupos de maior teor em ambas as condições (Tabela 3).

Os genótipos 56, 88 e 155 apresentaram alterações no teor de magnésio dependendo das condições de suprimento hídrico, com ganho de 32% para o genótipo 88 e perdas de 25-28% para os genótipos 56 e 155 com aumento do suprimento hídrico. Os genótipos foram agrupados em três grupos no ambiente com adequado suprimento hídrico e dois quando cultivados com baixo suprimento. Os genótipos 56, 61, 130, 135, 184 e 203 foram agrupados nos menores grupos de concentração desse nutriente, independentemente do suprimento hídrico; enquanto o genótipo 125 apresentou maiores teores nas duas condições (Tabela 3).

A concentração de enxofre nos tecidos foliares foi afetada apenas pela restrição do suprimento hídrico dos genótipos 56, 61, 88 e 160. Entre estes, os genótipos 56, 88 e 160 apresentaram ganhos no conteúdo nutricional de 27 a 44%, enquanto o genótipo 61 apresentou uma perda de 27% quando o suprimento hídrico foi adequado. Dois grupos homogêneos foram identificados para o ambiente com adequado suprimento hídrico e três para o ambiente com baixo suprimento. Os genótipos 189 e 199 estavam nos grupos de maior concentração de enxofre nas duas condições de disponibilidade hídrica (Tabela 3).

Houve mudanças significativas na concentração de nutrientes na biomassa de muitos genótipos causada pela imposição de diferentes disponibilidades hídricas. Como a água é um fator importante na absorção, transporte e uso de nutrientes,

essa é uma relação comum descrita em vários artigos envolvendo interações entre a disponibilidade de água e nutrição mineral (REZENDE et al., 2010; DOMINGHETTI et al., 2014).

Tabela 3. Concentração de macronutrientes secundários em tecidos foliares de 15 genótipos de *Coffea canephora* (cultivar Conilon - BRS Ouro Preto), após 170 de cultivo com diferentes níveis de suprimento de água (nível de 100% e 25% da água disponível no solo, referido como AD<sub>100%</sub> e AD<sub>25%</sub>, respectivamente).

Genótipo	Ca (g kg <sup>-1</sup> )		Mg (g kg <sup>-1</sup> )		S (g kg <sup>-1</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	10.50 bA	12.82 bA	5.02 cB	6.42 bA	13.03 bB	18.65 aA
57	13.36 aA	13.33 bA	6.14 bA	5.35 bA	14.09 bA	12.55 cA
61	12.43 bA	11.85 bA	4.36 cA	5.20 bA	18.97 aA	13.91 cB
73	11.45 bA	12.89 bA	6.35 bA	6.06 bA	13.46 bA	12.61 cA
88	14.35 aA	11.25 bB	7.42 aA	5.56 bB	13.75 bB	18.86 aA
89	14.91 aA	16.16 aA	6.05 bA	5.70 bA	15.15 bA	14.22 cA
120	12.16 bA	12.46 bA	6.07 bA	5.30 bA	14.54 bB	17.72 aA
125	13.61 aA	12.99 bA	8.66 aA	8.58 aA	16.11 bA	13.56 cA
130	11.62 bA	11.34 bA	4.76 cA	5.08 bA	13.75 bA	15.74 bA
155	11.84 bA	10.82 bA	4.49 cB	5.93 bA	14.46 bA	16.21 bA
160	15.50 aA	14.02 bA	5.98 bA	6.80 bA	14.20 bB	20.45 aA
184	13.76 aB	17.23 aA	5.58 cA	6.72 bA	14.62 bA	15.97 bA
189	15.67 aA	15.52 aA	6.40 bA	6.18 bA	16.85 aA	17.70 aA
199	15.84 aA	13.29 bA	6.35 bA	5.60 bA	19.39 aA	19.47 aA
203	12.25 bA	12.29 bA	5.11 cA	5.53 bA	13.83 bA	15.74 bA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem pelos testes Tukey ou Scott-Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade.

O ambiente com baixa oferta de água promoveu ainda maior concentração de N, K, Ca, Mg e S nas folhas dos genótipos 56, 73, 88, 155, 160, 184 e 203. Entretanto, esses genótipos também apresentaram diminuição na produção total de matéria seca (Tabela 1). Esse aumento no conteúdo nutricional pode estar relacionado a uma concentração do nutriente nas folhas (MAIA et al., 2005; CARMO et al., 2011), pois pequenas quantidades de nutrientes sendo translocadas para as folhas (maior metabolismo) podem causar uma maior concentração final nas folhas menores (menor biomassa).

Em outros casos, o baixo suprimento hídrico teve o efeito oposto, diminuindo o conteúdo nutricional de P, K, Ca, Mg e S de alguns genótipos (61, 88, 160 e 199). O fato de que alguns nutrientes no solo são principalmente transportados para as raízes por meio do fluxo de massa ou através de um processo de difusão torna o fenômeno inteiramente dependente de um meio líquido para a ocorrência do movimento, que é auxiliado pela água presente no solo (BARBER, 1995; MATIELLO et al., 2009). Além disso, a eficiência dos mecanismos morfológicos e fisiológicos que determinam a absorção e utilização de nutrientes pelas plantas é influenciada pela expressão de caracteres geneticamente controlados e o comportamento heterogêneo entre os genótipos de café é amplamente relatado (CARELLI et al., 2006; MARTINS et al., 2013; 2015a; 2015b; RODRIGUES et al., 2015).

Considerando que a tolerância ao estresse hídrico não foi o principal critério de seleção dos genótipos para compor a cultivar clonal “Conilon BRS Ouro Preto”, já era esperada a existência de diferentes comportamentos entre os genótipos. A expressão de diferentes níveis de tolerância, resultado de respostas fisiológicas intrínsecas desses genótipos, poderia estar relacionada ao controle estomático distinto, taxas fotossintéticas, alterações foliares, arquitetura da copa, ou mesmo a eficiência na absorção e uso de nutrientes, entre outros (DAMATTA, 2004).

## CONCLUSÕES

1. Houve considerável variabilidade no acúmulo de biomassa e no teor nutricional entre os genótipos da cultivar clonal “Conilon BRS Ouro Preto”, com diferentes padrões de resposta à disponibilidade de água no solo.
2. O cultivo em ambientes com baixo suprimento de água causou perdas de até 29% na produção de biomassa das plantas jovens (com perdas mais severas na parte aérea), mas a magnitude dessas perdas variou com o genótipo.
3. Os genótipos 125 e 155 acumularam maiores quantidades de biomassa quando comparados aos demais, independentemente do suprimento de água.
4. Em geral, os índices nutricionais dos genótipos apresentam maior inflexibilidade metabólica em relação ao estresse hídrico do que o relatado para outras cultivares de café Robusta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO, J. R. J. & ÁVILA, A. M. H. Climatic changes impact in agroclimatic zoning of coffee in Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* 39: 1057-1064. (2004).

- BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. 2<sup>a</sup> ed. John Wiley & Sons, New York. (1995).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A. & MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8<sup>a</sup> ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. (2008).
- BRAGANÇA, S. M. ; PREZOTTI, L. C. & LANI, J.A. Nutrição do cafeeiro conilon. In: Café conilon (FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. et al., eds.). Incaper, Vitória. (2007).
- BUNN, C.; LÄDERACH, P.; RIVERA, O. O. & KIRSCHKE, D. A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Clim. Change*. 129: 89-101. (2015).
- CARELLI, M. L. C.; FAHL, J.I. & RAMALHO, J. D. C. Aspects of nitrogen metabolism in coffee plants. *Braz. J. Plant Physiol.* 18: 9-21. (2006).
- CARMO, G. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F.A. et al. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient*, 5: 512-518. (2011).
- CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V.; MORAIS, L. E.; SILVA, P. E. M. et al. Fisiologia dos estresses abióticos. In: Melhoria de plantas para condições de estresses abióticos (FRITSCHÉ-NETO R.; BORÉM, A. eds.). Suprema, Visconde de Rio Branco. (2011).
- DAMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Braz. J. Plant Physiol.* 16: 1-6. (2004).
- DOMINGHETTI, A. W.; SCALCO, M. S.; GUIMARÃES, R. J.; SILVA, D. R. G.; CARVALHO, J. P. S. et al. Phosphorus doses and irrigation on nutrition of coffee leaf. *Rev. bras. eng. agríc. ambient*. 18: 1235-1240. (2014).
- DOMINGHETTI, A. W.; SOUZA, A. J. J.; SILVEIRA, H. R. O.; SANT'ANA, J. A. V. et al. Tolerância ao déficit hídrico de cafeeiros produzidos por estaquia e embriogênese somática. *Coffee Sci.* 11: 117-126. (2016).
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2<sup>a</sup> ed. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Rio de Janeiro. (1997).
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; SILVEIRA, J. S. M.; FERRÃO, M. A. G. et al. Emcapa 8141 – Robustão Capixaba: a cloned variety of drought-tolerant conilon coffee in Espírito Santo. *Rev. Ceres*. 47(273): 555-559. (2000).
- MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; PORTO FILHO, F. Q.; GUEYI, H. R. et al. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient*. 9: 292-295. (2005).
- MALAVOLTA, E. Avaliação nutricional do cafeeiro. Simpósio Estadual do Café. Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café, Vitória. (1996).
- MARKESTEIJN, L. Drought tolerance of tropical species: functional traits, trade-offs and species distribution. Wageningen, Netherlands. (2010).
- MARRACCINI, P.; VINECKY, F.; ALVES, G. S. C.; RAMOS, H. J. O. et al. Differentially expressed genes and proteins upon drought acclimation in tolerant and sensitive genotypes of *Coffea canephora*. *J. Exp. Bot.* 63: 4191-4212. (2012).
- MARTINS, L. D.; MACHADO, L.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. The nutritional efficiency of *Coffea* spp. a review. *Afr. J. Biotechnol.* 14: 728-734. (2015a).
- MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; MACHADO, L.; BRINATE, S. V. B. et al. Evidence of genetic tolerance to low availability of phosphorus in the soil among genotypes of *Coffea canephora*. *Gen. Mol. Res.* 14: 10576-10587. (2015b).
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; BRAGANCA, S. M. et al. Efficiency and response of conilon coffee clones to phosphorus fertilization. *Rev. Ceres*. 60: 406-411. (2013).
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Combined effects of elevated [CO<sub>2</sub>] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. plants. *Climatic Change* 126: 365-379. (2014).
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Combined effects of elevated [CO<sub>2</sub>] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. plants. *Climatic Change* 126: 365-379. (2014).
- MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F. et al. Transporte do boro no solo e sua absorção por eucalipto. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 33: 1281-1290. (2009).
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. & BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Métodos de pesquisa em fertilidade do solo (OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. eds.). Embrapa, Brasília. (1991).
- 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. *Rev. Ciênc. Agron.* 39: 429-436. (2008).
- REZENDE, R.; HELBEL JUNIOR, C.; SOUZA, R. S.; ANTUNES, F. M. et al. Initial growth of two coffee cultivars in different hydric regimes and fertigation dosages. *Eng. Agríc.* 30: 447-458. (2010).
- RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; MARTINS, L. D.; BRINATE, S. V. B. et al. Nutritional components of growth of Arabica coffee genotypes cultivated under different levels of phosphorus fertilization studied by path analysis. *Austr. J. Crop Sci.* 9: 1214-1220. (2015).
- SANTOS, R. F. & CARLESSO, R. Water deficit and morphologic and physiologic behavior of the plants. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient*. 2: 287-294. (1998).
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5<sup>a</sup> ed. Artmed, Porto Alegre. (2013).