

TEOR DE NUTRIENTES FOLIARES E PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE EUCALIPTO SUBMETIDOS À IRRIGAÇÃO LOCALIZADA EM AQUIDAUANA – MS

Kelvin Rosalvo Melgar Brito^{1*}, Adriano da Silva Lopes², Eder Duarte Fanaya Júnior³, Jean Lopes de Oliveira⁴, Isabela Braga Belchior⁵

¹ Doutorando no programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de concentração em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS). Aquidauana - MS. *E-mail do autor correspondente: kelvin_rosalvo@hotmail.com.

² Prof. Associado no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Área de concentração em Produção Vegetal). Unidade Universitária de Aquidauana. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS. Aquidauana - MS.

³ Pós-Doutorando PNPD do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Área de concentração em Produção Vegetal). Unidade Universitária de Aquidauana. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS. Aquidauana – MS.

⁴ Doutorando em Ciências Florestais; Área de estudo: Tecnologia de produtos Florestais. Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES.

⁵ Doutoranda em Engenharia Florestal. Departamento de Ciências Florestais, UFLA. Lavras – MG.

Recebido: 02/06/2020; Aceito: 02/12/2020

RESUMO: A silvicultura apresenta forte papel no desenvolvimento econômico e social brasileiro e no estado de Mato Grosso do Sul. O eucalipto é a cultura florestal mais bem cultivada, devido aos altos investimentos tecnológicos em sua produção, uso de pesquisa de ponta e consequentes aumentos na demanda dos produtos oriundos desta espécie. Porém, como qualquer vegetal exposto as mais variadas situações a campo, entre as mais comuns de se achar são a deficiência hídrica e nutricional, que desencadeiam comportamentos fisiológicos indesejáveis. Assim esse trabalho teve como objetivo relacionar a concentração de nutrientes foliares (nitrogênio, fósforo e boro) com o volume de madeira do eucalipto submetidos à dois sistemas de irrigação. O experimento foi realizado na área experimental de irrigação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana-MS. O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, utilizando quatro repetições. As parcelas foram compostas pelos tratamentos de irrigação (gotejamento e microaspersão) e área sem irrigação; e as subparcelas compostas pelos híbridos de eucalipto, apenas com adubação de plantio. Os maiores acúmulos de biomassa foram apresentados pelos tratamentos irrigados. O nitrogênio foliar não variou significativamente nos períodos avaliados, porém, obteve correlação positiva com o volume de madeira para o manejo sem irrigação. Os tratamentos irrigados proporcionaram maiores concentrações foliares de fósforo e volume de madeira. O boro foi o nutriente mais suscetível a variações foliares.

Palavras-chave: Floresta irrigada. Grancam. Gotejamento. Microaspersão. Urograndis.

LEAF NUTRIENTS CONTENT AND HYBRID PRODUCTIVITY SUBMITTED TO LOCALIZED IRRIGATION IN AQUIDAUANA - MS

ABSTRACT: Forestry plays a strong role in economic and social development in Brazil and in the state of Mato Grosso do Sul. Eucalyptus is the best cultivated forest culture, due to high technological investments in its production, use of cutting-edge research and consequent increases in demand for products from this species. However, like any vegetable exposed to the most varied situations in the field, among the most common to find are water and nutritional deficiency, which trigger undesirable physiological behaviors. Thus, this work aimed to relate the leaf nutrients concentration (nitrogen, phosphorus and boron) with the eucalyptus wood volume submitted to two irrigation systems. The experiment was carried out in the experimental irrigation area of the State University of Mato Grosso do Sul, in Aquidauana-MS, Brazil. The experimental design used was in randomized blocks, with subdivided plots, using four replications. The plots were composed by irrigation treatments (drip and micro sprinkler) and area without irrigation; and the subplots made up of eucalyptus hybrids, with only planting fertilization. The largest accumulations of biomass were presented by irrigated treatments. Leaf nitrogen didn't vary significantly in the evaluated periods, however, it obtained a positive correlation with the volume of wood for management without irrigation. The irrigated treatments provided higher leaf concentrations of phosphorus and wood volume. Boron was the nutrient most susceptible to leaf variations.

Key words: Irrigated forest. Grancam. Drip irrigation. Micro sprinkler. Urograndis.

INTRODUÇÃO

O manejo adequado de plantios tem relação direta com a produtividade final da floresta. Os tratamentos culturais visam melhorias nas condições de crescimento dos indivíduos, técnicas estas que vão desde a escolha do local até seu desenvolvimento a campo (PAIVA, 2011). O cenário florestal tem grande representatividade à economia nacional, sendo o eucalipto uma das espécies com maior destaque. Segundo Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF (2012) ocorreram aumentos significativos no setor, o aumento da área plantada de eucalipto foi alavancada pelos investimentos de empresas nacionais do segmento de papel e celulose, onde a 2ª maior expansão foi no estado de Mato Grosso do Sul com 25,7%.

Os plantios monoespecíficos visam suprir matéria prima para vários seguimentos, como o de papel e celulose; carvão vegetal para as siderurgias; lenha, serrados, compensados e lâminas, painéis reconstituídos. Desta maneira a cultura do eucalipto pode ser considerada altamente versátil, devido variedade e quantidade de produtos e subprodutos que se podem extrair, e praticamente todas as partes desta espécie são aproveitadas (BORGES *et al.*, 2018).

Segundo Castro *et al.* (2016), o destaque da cultura do eucalipto é relacionado aos ganhos obtidos pelo avanço de melhoramento genético e aprimoramento das práticas de manejo florestal. Segundo Pinto Júnior *et al.* (2011) o Brasil apresenta a maior coleção *ex-situ* de germoplasma de eucaliptos do mundo, e, por esta causa, possibilitou aumento expressivo na produtividade quantitativa e qualitativa das florestas plantadas em seu território.

Além dos avanços em pesquisas nessa cultura, somam-se a essas condições, a disponibilidade de áreas contínuas e extensas, condições topográficas, propriedades físicas e químicas dos solos e variáveis climáticas que ajudaram a adaptação do eucalipto em território brasileiro, que por sua vez, proporcionaram rápido crescimento e produção de madeira e celulose (CHICHORRO *et al.*, 2017).

Porém, toda cultura necessita de cuidados especiais, sendo o manejo, o processo fundamental, que determina a ferramenta ideal para o suprimento das necessidades e eliminação das limitações específicas de cada cultura. Variações na produtividade do eucalipto estão relacionadas às diferenças de suprimento de água, aeração do solo, restrição mecânica ao crescimento de raízes e suprimento de nutrientes, sendo que, entre estas, a disponibilidade de água no solo, e a que regula a abertura estomática e conseqüentemente o processo de difusão vapor de água e atmosfera pode ser considerada um dos fatores que mais apresenta influencia no crescimento das árvores (CARNEIRO *et al.*, 2008) e os nutrientes pelo solo o fator abiótico que mais altera o crescimento do eucalipto nos trópicos (STAPE *et al.*, 2004).

Segundo Vasco *et al.* (2015) a água depositada pela irrigação no solo pode favorecer a extração dos nutrientes pela planta, pois a disponibilidade hídrica ajuda na liberação dos fertilizantes para a planta e também no desenvolvimento radicular. Uma boa opção que a irrigação permite é a prática da fertirrigação (OLIVEIRA *et al.*, 2007), esta técnica favorece o uso racional de fertilizantes, justamente por aumentar a eficiência de seu uso (as perdas por evaporação superficial são reduzidas), e ainda reduz custos com mão-de-obra e máquinas. De modo geral a irrigação é uma importante ferramenta para o aumento da produtividade e qualidade das plantas (CARVALHO *et al.*, 2011).

O equilíbrio dos fatores que limitam o crescimento da planta é fundamental, quando o solo não apresenta uma boa fertilidade, os estresses ocorridos pela deficiência mineral acarretam em alterações no metabolismo da planta e modificam aspectos morfológicos e anatômicos, nestas circunstâncias cabe à identificação dos sintomas ou a pré-avaliação nutricional da planta, por meio de análises químicas, como por exemplo, a análise foliar, que tem por objetivo diagnosticar as deficiências minerais, complementando a análise do solo e, desta maneira, refletindo o fluxo de nutrientes no sistema e, por fim, auxiliando nas ações corretivas (ROCHA, 2008; BOARETTO *et al.*, 2009).

Este trabalho objetivou uma avaliação comparativa da influência da aplicação de fertilizante via irrigação na produtividade, assim como na concentração de nutrientes foliares em dois híbridos de eucaliptos e dois sistemas de irrigação localizada.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental de irrigação localizada da Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UUA/UEMS), localizada no município de Aquidauana -MS com coordenadas geográficas 20°20' Sul, 55°48' Oeste e altitude média de 207 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é descrita como Aw, definido como clima tropical quente sub-úmido, com estação chuvosa no

verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1200 mm. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (SCHIAVO *et al.*, 2010).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, utilizando quatro repetições (BANZATTO; KRONKA, 1989). Os tratamentos empregados nas parcelas corresponderam a dois sistemas de irrigação (microaspersão e gotejamento) e uma área sem irrigação. Nas subparcelas, os tratamentos foram os híbridos de eucalipto, sendo o Urograndis - clone I224 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e Grancam - clone 1277 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*), cuja adubação foi realizada de acordo com as recomendações de Andrade (2004), a partir da análise química do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo na área do eucalipto irrigado. *Soil chemical characterization in the irrigated eucalyptus area.*

Prof. m	*pH	P m dm ⁻³	M.O g kg ⁻¹	K mg dm ⁻³	Ca	Mg	Al	H+Al cmol _c dm ⁻³	S	T	V %
0,0 – 0,2	6,5	16,6	2,2	0,66	3,7	0,9	0,0	2,2	5,26	7,46	71
0,2 – 0,4	6,3	12,6	1,3	0,28	3,4	0,7	0,0	2,2	4,38	6,58	67
0,4 – 0,6	6,2	7,3	0,9	0,16	2,6	0,6	0,0	2,0	3,36	5,36	63

*pH em água 1:2,5. *pH in water 1:2,5.

Fonte: Autoria própria *Own authorship.*

O manejo de irrigação foi baseado na estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) a partir da equação de Penman-Monteith (ALLEN *et al.*, 1998).

Para as diretrizes de coleta das amostras, foram tomadas como base as recomendações feitas pela EMBRAPA (2009), onde foram utilizadas 20 folhas por parcela, (total de 48 amostras compostas), recém-maduras, no penúltimo ou antepenúltimo lançamento de folhas, retirando uma folha de cada ponto cardeal do terço médio da copa. Foram feitas 02 coletas, sendo uma aos 11 meses e a outra aos 17 meses após plantio (MAP).

A determinação de nitrogênio (N) foi realizada pela destilação-titulação (Kjedahl) e a de fósforo (P) pela espectrofotometria – amarelo de Vanadato (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2009). Quanto à determinação do boro, as amostras foram submetidas à digestão por via seca (incineração), quantificando-se posteriormente o seu conteúdo por meio do método de colorimetria pela Azometina H.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, correlação, e para aqueles que mostraram efeito significativo dos tratamentos pelo teste F, procedeu-se o teste de comparações de médias Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio software Statistical Analysis Systems - SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises efetuadas neste primeiro momento, aos 11 meses após o plantio (MAP), os teores de fósforo (P) e boro (B), com exceção de nitrogênio (N), foram influenciados pela irrigação localizada. Do mesmo modo, o volume de madeira (VM) também apresentou resposta aos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Volume de madeira (VM) e teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e boro (B) no 11^o mês após o plantio (MAP) no eucalipto irrigado em Aquidauana-MS. *Wood volume (WV) and nitrogen (N), phosphorus (P) and boron (B) contents in the 11th month after planting (MAP) in irrigated eucalyptus in Aquidauana-MS.*

Sistemas	GRC			
	N	P	B	VM
	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	cm ³
MIC	8,32 Aa	2,14 Aa	6,05 Aa	2752,6 Aa
GOT	6,96 Aa	2,04 Aa	7,08 Aa	2451,5 Aa
SI	7,02 Aa	1,64 Aa	2,13 Bb	614,7 Ab
CV (%)	32,0	30,1	47,1	59,7
Sistemas	URO			
	N	P	B	VM
MIC	7,48 Aa	1,87 Aa	9,63 Aab	1532,2 Aa
GOT	7,52 Aa	1,83 Aab	15,37 Aa	1189,6 Bab
SI	7,26 Aa	1,51 Ab	4,35 Ab	87,0 Bb
CV (%)	22,7	14,0	72,2	114,4

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem estatisticamente entre o mesmo tratamento no outro híbrido, minúsculas diferem entre os tratamentos de irrigação ao nível de $p < 0,05$. MIC – sistema de irrigação via microaspersão; GOT – sistema de irrigação via gotejamento; SI – sem irrigação; CV – Coeficiente de variância; GRC – Grancam; URO – Urograndis. *Averages followed by capital letters differ statistically between the same treatment in the other hybrid, lower case differ between irrigation treatments at $p < 0,05$ level. MIC - micro sprinkler irrigation system; GOT - drip irrigation system; SI - no irrigation; CV - coefficient of variance; GRC - Grancam; URO - Urograndis.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship*.

Seguindo na tabela 2, o N e o P foliar para o clone GRC não apresentaram diferença entre os tratamentos. Em relação ao nutriente B, os tratamentos irrigados foram maiores que as concentrações do SI. Do mesmo modo a irrigação proporcionou maior incremento de biomassa nos tratamentos, revelado pela variável VM. Além disso, os tratamentos GOT e SI para o volume de madeira do clone GRC foram superiores aos mesmos tratamentos do material genético URO.

A cerca do N foliar, agora, para o clone URO seguiu sem diferença estatística. Todavia, para P, a irrigação via MIC foi superior somente à testemunha SI. Quanto ao nutriente B, foi observado que GOT apresentou diferença estatística para o tratamento sem irrigação, este, entretanto (URO-SI), foi distinto em comparação ao mesmo tratamento do clone GRC. Para VM, a irrigação via MIC foi superior ao SI.

Para a segunda coleta feita aos 17^o MAP, todas as variáveis avaliadas apresentaram em alguma ocasião diferença estatística (Tabela 3).

Neste segundo momento, o clone GRC apresentou para o nutriente N quando irrigado via MIC superioridade estatística em comparação ao GOT, e não apresentou alteração acentuada em relação às concentrações observadas na primeira coleta (11^o MAP). A cerca de P, os tratamentos irrigados foram superiores ao SI.

Tabela 3. Volume de madeira (VM) e teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e boro (B) no 17º mês após o plantio (MAP) no eucalipto irrigado em Aquidauana-MS. *Wood volume (WV) and nitrogen (N), phosphorus (P) and boron (B) content in the 17th month after planting (MAP) in irrigated eucalyptus in Aquidauana-MS.*

Sistemas	GRC			
	N	P	B	VM
	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	cm ³
MIC	9,27 Aa	1,88 Aa	11,39 Aab	21986 Aa
GOT	6,74 Ab	1,57 Ba	7,01 Bb	18215 Aa
SI	7,44 Aab	1,19 Ab	17,14 Aa	6428 Ab
CV (%)	22,7	17,9	50,4	31,1
Sistemas	URO			
	N	P	B	VM
MIC	8,22 Aa	2,13 Aa	13,39 Aa	18404 Aa
GOT	6,84 Aa	2,15 Aa	13,01 Aa	14519 Aa
SI	6,47 Aa	1,44 Ab	8,2 Aa	3146 Bb
CV (%)	28,4	22,2	54,2	50,2

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem estatisticamente entre o mesmo tratamento no outro híbrido, minúsculas diferem entre os tratamentos de irrigação ao nível de $p < 0,05$. MIC – sistema de irrigação via microaspersão; GOT – sistema de irrigação via gotejamento; SI – sem irrigação; CV – Coeficiente de variância; GRC – Grancam; URO – Urograndis. *Averages followed by capital letters differ statistically between the same treatment in the other hybrid, lower case differ between irrigation treatments at $p < 0,05$ level. MIC - micro sprinkler irrigation system; GOT - drip irrigation system; SI - no irrigation; CV - coefficient of variance; GRC - Grancam; URO - Urograndis.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship*.

Todavia, para B a testemunha SI foi superior ao GOT, vale ressaltar que houve um acentuado aumento da concentração de boro nas folhas para MIC e SI nesta segunda avaliação (17º MAP) em comparação à primeira (11º MAP). Para a variável VM seguiu-se que os tratamentos irrigados favoreceram maior produção de biomassa que a testemunha. Ressalta-se que o tratamento SI para este clone, foi superior ao SI do clone URO.

Ainda na tabela 3, porém, agora para o clone URO, o nutriente N seguiu sem alterações entre os tratamentos, ainda observa-se um aumento deste para MIC em relação à primeira coleta (11º MAP) e para GOT e SI um pequeno decréscimo de concentrações foliares. Para o fósforo, os tratamentos irrigados foram superiores à testemunha, e a irrigação via GOT para o clone URO, foi superior estatisticamente quando comparado à mesma irrigação via gotejamento para o clone GRC.

A cerca de B para o clone URO, não foi observada diferença estatística, entretanto, houve um aumento das concentrações deste nutriente para MIC e SI, e um ligeiro decréscimo para GOT em paralelo à primeira avaliação. Sobre o VM permaneceu a tendência dos tratamentos irrigados se apresentarem superiores à testemunha.

O nitrogênio apresentou concentrações similares na primeira observação realizada, com valores em torno de 6,96 a 8,32 g kg⁻¹ de mínimo e máxima consecutivamente. No segundo cenário, aos 17º meses após plantio, este comportamento foi igualmente detectado, com

exceção da irrigação via microaspersão, que por sua vez, apresentou teores superiores estatisticamente ao do gotejamento no clone grancam.

De modo geral, mesmo sendo conhecido como o elemento, maiormente exigido em quantidade e pela sua mobilidade nos tecidos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013), Santana *et al.* (2008) relatam que o N apresenta a menor variação entre nutrientes nas árvores de eucalipto para várias regiões no Brasil. Este comportamento, entre os clones e épocas aqui avaliados, podem estar relacionados com a semelhança da eficiência na utilização deste nutriente pelos clones, devido a proximidade de suas bases genéticas.

Outro ponto a se considerar, é que o nitrogênio em clones de eucalipto é geralmente associado à boa nutrição, maiores taxas fotossintéticas e conseqüentemente aumento do crescimento e produção de matéria seca (FERREIRA *et al.*, 2015). Porém, mesmo os tratamentos apresentando similares concentrações de N, em ambas as avaliações, fica explícito através da variável “volume de madeira” (VM), que a expressão de biomassa produzida está mais diretamente ligada aos tratamentos que receberam irrigação.

Jesus *et al.* (2012), afirmam que a adubação nitrogenada, reflete na cultura do eucalipto em aceleração do crescimento das árvores. Pulito (2009) chega afirmar que esta fase de resposta à adubação nitrogenada pelas plantas não é mais tão significativa após a idade de 30 meses.

Embora o período avaliado nesta pesquisa (11 a 17 meses de idade), ainda esteja no intervalo considerado significativo para trazer rápido crescimento da floresta, certamente, à disponibilidade hídrica proporciona eficiente uso dos recursos minerais, tanto na absorção dele no solo, quanto na utilização fisiológica da planta. A literatura corrobora com o fato que a água afeta o crescimento do eucalipto, bem como na influência dos aspectos fisiológicos da cultura (FERNANDES *et al.*, 2012; BALIERO *et al.*, 2008). Isto é, mesmo com a idêntica oferta de adubação nitrogenada, em ambos os tratamentos, ela aplicada via irrigação traz consigo melhor eficiência da utilização do nitrogênio por parte da planta, expressando assim, melhor produção de biomassa.

Em se tratando do fósforo, este, apresentou valores em torno de 1,44 a 2,15 g kg⁻¹, nos dois períodos avaliados. De modo geral, foram observadas diferenças pontuais para este nutriente no decorrer da primeira avaliação para a segunda. Como exemplo, o decréscimo da concentração de P foliar para o clone grancam, e aumento das concentrações para os tratamentos irrigados do clone urograndis, todavia tais mudanças não foram drásticas.

Em suma, para ambos os clones, a concentração de P, para os tratamentos irrigados foram superiores aos do sequeiro. Sabe-se que entre os nutrientes essenciais, o P apresenta grande poder limitante para o crescimento de mudas, pois este nutriente é diretamente relacionado com as fases de indução e formação de raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013; DIAS *et al.*, 2017), a deficiência do mesmo, reduz significativamente o comprimento das raízes.

Como resultado, há menor revolvimento do solo para a busca de minerais e água, e, acentuasse a menor qualidade de mudas, gerando inclusive, com relatam Rocha *et al.* (2013) menores percentuais de sobrevivência no campo. Conjuntamente a isso, a floresta remanescente desenvolve lentamente a sua produção de volume de madeira.

Segundo Gonçalves e Passos (2000) a deficiência hídrica traz consigo a distribuição de fotoassimilados diversificado entre espécies. Isto significa dizer, que a planta apresenta concentração destes fotoassimilados, em drenos principais (folhas, raízes ou tronco). Em seus resultados, os órgãos com menores incrementos de P foram justamente às folhas, e, sendo as principais fontes as raízes e ramos. Desta forma, para P, a análise de raízes e ramos pode trazer uma melhor perspectiva deste macronutriente, para clones sem irrigação.

O nutriente boro foi o nutriente mais sensível às alterações de suas concentrações, o que pode ser facilmente observado através dos tratamentos submetidos à microaspersão e a testemunha sem irrigação. Para estes, mesmo sendo situações de manejo totalmente opostas, as concentrações foliares de B, aumentaram da primeira para a segunda avaliação.

Este comportamento para a microaspersão pode ser explicando pelo que relatam Leite *et al.* (2010), que a absorção de B se encontra estreitamente relacionada à disponibilidade de água no solo. Através do processo de fluxo em massa, o nutriente fica facilmente disponível para as raízes das plantas, além disso, a microaspersão e um sistema que proporciona maior área molhada para a cultura (SOUZA *et al.*, 2003), o que favorece maior área útil de exploração do solo pelas raízes, e como consequência, boa exportação de nutrientes do solo para a planta.

Em se tratando do manejo sem irrigação, Mattiello *et al.* (2009) relatam que mesmo com baixo teor deste nutriente ou com o déficit hídrico, o boro ainda é assimilado pelo eucalipto por meio do fluxo difusivo. Esse aumento de concentração de boro pode ser atribuído à resposta da cultura do eucalipto na emissão de raízes mais profundas diante de ambientes com menor disponibilidade hídrica (FERRANDO; ZAMALVIDE, 2012), propiciando a maior probabilidade do encontro de B no solo e sua absorção.

Fica descartada para o nutriente B a sua deficiência no solo. Pois como é um nutriente de restrita mobilidade na planta (LEHTOA *et al.*, 2010), o crescimento dos seus teores foliares para ambos os tratamentos relatados anteriormente, demonstram positiva oferta deste nutriente no solo para a planta.

Diante dos manejos discutidos anteriormente, sendo, a mais favorável (manejo via microaspersão), e a menos favoráveis (sem irrigação), pode se dizer que a maior exploração do solo pelas raízes, deve ter contribuído para as maiores concentrações de boro. O que pode explicar a menor variação de teores da primeira para a segunda avaliação, para o tratamento via gotejamento, pois esse manejo forma um bulbo úmido abaixo dos emissores (MAIA; LEVIEN, 2010), o que pode favorecer crescimento agrupado das raízes próximos da região do bulbo úmido, trazendo um menor volume de solo explorado pelas raízes.

O volume de madeira, o que era esperado, foi fortemente influenciado pela disponibilidade hídrica (BALIERO *et al.*, 2008). Como não houve diferença entre os dois sistemas de irrigação localizada, o produtor poderá optar entre as duas formas de manejo, sendo provavelmente os critérios de escolha, a oferta da tecnologia na região e o valor do investimento para cada sistema.

Na segunda avaliação, o clone grancam foi superior no volume de madeira no manejo sem irrigação, o que pode estar relacionado com a capacidade deste material genético a se adaptar a condições de restrição hídrica. Reis *et al.* (2006) explica que o clone 1277 (grancam)

apresenta amplo sistema radicular, o que permite uma estratégia eficiente de absorção de água e nutrientes. Tal capacidade pode ter sido herdada do *E. Camaldulensis* presente na genética do clone grancam. Segundo Evangelista *et al.* (2010) dentre as espécies do eucalipto, o *E. camaldulensis* é considerado adequado para zonas críticas que apresentam deficiência hídrica.

Na tabela 4 está disposta a análise de correlação linear, nesta, foi observada uma relação inversamente proporcional na irrigação via gotejamento para o nutriente P e a variável VM, e similarmente, para os nutrientes B e N. Achou-se também para SI, uma relação diretamente proporcional entre o nutriente N e a produção de biomassa.

Tabela 4. Matriz de correlação linear simples para as variáveis: volume de madeira (VM), nitrogênio (N), fósforo (P) e boro (B) nos sistemas de irrigação localizada e testemunha, na cultura do eucalipto, em Aquidauana-MS. *Simple linear correlation matrix for the variables: wood volume (WV), nitrogen (N), phosphorus (P) and boron (B) in the localized and control irrigation systems, in the eucalyptus culture, in Aquidauana-MS.*

GOTEJAMENTO				
	VM	N	P	B
VM	1,000			
N	-0,228	1,000		
P	-0,619**	0,311	1,000	
B	0,187	-0,621*	0,031	1,000
MICROASPERSÃO				
	VM	N	P	B
VM	1,000			
N	0,360	1,000		
P	-0,162	-0,396	1,000	
B	-0,283	0,376	0,278	1,000
SEM IRRIGAÇÃO				
	VM	N	P	B
VM	1,000			
N	0,520*	1,000		
P	-0,063	0,058	1,000	
B	0,408	0,245	-0,453	1,000

Valores seguidos de (*) demonstram correlação a 5%, e (**) a 1%. *Values followed by (*) show a correlation of 5%, and (**) 1%.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship.*

A irrigação via gotejamento apresentou uma correlação linear negativa entre o P e o VM. O fósforo é um dos principais elementos para o desenvolvimento das plantas (SILVA *et al.*, 2008), sendo a expressão da sua carência o menor porte da floresta (SILVEIRA; GAVA, 2004).

Tal observação antagônica, descrita pela correlação linear entre as duas variáveis, está estreitamente ligada ao particular comportamento dos clones na inversão das concentrações de P foliar. Onde o grancam apresentou redução de P foliar do 11° MAP para 17° MAP. Todavia, para o urograndis, o comportamento foi crescente. Essa alteração fez com as menores taxas de P foliar se concentrassem nos clones com maior volume de madeira.

Ainda para gotejamento na tabela 4, foi observada que B e N foliar se movimentam em direções opostas, tal comportamento é descrito como semelhante em outras literaturas segundo Silveira *et al.* (2002). Apesar desta semelhança, Mattiello *et al.* (2009) trazem a ressalva que os teores de B foliar podem ser bastante variáveis dependendo do material genético, ambiente e idade das plantas.

Para o tratamento sem irrigação (Tabela 4), houve correlação positiva do nitrogênio foliar e o aporte volumétrico nos clones. Tal relação é facilmente explicada, devido à adubação nitrogenada proporcionar aumento da área foliar, e, por conseguinte aumento da produção de madeira (JESUS *et al.*, 2012; SMETHURST *et al.*, 2003).

CONCLUSÃO

O nitrogênio foliar não variou significativamente nos períodos avaliados, porém, obteve correlação positiva com o volume de madeira para o manejo sem irrigação.

Os tratamentos irrigados proporcionaram maiores concentrações foliares de fósforo e volume de madeira.

O boro foi o nutriente mais suscetível a variações foliares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília: Pöyry Silviconsult Engenharia Ltda, 2012. 130 p. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3909/anoario-ABRAF-2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23/04/2018.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO. 1998. 281 p. (Irrigation and Drainage, 56)

ANDRADE, L. R. M. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes. *In*: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado, correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. cap. 13, p. 317-366.

BALIERO, F. C.; OLIVEIRA, W. C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. DOS; PICOLLO, M. D. C.; JACCOUD, C. F. Fertilidade e carbono do solo e uso da água pelo eucalipto numa topossequência em Seropédica, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p.153-162, 2008.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.

BOARETTO, A. E.; RAIJ, B. van; SILVA, F. B.; CHITOLINA, J. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química. *In*: **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos/Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

BORGES, M. G.; LEITE, M. E.; LEITE, M. R. Mapeamento do eucalipto no estado de Minas Gerais utilizando o Sensor Modis. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p.53-70, 2018.

CARNEIRO, R. L. C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C. A. M.; LEITE, F. P.; SEDIYAMA, G. C.; BASTOS, N, F. Consumo de água em plantios de eucalipto: Parte 1 determinação de condutância estomática em tratamentos irrigados e não-irrigados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p.1-10, 2008.

CARVALHO, J. A.; AQUINO, R. F.; MESQUITA, G. L.; REZENDE, F. C.; PEREIRA, G. M. Utilização de polímero hidro retentor no plantio de mudas de cafeeiro. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 2, p.164-171, 2011.

CASTRO, C. A. O.; RESENDE, R. T.; BHERING, L. L.; CRUZ, C. D. Brief history of *Eucalyptus* breeding in Brazil under perspective of biometric advances. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 9, p.1585-1593, 2016.

CHICHORRO, J. F.; SILVA, A. L. P.; ANDRADE, W. S. P.; HEGEDUS, C. E. N.; KUBOYAMA. Custos e índices econômicos de povoamentos de eucalipto do Programa Produtor Florestal no Espírito Santo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 92, p.447-456, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA –**Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos/Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; VALLE, M. L. A.; XAVIER, B. A. Caracterização anatômica quantitativa de madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p.273-284, 2010.

FERREIRA, E. V. O.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, G. L.; BARROS N. F.; SILVA, I. R. Differential behavior of Young Eucalyptus clones in response to nitrogen supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 3, p.809-820, 2015.

FERNANDES, A. L. T.; FLORÊNCIO, T. M.; FARIA, M. F. Análise biométrica de florestas irrigadas de eucalipto nos cinco anos iniciais de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 5, p.505-513, 2012.

FERRANDO, M. G.; ZAMALVIDE, J. P. Aplicación de boro em eucalipto: comparación de fuentes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p.1191-1197, 2012.

GONÇALVES, M. R.; PASSOS, C. A. M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 145-161, 2000.

JESUS, G. L.; BARROS, N. F.; SIVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUES, E. P.; LIMA, V. C.; FERNANDES, L. V.; SOARES, E. M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p.201-214, 2012.

- LEITE, S. M. M.; MARINO, C. L.; BONINE, C A. V. Respostas de clones de *Eucalyptus grandis* e *E. grandis* x *E. urophylla* à supressão de boro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p.19-25, 2010.
- LEHTOA, T.; RUUHOLA, T.; DELL B. Boron in forest trees and forest ecosystems. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 260, n. 12, p.2053–2069, 2010.
- MAIA, C. E.; LEVIEN, S. L. A. Estimativa de dimensões de bulbo molhado em irrigação por gotejamento superficial aplicando modelo de superfície de resposta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p.1302-1308, 2010.
- MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p.1281-1290, 2009.
- OLIVEIRA, S. L.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação e Fertirrigação. P. 60-72. In: CORDEIRO, Z. J. M. Banana: Produção e aspectos técnicos. **Embrapa – SPI**. Brasília; Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, v.1, 143p., 2007. (Série Frutas do Brasil.
- PAIVA, H. N; JOCOVINE, L. A. G; TRINDADE, C; RIBEIRO, G. T. **Cultivo de eucalipto: implantação e manejo**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora - AFE, 2011. 353 p.
- PINTO JÚNIOR, J. E. P.; SANTOS, P. E. T.; AGUIAR, A. V.; KALIL-FILHO, A. A.; PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, R. L.; RESENDE JÚNIOR., M. R. R. **Genética florestal**. Viçosa-MG: Arka, 2011. 318 p.
- PULITO, A. P. **Resposta à fertilização nitrogenada e estoque de nitrogênio biodisponível em solos usados para plantações de *Eucalyptus***. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- REIS, G. G. DOS; REIS, M. DAS G. F.; FONTAN, I. DA C. I.; MONTE, M. A.; GOMES, A. N.; OLIVEIRA, C. H. R. de. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p.921-931, 2006.
- ROCHA, J. B. O. **Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do espírito santo e sul da Bahia**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fertilidade do solo e nutrição de plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- ROCHA, J. H. T.; PIETRO, M. R.; BORELLI, K.; BACKES, C.; NEVES, M. B. Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p.535-543, 2013.
- SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa, v. 32, n. especial, p.2723-2733, 2008.

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p.881-889, 2010.

SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. Volume de madeira e concentração foliar de nutrientes em parcelas experimentais de *Eucalyptus grandis* fertilizadas com lodos de esgoto úmido e seco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p.845-854, 2008.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Revista Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p.107-116, 2002.

SMETHURST, P.; BAILLE, C.; MARIA CHERRY, M.; HOLZ, G. Fertilizaer effects on LAI and growth of four *Eucalyptus nitens* plantations. **Forest Ecology and Management**, New York, v. 176, n. 1-3, p.531-542, 2003.

STAPE, J. L.; RYAN, M. G.; BINKLEY, D. Testing the utility of the 3-PG model for growth of *Eucalyptus grandis x urophylla* with natural and manipulated supplies of water and nutrients. **Forest Ecology and Management**, New York, v. 193, n. 1-2, p.219-234, 2004.

SOUZA, M. J. H.; RAMOS, M. M.; SIQUEIRA, D. L.; COSTA, L. C.; LHAMAS, A. J. M.; MANTOVANI, E. C.; CECON, P. R.; SALOMÃO, L. C. C. Produção e qualidade dos frutos da limeira ácida “Tahiti” submetida a diferentes porcentagens de área molhada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p.245-250, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848 p.

VASCO, G. B.; POZZA, E. A.; SCALCO, M. S.; SANTOS, L. S. D.; CUSTÓDIO, A. A. P.; SILVA, M. L. O. Incidência da *cercosporiose* em frutos de cafeeiro: diferentes densidades de plantio e manejos de irrigação. **Coffe Science**, Lavras, v. 10, n. 1, p.38-45, 2015.