

ANATOMIA FOLIAR DE CAFEEIROS IMPLANTADOS COM O USO DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR

Noêmia Karen Oliveira¹, Evaristo Mauro de Castro², Rubens José Guimarães³,
Leonardo Miari Pieve⁴, Danielle Pereira Baliza⁵, Janaína Lopes Machado⁶, Tainah Freitas⁷

(Recebido: 18 de junho de 2013; aceito: 7 de agosto de 2013)

RESUMO: O experimento foi conduzido na Fazenda Capão dos Óleos, município de Coqueiral, Minas Gerais, de 2009 a 2011, objetivando verificar as modificações na anatomia foliar em cafeeiros implantados, com o uso de polímero hidrorretentor. Para tanto coletaram-se folhas para posterior avaliação da anatomia foliar, de plantas oriundas de diferentes tratamentos (diluições, doses e locais de aplicação de polímero hidrorretentor hidratado). O experimento constou do delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 4x3x2 mais 1 tratamento adicional, com quatro repetições, perfazendo um total de 25 tratamentos (100 parcelas). Os tratamentos foram constituídos de quatro doses do polímero hidrorretentor, diluídas em 400 litros de água (0,5 kg, 1,0 kg, 1,5 kg e 2,0 kg) no primeiro fator; três volumes do polímero hidrorretentor previamente diluído (1,0 litro, 1,5 litro e 2,0 litros) aplicados por planta, no segundo fator; dois locais de aplicação (misturado na cova de plantio ou colocado em uma cova lateral das mudas plantadas) no terceiro fator; e um tratamento adicional, como testemunha, sem a utilização do polímero hidrorretentor. Coletaram-se folhas para avaliação das seguintes características anatômicas: espessura do floema, diâmetro dos vasos do xilema, número dos vasos do xilema, relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos, índice estomático de plantas, densidade estomática de plantas, espessura do parênquima paliçádico e espessura do parênquima esponjoso. Modificações anatômicas que favorecem as relações hídricas das plantas estão presentes em algumas dessas, após 24 meses da implantação de cafeeiros com a aplicação de polímero hidrorretentor.

Termos para indexação: *Coffea arabica* L., microscopia óptica, estresse hídrico, hidrogel, implantação de lavouras.

FOLIAR ANATOMY OF COFFEE PLANTS IMPLANTED USING HYDRO RETAINER POLYMERS

ABSTRACT: The experiment was conducted at the Fazenda Capão dos Olhos, in the municipality of Coqueiral, Minas Gerais, Brazil, in the period of 2009 and 2011. The present work aimed at verifying the changes in the foliar anatomy of coffee plants implanted using hydro retainer polymers. For such, we collected leaves for posterior evaluation of foliar anatomy from plants derived from different treatments (dilutions, doses and location hydrated hydro retainer polymer applications). The experiment consisted of a randomized block design, in the factorial scheme of 4x3x2 plus 1 additional treatment, with four replicates, in a total of 25 treatments (100 plots). The treatments consisted of four doses of the hydro retainer polymer, diluted in 400 liters of water (0.5 kg, 1.0 kg, 1.5 kg and 2.0 kg) in the first factor; three volumes of the hydro retainer polymer previously diluted (1.0 liter, 1.5 liters and 2.0 liters) applied per plant, in the second factor; two application locations (mixed in the planting hill or placed in a hill lateral to the planted seedlings) in the third factor; and an additional treatment as witness, without the use of the hydro retainer polymer. We evaluated the following anatomical characteristics: thickness of the cuticle in the adaxial side, thickness of the epidermis of the adaxial and abaxial sides of the palisade and spongy parenchyma and of the phloem, diameter of the xylem vessels, polar and equatorial diameter of the stomas and relation between the polar and equatorial diameters. We verified that, 24 months after the application of the polymers in the coffee crop, the plants presented changes in the internal structure which favored the hydric relations of the plants.

Index terms: *Coffea arabica* L., optical microscopy, hydric stress, hydrogel, farming implantation.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o *Coffea arabica* L. é amplamente cultivado em regiões sujeitas a, pelo menos, um período de déficit hídrico no solo, assim, é primordial a adesão de tecnologias alternativas

para suprimento de água às plantas.

Lima, Custódio e Gomes (2008), trabalhando com cultivos irrigados e não irrigados, verificaram que o uso de irrigação promoveu aumento da produtividade de lavouras. Em diversas regiões brasileiras, o plantio de café “de sequeiro” pode

1Rua João Lacerda, 474 - apto 202 - Lavras - MG - 37200-000 - noemiakaren@ig.com.br

2Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Biologia/DBI - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras MG
evaristomcastro@gmail.com

3Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras MG
rubensjg@dag.ufla.br

4Rua Francisco Garcia de Miranda JR, 88 - Três Pontas - MG - 37190-000 - leopieve@gmail.com

5Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Praça São José, nº 249 - Bom Sucesso - MG
37220-000 - danibaliza@yahoo.com.br

6Rua José Cândido de Castro, nº115 - Candeias - MG - 37280-000 - janainelm@yahoo.com.br

7Rua Angélica, 8 - Perdões - MG - 37260-000 - tainah_f@hotmail.com

ocorrer simultaneamente com um período de estiagem (veranico), assim é necessário o uso de tecnologias alternativas de suprimento de água para maior sobrevivência e crescimento das mudas em campo. Dentre essas tecnologias, destaca-se o uso de polímeros hidrorretentores, também chamados de hidrogel, polímero superabsorvente ou simplesmente gel (FONTENO; BILDERBACK, 1993; PREVEDELLO; LOYOLA, 2007; SILVA et al., 2000).

O uso do polímero, como substituto da irrigação complementar, baseia-se na retenção de água na sua estrutura para que, posteriormente, esteja disponível às plantas em época de deficiência hídrica (MARQUES et al., 2013).

Os polímeros hidrorretentores mais utilizados são os sintéticos, como a propenamida (poliacrilamida ou PAM), e os copolímeros, como a propenamida-propenoato (poliacrilamida-acrilato ou PAA), usados como floculantes em fraldas e outros artigos sanitários, e para depósitos de líquidos químicos residuais (GERVÁSIO, 2003). Podem também ser utilizados como condicionadores de solo e servir como reservatório de água no solo, aumentando sua disponibilidade às plantas (SAMPAT, 1973 citado por BALENA, 1998). Quando seco, esse produto possui forma granular e quebradiça, e, quando em contato com água, cada grânulo incha como uma partícula gelatinosa, elástica e macia, absorvendo e armazenando em água muitas vezes o seu próprio peso (BALENA, 1998).

O aumento da absorção e retenção da água pelo polímero torna a água facilmente disponível para as plantas e possibilita melhor desenvolvimento inicial (ZONTA et al., 2009), portanto torna-se importante o estudo das alterações internas causadas pelo uso do polímero que pode vir a ser largamente utilizado na cultura do café.

Modificações mínimas das relações hídricas podem reduzir intensamente o crescimento das plantas, mesmo não ocorrendo sintomas típicos nas plantas como a murcha foliar (SILVA et al., 2008). Assim, as características da estrutura interna das folhas podem ser importantes para determinar o nível de tolerância ao estresse hídrico (BATISTA et al., 2010), bem como detectar as modificações anatômicas de plantas submetidas a tratamentos que envolvam as condições hídricas, em uma fase anterior ao murchamento foliar.

Trabalhos realizados com algumas cultivares de cafeeiro indicaram que as características da

anatomia interna, quando associadas às fisiológicas permitem discriminar satisfatoriamente as diferentes cultivares em termos de tolerância diferencial à seca (BATISTA et al., 2010; GRISI et al., 2008). A utilização dessas características também apresenta a possibilidade de, num curto espaço de tempo, validar a utilização de técnicas de manejo que promovam mudanças desejáveis na anatomia interna das plantas, como no caso da utilização de polímeros hidrorretentores.

O conhecimento das mudanças nas características anatômicas de cafeeiros submetidos às diferentes tecnologias de produção é importante para conhecer seus efeitos na planta e abrir novas linhas de investigação que podem alterar a resposta da planta às situações adversas de disponibilidade hídrica do solo.

Assim, objetivou-se verificar a ocorrência de modificações na anatomia foliar, em cafeeiros implantados com o uso do polímero hidrorretentor, mesmo depois de 24 meses da aplicação do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento que serviu como base para o presente trabalho foi conduzido por Pieve (2012), em uma área destinada à implantação de lavoura comercial, na Fazenda Capão dos Óleos, Município de Coqueiral, sul de Minas Gerais. As coordenadas geográficas da área são 21°09'08,70529" latitude sul e 45°25'49,41559" longitude oeste, datum WGS 84, com altitude média de 900 metros. O clima da região é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen (mesotérmico, com verões brandos e suaves e estiagem de inverno).

A implantação do experimento de Pieve (2012) ocorreu nos dias 30 e 31 de outubro de 2009, utilizando-se mudas de cafeeiro *Coffea arabica* L. cv. Catuaí IAC-144, aplicando-se como tratamentos o polímero hidrorretentor Hydroplan-eb, um Copolímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida. Após o plantio, as mudas não sofreram nenhum tipo de irrigação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, DBC, no esquema fatorial 4x3x2, mais um tratamento adicional, com quatro repetições, perfazendo um total de 25 tratamentos e 100 parcelas. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses do polímero hidrorretentor, diluídas em 400 litros de água (0,5 kg, 1,0 kg, 1,5 kg e 2,0 kg) no primeiro fator; três volumes do polímero hidrorretentor previamente diluído (1,0 litro, 1,5 litro e 2,0 litros) aplicados por planta, no segundo fator; duas formas

de aplicação (misturado na cova de plantio ou em uma cova aberta na lateral das mudas plantadas) no terceiro fator; e um tratamento adicional, como testemunha, sem a utilização do polímero hidrorretentor.

Coletaram-se duas folhas por tratamento, completamente expandidas do terceiro nó de ramos do terço médio das plantas, submetidas aos diferentes tratamentos, com o uso de polímero hidrorretentor para avaliação quanto à anatomia foliar, 24 meses após a implantação da lavoura. Após a coleta, as folhas foram imediatamente conservadas em etanol 70 % (v v⁻¹). As análises anatômicas foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sendo utilizado o terço médio das folhas coletadas. As secções transversais foram obtidas em micrótomo de mesa, tipo LPC e as secções paradérmicas à mão livre com uso de lâmina de aço, sendo submetidas à clarificação com hipoclorito de sódio (1,25% de cloro ativo), tríplice lavagem em água destilada, coloração com solução safrablau (azul de astra 0,1% e safranina 1%, na proporção de 7:3), para as secções transversais e safranina 1%, para as secções paradérmicas, sendo posteriormente montadas em lâminas semipermanentes com glicerol 50% (vv⁻¹) (KRAUS; ARDUIN, 1997).

As lâminas foram observadas e fotografadas em microscópio óptico, modelo Olympus BX 60 acoplado à câmera digital Canon A630. As imagens foram analisadas em software para análise de imagens UTHSCSA-Imagetool, com a medição de nove campos por lâmina, para as variáveis das secções transversais e secções paradérmicas.

Na avaliação dos feixes vasculares foram avaliados: Espessura do floema- EF (μm); Diâmetro dos vasos do xilema – DVX (μm); Número de vasos do xilema – NVX – (ud). Para a caracterização dos estômatos, foram avaliados: Relação diâmetro polar e equatorial do estômato – DP/DE, Índice estomático – IE - (%) (Número de estômatos.100/(Número de estômatos+Número de células epidérmicas)), Densidade estomática – DE – (Número de estômatos.mm² de folha). Para determinação da espessura dos tecidos foliares foram avaliadas: Espessura do parênquima paliádico – PPA - (μm); Espessura do parênquima esponjoso – PPE - (μm).

A análise de variância foi realizada para todas as características estudadas e quando significativas, as variáveis foram submetidas à análise de regressão entre os tratamentos do esquema fatorial.

Para melhor visualização das possíveis diferenças entre os tratamentos do fatorial nas tendências encontradas com o estudo de regressão, utilizou-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade para o estudo das médias. Em seguida, comparou-se o tratamento adicional (controle sem adição de polímero no plantio), com os tratamentos do fatorial pelo teste de Dunnett. Utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pieve (2012) fez avaliações do crescimento vegetativo nas plantas desse experimento aos 111 e aos 476 dias após a implantação da lavoura, concluindo que o polímero hidrorretentor deve ser usado na implantação de lavouras cafeeiras, na dose de 1,5 litros por cova da solução composta por 1,5 quilos do polímero hidrorretentor diluídos em 400 litros de água. Porém, nessa última avaliação de Pieve (2012) já não havia diferença de crescimento das plantas tratadas com polímero.

Em todas as avaliações anatômicas feitas neste trabalho, notou-se que 24 meses após a implantação da lavoura experimental as características de estrutura interna apresentaram comportamento diverso entre os tratamentos do fatorial sem consistência entre os tratamentos (doses em kg de polímero por 400 litros d'água e volume aplicado por ocasião do plantio). Mesmo aplicando o teste de médias entre os tratamentos do fatorial, não se percebeu consistência de resultados, o que reforça as afirmativas de Pieve (2012) de que, aos 476 dias após a implantação não mais se verificavam diferenças de crescimento.

Entretanto, vários autores alertam que o estudo das características anatômicas de cafeeiros, em diferentes condições de disponibilidade de água pode auxiliar no conhecimento das relações hídricas do cafeeiro, pois, pequenas diminuições na oferta de água podem reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica (DAMATTA, 2004; DAMATTA et al., 1997; NUNES, 1976; RENA; MAESTRI, 2000). Destacando a importância do estudo anatômico, foi realizada a comparação do tratamento adicional (sem utilização de polímero no plantio) com os tratamentos que receberam o polímero.

Nota-se (Tabela 1) que a testemunha (sem polímero) foi significativamente diferente de 13 dos 24 tratamentos com adição de polímero, quando se utilizou o teste de Dunnett, para a característica avaliada “espessura do floema (μm)”.

TABELA 1 - Espessura do floema (μm) de cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos com adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	79,43 *	67,07	56,59	75,08 *	
1,0L : Cova Lateral	54,16 *	67,54	77,05 *	59,62	
1,5L : Cova	72,49 *	76,64 *	72,44 *	64,12	
1,5L : Cova Lateral	70,51	64,04	53,44 *	67,48	63,73
2,0L : Cova	83,91 *	84,60 *	71,76	81,34 *	
2,0L : Cova Lateral	75,72 *	67,67	58,50	74,72 *	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Ou seja, dos 13 tratamentos diferentes, 11 deles (84,60%) que receberam polímero no plantio, apresentaram maior espessura do floema em relação às plantas sem adição do polímero.

As modificações no floema quanto a diâmetro, quantidade, área do vaso entre outros fatores influenciam de forma significativa a fotossíntese, crescimento e desenvolvimento (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009), comprovado no trabalho de Pieve (2012), em que o polímero interferiu positivamente no crescimento das plantas.

Ribeiro et al. (2012), analisando anatomia foliar de treze genótipos de mandioca, para avaliar adaptação em diferentes condições ambientais, afirmaram que os genótipos com os maiores valores para espessura do floema, demonstraram um maior potencial para translocação de fotoassimilados, podendo promover um maior desenvolvimento das raízes. Esse desenvolvimento observado em genótipos de mandioca é um dos possíveis motivos para o crescimento vegetativo superior, observado em cafeeiros implantados com o polímero (PIEVE, 2012) e com maior espessura do floema como observado no atual trabalho.

Observou-se pela Tabela 2 que, dos 24 tratamentos do fatorial (com polímero), 12 foram diferentes do tratamento adicional, sem polímero, sendo 100% desses com maior diâmetro dos vasos do xilema, em relação ao tratamento com possível menor suprimento de água, durante a implantação da lavoura.

No caso do diâmetro dos vasos do xilema, as modificações anatômicas também poderão influenciar de forma significativa a fotossíntese, crescimento e desenvolvimento (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009), transportando água

e nutrientes da solução do solo para as folhas mais eficientemente. Guimarães et al. (2011), verificando aspectos anatômicos de importância, quanto à tolerância à deficiência hídrica do sistema radicular de cultivares de arroz de terras altas, cultivadas sob deficiência hídrica, afirmaram que elementos de vaso do xilema mais espessos oferecem menor resistência ao fluxo de água. Portanto, o aumento no diâmetro dos vasos xilemáticos, poderia estar favorecendo a absorção de água na raiz e seu transporte para a parte aérea, sendo assim, um dos possíveis motivos para um maior crescimento vegetativo encontrado por Pieve (2012).

Já no tratamento adicional, o diâmetro dos vasos do xilema tendeu a diminuir. Esse menor diâmetro e comprimento dos vasos protegem quanto à formação de embolias no xilema, que são prejudiciais à condução hidráulica, protegendo o sistema de condução hidráulica da planta, auxiliando, assim, na manutenção da condução de água, embora em menores taxas, durante períodos de déficit hídrico (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

A aplicação do polímero no plantio da lavoura, possivelmente melhorou a disponibilidade de água para as plantas, promovendo uma adaptação positiva na anatomia interna (xilema), mesmo após oito meses da última avaliação feita por Pieve (2012), ou seja, em folhas formadas depois da ação do polímero em campo. Essa tendência foi também observada nas variações encontradas no número dos vasos do xilema (Tabela 3). Dos 24 tratamentos que receberam polímero no plantio, 15 foram diferentes do tratamento adicional (sem polímero), sendo que em 12 desses (80 %) o número dos vasos do xilema foi maior.

TABELA 2 - Diâmetro dos vasos do xilema (μm) de cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos, com adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	20,04 *	20,89 *	14,37	14,73	
1,0L : Cova Lateral	13,66	17,63 *	16,77 *	17,17 *	
1,5L : Cova	16,46	19,78 *	13,99	16,01	
1,5L : Cova Lateral	15,45	14,66	14,70	14,69	14,23
2,0L : Cova	17,23 *	18,41 *	17,18 *	18,11 *	
2,0L : Cova Lateral	21,96 *	16,50	12,95	17,39 *	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Número dos vasos do xilema de cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos com adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	145,17 *	150,17 *	87,17 *	118,67	
1,0L : Cova Lateral	65,17 *	116,33	130,17	95,50 *	
1,5L : Cova	149,17 *	159,17 *	122,50	152,83 *	
1,5L : Cova Lateral	112,17	119,83	112,67	151,33 *	123,83
2,0L : Cova	150,50 *	169,83 *	157,83 *	184,33 *	
2,0L : Cova Lateral	169,67 *	121,00	130,83	152,17 *	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

No presente trabalho, as plantas que possivelmente receberam maior quantidade de água (com polímero) apresentaram maior número de vasos xilemáticos e maior diâmetro desses vasos, conseqüentemente obtiveram uma nervura central mais espessa. O aumento da nervura central pode estar relacionado com um maior fluxo de fotossintatos e água na planta. Assim, é possível a translocação de mais água necessária à manutenção da turgidez celular nas folhas, fato essencial para o correto metabolismo (BATISTA et al., 2010).

Pela Tabela 4, pode-se observar que quanto às variações na relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura, dois dos 24 tratamentos apresentaram diferença do tratamento adicional. Nesses tratamentos do fatorial (com maior disponibilidade hídrica) foram observados menores valores da relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos. Maiores diâmetro equatorial e relação entre o diâmetro

polar e equatorial, podem conferir às plantas alta adaptabilidade a ambientes xéricos (RIBEIRO et al., 2012).

Quatro dos 24 tratamentos, para o índice estomático, e cinco dos 24 tratamentos do fatorial proposto apresentaram diferença do tratamento adicional (Tabela 5 e 6). Possivelmente, a maior disponibilidade hídrica dos tratamentos estatisticamente diferentes do tratamento adicional proporcionaram maiores valores do índice e densidade estomática. Ribeiro et al. (2012) afirmaram que o índice estomático pode variar diferentemente da densidade estomática, sendo que genótipos com estômatos menores e baixa densidade estomática podem apresentar índices estomáticos relativamente altos devido ao maior tamanho das células epidérmicas regulares. O aumento na densidade estomática pode estar relacionado com uma maior capacidade das plantas em captar o CO_2 da atmosfera, aumentando assim a eficiência fotossintética (BATISTA et al., 2010; CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

TABELA 4 - Relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos de cafeeiros submetidos à adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	2,17	2,47	2,14	2,56	
1,0L : Cova Lateral	2,01 *	2,17	2,31	2,36	
1,5L : Cova	2,37	2,14	2,33	2,51	
1,5L : Cova Lateral	2,41	2,29	2,32	2,68	2,45
2,0L : Cova	2,51	2,25	2,27	2,49	
2,0L : Cova Lateral	2,58	2,33	2,11 *	2,42	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 5 - Índice estomático de cafeeiros submetidos à adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	21,77	21,62	17,46	14,13	
1,0L : Cova Lateral	17,22	18,81	18,47	19,61	
1,5L : Cova	20,93	17,85	19,01	18,75	
1,5L : Cova Lateral	19,31	20,54	22,14 *	19,87	17,92
2,0L : Cova	21,34	21,93 *	19,58	23,49 *	
2,0L : Cova Lateral	21,25	16,69	18,45	22,45 *	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6 - Densidade estomática de cafeeiros submetidos à adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	215,95	180,99	148,08	139,85	
1,0L : Cova Lateral	203,61	185,10	187,16	166,59	
1,5L : Cova	215,95	189,21	201,55	166,59	
1,5L : Cova Lateral	193,33	252,97 *	232,40 *	201,55	168,65
2,0L : Cova	236,52 *	226,23 *	166,59	230,35 *	
2,0L : Cova Lateral	178,93	123,40	178,93	211,84	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Notou-se na Tabela 7 que dos 24 tratamentos com o polímero proposto por Pieve (2012), sete foram estatisticamente diferentes, sendo que desses sete apenas 1 (14,28 %) teve menor espessura do parênquima paliçádico, em relação ao tratamento sem polímero, sendo os outros seis (85,72 %) com maior espessura. Portanto, é provável que a maior disponibilidade hídrica dos tratamentos com polímero favoreceu a maior espessura do parênquima paliçádico dos tratamentos estatisticamente diferentes do tratamento adicional, mesmo após oito meses da última avaliação feita por Pieve (2012), ou seja, em folhas formadas muito depois da aplicação do polímero em campo.

A maior espessura do parênquima paliçádico que é um tecido rico em cloroplastídeos e o principal tecido relacionado à fotossíntese, pode favorecer, portanto, ao crescimento e desenvolvimento das plantas (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Na Tabela 8, podem-se observar os valores de espessura do parênquima esponjoso de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. Observou-se que dez dos 24 tratamentos com polímero foram diferentes em relação ao tratamento adicional.

Desses dez, apenas um (10 %) apresentou menor espessura do parênquima esponjoso, ou seja, parece que a maior disponibilidade hídrica das plantas tratadas com polímero, favoreceu a maior espessura do parênquima esponjoso das folhas das plantas. Essa maior espessura, pode favorecer o aumento dos espaços intercelulares desse parênquima, consequentemente aumentando o acúmulo de gases nas trocas gasosas, para que posteriormente o CO₂ seja fixado pelo parênquima paliçádico ou no parênquima esponjoso (em menores quantidades) (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Grisi et al. (2008) observaram que, para o parênquima esponjoso o tratamento irrigado apresentou maior espessura. Em relação ao parênquima paliçádico, observaram diminuição de sua espessura na 'Catuaí' não irrigada em relação à irrigada, sendo esses resultados semelhantes ao encontrado no presente trabalho. Os maiores valores para os parênquimas paliçádico e esponjoso podem conferir uma maior capacidade fotossintética aos genótipos que os exibem, sendo um fator favorável em condições de alta radiação incidente (RIBEIRO et al., 2012).

TABELA 7 - Espessura do parênquima paliçádico (μm) de cafeeiros submetidos à adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	52,42	54,25	37,06 *	48,07	
1,0L : Cova Lateral	66,99 *	70,35 *	58,00	74,22 *	
1,5L : Cova	65,37	61,02	60,06	70,52 *	
1,5L : Cova Lateral	65,43	63,78	48,73	54,54	56,57
2,0L : Cova	67,92	66,65 *	51,21	74,68 *	
2,0L : Cova Lateral	51,38	61,81	57,63	61,81	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 8 - Espessura do parênquima esponjoso (μm) de cafeeiros submetidos à adição ou não (tratamento adicional) de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura.

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0L : Cova	211,81	213,15	164,10 *	192,36	
1,0L : Cova Lateral	182,11	198,33	219,85	205,14	
1,5L : Cova	233,64 *	243,81 *	191,01	204,99	
1,5L : Cova Lateral	223,26 *	184,15	183,10	234,02 *	200,90
2,0L : Cova	230,88 *	242,70 *	218,96	234,62 *	
2,0L : Cova Lateral	214,00	239,23 *	201,72	249,48 *	

* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

Modificações anatômicas que favorecem as relações hídricas das plantas estão presentes em algumas dessas após 24 meses da implantação de cafeeiros, com a aplicação de polímero hidrorretentor.

5 REFERÊNCIAS

- BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidrorretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BATISTA, L. A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 475-481, jul./set. 2010.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- DAMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, São Paulo, v. 16, p. 1-6, 2004.
- DAMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Photosynthetic performance of two coffee species under drought. **Photosynthetica**, Prague, v. 34, p. 257-264, 1997.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- FONTENO, W. C.; BILDERBACK, T. E. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 2, p. 217-222, 1993.
- GERVÁSIO, E. S. **Efeitos de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro**. 2003. 105 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.
- GRISI, F. A. et al. Avaliações anatômicas foliares em mudas de café 'Catuaí' e 'Siriema' submetidas ao estresse hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1730-1736, nov./dez. 2008.
- GUIMARÃES, C. M. et al. Sistema radicular do arroz de terras altas sob deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 126-134, jan./mar. 2011.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 319 p.
- LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. de P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1832-1842, nov./dez. 2008.
- MARQUES, P. A. A. et al. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2013.
- NUNES, M. A. Water relations in coffee: significance of plant water deficits to growth and yield: a review. **Journal of Coffee Research**, Kamaraka, v. 6, p. 4-21, 1976.
- PIEVE, L. M. **Uso de polímeros hidrorretentor na implantação de lavouras cafeeiras**. 2012. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidrorretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.
- RENA, A. A.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **Item**, Brasília, n. 48, p. 34-41, 2000.
- RIBEIRO, M. N. O. et al. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 354-361, abr./jun. 2012.
- SILVA, A. C. et al. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 21-25, 2008.
- ZONTA, J. H. et al. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **IDESIA**, Arica, v. 27, n. 3, p. 29-34, 2009.