



**NOÊMIA KAREN DE OLIVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS DE ANATOMIA FOLIAR  
DE CAFEEIROS IMPLANTADOS COM O USO  
DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR**

**LAVRAS – MG**

**2013**

**NOÊMIA KAREN DE OLIVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS DE ANATOMIA FOLIAR DE CAFEEIROS  
IMPLANTADOS COM O USO DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Rubens José Guimarães

Coorientador

Dr. Evaristo Mauro de Castro

**LAVRAS - MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Oliveira, Noêmia Karen de.

Características de anatomia foliar de cafeeiros implantados com o uso de polímero hidrorretentor / Noêmia Karen de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2013.

53 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Rubens José Guimarães.

Bibliografia.

1. Anatomia. 2. Estresse hídrico. 3. Gel condicionador de solo. 4. Plantio. 5. Hidrogel condicionador de solo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.82

**NOÊMIA KAREN DE OLIVEIRA**

**CARACTERÍSTICAS DE ANATOMIA FOLIAR DE CAFEEIROS  
IMPLANTADOS COM O USO DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2013.

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes UFLA

Dr. Evaristo Mauro de Castro UFLA

Dra. Myriane Stella Scalco UFLA

Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2013**

*A Mauri, meu pai, que sempre apoiou todas as minhas decisões;*  
*À Rosângela, minha mãe, que me ensinou nada ser impossível para Deus;*  
*À Naiara, minha tão amada irmã, que sempre esteve ao meu lado em todos os*  
*momentos;*  
*Aos meus avós, especialmente ao “Vô Mario”, que sempre foi meu protetor e*  
*me ensinou que amigos são uma dádiva na vida e o respeito é um dos maiores*  
*tesouros que podemos ter;*  
*Aos meus tios e tias; e aos meus primos pela força em todas as horas.*  
*À Larissa, minha afilhada, por mostrar-me que ser madrinha não é só dar*  
*presente, mas também puxar a orelha;*  
*As minhas amigas, Madeleine, Marislaine e Melina, que se tornaram a minha*  
*segunda família.*  
*À Marine (in memoriam), grande anjo e cúmplice da minha vida.*

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que me deu o dom da vida e sempre se mostra presente em todas as horas.

À minha família, que se manteve forte nos momentos mais difíceis pelos quais passamos nesses últimos anos;

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura (DAG) e em especial ao Setor de Cafeicultura, por meio de seus professores e funcionários, pela oportunidade e condições oferecidas durante o curso;

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

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - Consórcio Pesquisa Café, pelo apoio financeiro;

Ao professor Rubens José Guimarães, pela orientação, ensinamentos e amizade, além de contribuir em grande parte do meu conhecimento em cafeicultura;

Aos professores, Virgílio Anastácio da Silva e Antônio Nazareno Guimarães Mendes, e as pesquisadoras Vânia Aparecida Silva e Myriane Stella Scalco, pela disponibilidade e contribuições ao meu conhecimento;

Aos amigos Nathan, Bruna, Gabriel e Dayana, por todo apoio dado durante os últimos anos.

À secretária da Pós-Graduação do DAG, Marli dos Santos Túlio, sempre pronta para o auxílio indispensável;

A todos os colegas dos Departamentos de Agricultura e Biologia, principalmente os amigos do Necaf, pelo grande apoio e amizade, em toda minha trajetória;

A professora Danielle Pereira Baliza, pela amizade, convívio, orientação e valiosas contribuições tanto pessoais quanto científicas;

Ao professor Evaristo Mauro de Castro, pela coorientação e valiosas contribuições neste trabalho;

Aos amigos Clayton e Leonardo, pela grande ajuda nos experimentos realizados durante o curso;

Ao Sr. Sérgio Brasil e a toda equipe de apoio, pelos imprescindíveis trabalhos de campo.

**Minha gratidão!**

## RESUMO

O conhecimento das mudanças na anatomia foliar de cafeeiros submetidos às diferentes tecnologias de produção é importante para se conhecer o efeito dessas tecnologias na planta. Esse conhecimento possibilitará entender com clareza quais foram as mudanças anatômicas provocadas por determinada tecnologia nos cafeeiros, e assim abrir novas linhas de investigação. A fase de implantação da lavoura cafeeira é a mais importante para o sucesso do empreendimento, pois, por se tratar de uma lavoura perene, influenciará na produtividade e na longevidade da mesma. A utilização de polímeros hidrorretentores na implantação de lavouras cafeeiras tem sido estudada, como uma alternativa para manter a disponibilidade de água às plantas quando da ocorrência de veranicos. O experimento foi conduzido na Fazenda Capão dos Óleos, município de Coqueiral, Minas Gerais, no período de 2009 a 2011. O presente trabalho teve como objetivo verificar as modificações na anatomia foliar em cafeeiros implantados com o uso de polímero hidrorretentor. Para tanto se coletou 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. A coleta das folhas para avaliação das características anatômicas, analisando as seguintes características: espessura da cutícula da face adaxial, espessura da epiderme da face adaxial e abaxial, do parênquima paliádico e esponjoso, e do floema, diâmetro dos vasos do xilema, diâmetro polar e equatorial dos estômatos e relação diâmetro polar e equatorial. Verificou-se que 24 meses após a aplicação do polímero na implantação da lavoura cafeeira, as plantas apresentaram modificações na estrutura interna que favoreceram as relações hídricas das plantas.

Palavras-chave: Anatomia. Estresse hídrico. Gel. Plantio.

## ABSTRACT

The knowledge of changes in foliar anatomy of coffee plants submitted to different production technologies is important in order to know the effects of these technologies on the plant. This knowledge will allow us to understand with clarity which were the anatomical changes provoked by certain technologies for coffee cultivation, thus opening new lines of investigation. The coffee culture implantation is the most important for the success of this enterprise since, in dealing with a perennial crop, will influence the productivity and longevity of the same. The use of hydro reducing polymers in the implantation of coffee crops has been studied as an alternative for maintaining water availability for the plants in the case of Indian summers. 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 reducing polymers. For such, we collected leaves for posterior evaluation of foliar anatomy from plants derived from different treatments (dilutions, doses and location hydrated hydro reducing 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 reducing 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 reducing 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 reducing 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.

Keywords: Anatomy. Hydric stress. Gel. Plantation.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Detalhe do feixe vascular em seção transversal da nervura de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor na cova de plantio. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M – tratamento adicional. .... 27
- Figura 2 Detalhe do feixe vascular em seção transversal da nervura de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor em uma cova lateral. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional ..... 28
- Figura 3 Seção paradérmica de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor na cova de plantio. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional; CE = célula epidérmica; E = estômato ..... 34

- Figura 4 Seção paradérmica de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor em uma cova lateral. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional; CE = célula epidérmica; E = estômato ..... 35
- Figura 5 Seção transversal de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor na cova de plantio. A - 0,5 quilos e 1,0 litros; B - 0,5 quilos e 1,5 litros; C - 0,5 quilos e 2,0 litros; D - 1,0 quilos e 1,0 litros; E - 1,0 quilos e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional..... 41
- Figura 6 Seção transversal de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor em uma cova lateral. A - 0,5 quilos e 1,0 litros; B - 0,5 quilos e 1,5 litros; C - 0,5 quilos e 2,0 litros; D - 1,0 quilos e 1,0 litros; E - 1,0 quilos e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional..... 42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variações na espessura do floema (em $\mu\text{m}$ ) de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2003.....	26
Tabela 2	Variações no diâmetro dos vasos do xilema (em $\mu\text{m}$ ) de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2003.....	30
Tabela 3	Variações no número dos vasos do xilema (ud) de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2003.....	31
Tabela 4	Variações no diâmetro polar dos estômatos de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013.....	32
Tabela 5	Variações no diâmetro equatorial dos estômatos de plantas submetidas a diferentes doses de diluição e volumes de aplicação de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	33
Tabela 6	Variações no diâmetro equatorial dos estômatos de plantas submetidas a diferentes locais de aplicação de diferentes doses de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	33
Tabela 7	Variações no diâmetro equatorial dos estômatos de plantas submetidas a diferentes locais de aplicação de diferentes doses de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	33

Tabela 8	Variações na relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013.....	37
Tabela 9	Variações no índice estomático de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013.....	38
Tabela 10	Variações na densidade estomática de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013.....	39
Tabela 11	Variações na espessura da cutícula de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013.....	40
Tabela 12	Variações na espessura da epiderme da face adaxial de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	43
Tabela 13	Variações na espessura da epiderme da face abaxial de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	44
Tabela 14	Variações na espessura do parênquima paliçádico de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	45
Tabela 15	Variações na espessura do parênquima esponjoso de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013 .....	46
Tabela 16	Variações na espessura mesofilo de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013.....	47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Importância da água no cultivo do cafeeiro</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Utilização do polímero hidrorretentor como alternativa para o suprimento de água</b> .....	16
<b>2.3</b>	<b>Modificações nas relações hídricas e a anatomia foliar</b> .....	18
<b>2.4</b>	<b>O cafeeiro e a anatomia das folhas</b> .....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
<b>3.1</b>	<b>Caracterização do experimento base para o presente trabalho</b> .....	22
<b>3.2</b>	<b>Características avaliadas</b> .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>4.1</b>	<b>Feixes vasculares</b> .....	26
<b>4.2</b>	<b>Caracterização dos estômatos</b> .....	32
<b>4.3</b>	<b>Espessura dos tecidos foliares</b> .....	39
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	48
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	49
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

O café arábica é originário das florestas tropicais da Etiópia, Quênia e Sudão, em altitudes de 1.500-2.800 m. A temperatura do ar apresenta pouca variação sazonal, com média anual variando entre 18 °C e 22 °C. A precipitação é bem distribuída, variando de 1.600 mm a 2.000 mm, com estação seca estendendo-se por três a quatro meses e coincidindo com o período mais fresco (CAMARGO, 2010).

No Brasil, o plantio de *Coffea arabica* L. pode ocorrer em períodos onde há déficit hídrico no solo, fazendo assim, necessária a adesão de tecnologias alternativas para o suprimento de água para estas plantas. Dentre essas tecnologias cita-se a utilização de polímeros hidrorretentores.

O conhecimento das mudanças das características anatômicas de cafeeiros submetidos às diferentes tecnologias de produção é importante para se conhecer o efeito das mesmas na planta. Esse conhecimento possibilitará entender com clareza quais foram as mudanças anatômicas provocadas por determinada tecnologia, e assim abrir novas linhas de investigação que podem alterar a resposta da planta às situações adversas de disponibilidade hídrica do solo.

No caso específico deste trabalho buscou-se entender os efeitos da adição de polímero hidrorretentor aplicado durante a implantação de lavoura cafeeira nas características anatômicas dos cafeeiros. A hipótese mais provável é que as plantas submetidas a diferentes déficits hídricos apresentassem diferenças entre as características anatômicas.

Assim, com o presente trabalho objetivou-se verificar as modificações na anatomia foliar em cafeeiros implantados com o uso de polímero hidrorretentor.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância da água no cultivo do cafeeiro**

A água é um dos fatores mais limitantes para se obter altas produtividades na cultura do cafeeiro. A cultura necessita de água suficientemente disponível no solo tanto na fase vegetativa como na reprodutiva para um desenvolvimento e produtividade satisfatórios (CAMARGO, 1989). O déficit hídrico pode ainda afetar negativamente o sistema radicular, limitando a absorção de água e nutrientes, o crescimento da parte aérea e a produção de frutos mais uniformes (GOPAL, 1974).

Efeitos negativos do déficit hídrico também são relatados por Assis (2010) que observou em plantas não submetidas à irrigação, valores de altura, diâmetro de caule e diâmetro de copa, inferiores aos das plantas irrigadas. Ou seja, a restrição na disponibilidade de água no solo pode afetar os processos metabólicos referentes ao crescimento das plantas (CARVALHO et al., 2006).

A produção de cafeeiros é afetada pelo déficit hídrico, como comprovado por Lima, Custódio e Gomes (2008), que trabalhando com cultivos irrigados e não irrigados, verificaram que o uso de irrigação promoveu aumento da produtividade de lavouras.

O estudo das características anatômicas de cafeeiros em diferentes condições de disponibilidade de água pode, em muito, auxiliar no conhecimento das relações hídricas do cafeeiro, pois segundo vários autores, pequenas diminuições na oferta de água pode reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica (DAMATTA, 2004; DAMATTA; MAESTRI; BARROS, 1997; NUNES, 1976; RENA; MAESTRI, 2000).

## **2.2 Utilização do polímero hidrorretentor como alternativa para o suprimento de água**

Em diversas regiões brasileiras o plantio de café “de sequeiro” pode ocorrer simultaneamente com um período de estiagem (veranico), havendo necessidade do uso de tecnologias alternativas de suprimento de água para maior sobrevivência e crescimento das mudas em campo. Dentre essas tecnologias cita-se a utilização de polímeros hidrorretentores, também chamados de hidrogel, polímero superabsorvente ou simplesmente gel, que podem atuar como absorvedores de água que poderão suprir as plantas em épocas de escassez (FONTENO; BILDERBACK, 1993; SILVA; TOSCANI, 2000).

Os polímeros hidrorretentores passaram a ser pesquisados como forma de minimizar os problemas associados à baixa produtividade, geralmente provocada pela disponibilidade irregular ou deficitária de água e má estruturação do solo (PREVEDELLO; LOYOLA, 2007).

Já se encontram no mercado, polímeros sintéticos e mesmo naturais para utilização em diversas culturas, entre elas o café. Conceitualmente, os polímeros são macromoléculas, constituídas por cadeias longas de monômeros. No caso dos polímeros naturais citam-se as proteínas, polissacarídeos, resinas, gomas, entre outros; ou sintéticos, como o plástico. Podem ser homopolímeros, quando o polímero é formado pela repetição do mesmo monômero, ou copolímero, se formado pela repetição de mais de um tipo de monômero (LUCAS; SOARES; MONTEIRO, 2001).

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 floclulantes 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, p. 16). Quando seco, este 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 uso do polímero, como substituto da irrigação complementar, visa à utilização a água armazenada na estrutura do polímero na época de disponibilidade hídrica, e possibilitar posterior uso pela planta na época de deficiência hídrica (MARQUES et al., 2013).

As plantas têm facilidade de extrair do polímero a água necessária para sua sobrevivência, observando o crescimento das raízes das plantas por dentro dos grânulos do polímero hidratado. E segundo Johnson (1984), a água pode ser retirada do gel por pressão de sucção realizada pelas raízes de plantas ou por evaporação atmosférica, havendo, portanto, uma redução gradual do tamanho do gel (AZEVEDO, 2000).

O aumento da absorção e retenção da água pelo polímero tornará a água mais facilmente disponível para as plantas, possibilitando um melhor desenvolvimento inicial destas (ZONTA et al., 2009). À medida que se aumenta a concentração do polímero nos solos, ocorre maior retenção de água, principalmente nos potenciais matriciais mais elevados. Essa maior retenção foi observada por Oliveira et al. (2004), nos solos de texturas franco-argiloarenosa e argilosa, até o potencial matricial de  $-1,0$  MPa.

As poliacrilamidas não são degradadas biologicamente, por isso, uma vez aplicadas ao solo sofrem uma lenta degradação ou dissociação por ação do cultivo, dos raios ultravioletas do sol e de um contínuo fracionamento, em solos continuamente cultivados por meio dos implementos agrícolas (AZZAM, 1983). A deterioração do polímero é acelerada quando colocado em

soluções que contém sais de Ca, Mg e Fe, ou em solos adubados anualmente com fertilizantes completos (JAMES; RICHARDS, 1986). Os produtos finais da dissociação dos hidrogéis são: dióxido de carbono, água e amoníaco, ou seja, não existem problemas relacionados à toxicidade residual (WALLACE; WALLACE, 1986).

### **2.3 Modificações nas relações hídricas e a anatomia foliar**

Pequenas modificações nas condições hídricas podem reduzir intensamente o crescimento, mesmo não ocorrendo as respostas típicas das plantas nessas condições, como a murcha das folhas (SILVA et al., 2008). Assim, as características da estrutura interna das folhas podem ser importantes para determinar o nível de tolerância para o estresse hídrico (BATISTA et al., 2010), ou mesmo para avaliar as alterações anatômicas decorrentes de tratamentos que envolvam as condições hídricas.

Segundo Castro, Pereira e Paiva (2009) fatores ambientais influenciam diretamente a anatomia foliar, e a condição hídrica é um dos mais importantes para esse desenvolvimento. A radiação, por exemplo, pode alterar as espessuras do parênquima paliádico e esponjoso, dimensões estomáticas entre outras (NASCIMENTO et al., 2006; PINHEIRO et al., 2005; RAMIRO et al., 2004).

A influência exercida pelas condições ambientais (água, temperatura, luz, solo) sobre essas características estruturais do vegetal é importante na relação das características anatômicas com a produção vegetal. Em trabalho de melhoramento genético realizado com milho em ambientes encharcados, durante 18 ciclos de seleção foi constatada a evolução da morfologia interna das plantas de forma a favorecer a sobrevivência dessas nesses ambientes. As raízes sofreram adaptações ficando mais finas e compridas com maior volume total e área superficial, maior formação de aerênquima, diminuição da exoderme,

modificação no córtex e nos tecidos vasculares, os quais facilitam o fluxo de fotossimilados e de água pela planta. As folhas tiveram aumento nos estômatos funcionais, diminuição da cutícula e da epiderme, diminuição do número e no tamanho das células buliformes, metaxilema com menor diâmetro, aumento na espessura do floema e menor área de esclerênquima (PEREIRA et al., 2010; SOUZA et al., 2010, 2011).

Trabalhos realizados com algumas cultivares de café indicam que as características estruturais quando associadas às fisiológicas permitem discriminar satisfatoriamente as diferentes cultivares estudadas em termos de tolerância diferencial à seca (BATISTA et al., 2010; GRISI et al., 2008). A utilização dessas características também apresenta a possibilidade de dinamizar o processo de obtenção de novas cultivares de café, num menor espaço de tempo, ou mesmo validar a utilização de técnicas de manejo que venham a promover mudanças desejáveis na anatomia interna das plantas.

A alteração da anatomia foliar do cafeeiro em função dos diferentes fatores externos pode variar entre cultivares. Grisi et al. (2008) trabalhando com avaliações anatômicas foliares em mudas de café ‘Catuaí Amarelo IAC 74’ e ‘Siriema’, não encontraram modificações na anatomia foliar do cafeeiro sob estresse hídrico. Porém, trabalhando com outras cultivares encontraram diferenças nas espessuras do clorênquima, limbo, além da densidade e dimensões estomáticas. O estudo dessas características permitiu a estes autores diferenciar a capacidade de tolerância, com vantagem para os genótipos ‘Siriema’ e ‘Catuaí Amarelo IAC 74’.

Os conhecimentos de anatomia vegetal podem também ser úteis no controle de patógenos, pois determinadas características anatômicas poderão conferir aos materiais genéticos que as possuem, resistências a pragas e doenças eliminando ou diminuindo a necessidade da utilização de produtos químicos (SILVA; ALQUINI; CAVALLETT, 2005).

## 2.4 O cafeeiro e a anatomia das folhas

A epiderme da folha do cafeeiro é revestida por uma cutícula que reduz a perda espontânea de água, protege o tecido foliar contra danos mecânicos e, devido à sua natureza, dificulta a absorção de produtos usados na agricultura, como fungicidas, herbicidas, nutrientes etc. (ALVES, 2008). Plantas de que vivem em ambientes com falta de água geralmente podem desenvolver cutículas espessadas que diminuem a perda de água e aumentam assim a sobrevivência da planta nesse ambiente (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Os estômatos, no caso da folha de café, são hipostomáticas, ou seja, estão presentes apenas na epiderme abaxial. As folhas de café são hipostomáticas, ou seja, apresentam estômatos apenas na face abaxial da epiderme. Como as folhas são más condutoras de calor, durante o dia, a face adaxial normalmente aquece mais que a abaxial, o que tende a aumentar a transpiração, na face adaxial, exposta diretamente à radiação solar, sendo que, a transpiração estomática é responsável por mais de 90% da água transpirada. Desse modo, espécies com folhas anfiestomáticas ou epistomáticas perdem mais água por meio da transpiração do que as folhas hipostomáticas. Esta característica contribui para uma melhor adaptação às condições de seca da planta de café (ALVES, 2008).

Outra função importante dos estômatos é a realização de trocas gasosas. Eles são de fundamental importância para a liberação de  $O_2$  e a captação de  $CO_2$  nas folhas. É uma atividade altamente especializada, podendo exibir grande plasticidade com relação aos estômatos (densidade, índice, tamanho, diâmetros) de acordo com a ecologia da planta (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

O espessamento dos tecidos que compõem o mesófilo pode contribuir para a esclerofilia das folhas, atribuindo características de folhas xeromorfas na presença de níveis maiores de radiação, favorecendo a estrutura interna das

folhas de cafeeiro (BALIZA et al., 2012). O mesofilo pode ser uniforme, ou ainda possuir uma diferenciação em parênquima paliçádico e esponjoso. O parênquima paliçádico é um tecido rico em cloroplastídeos e o principal tecido relacionado à fotossíntese. As folhas organizadas em parênquima paliçádico na face adaxial e parênquima esponjoso na face abaxial, como é o caso do cafeeiro, geralmente são folhas de espécies de ambientes com grande disponibilidade hídrica (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Batista et al. (2010) avaliando 15 cultivares de *Coffea arabica* quanto ao status hídrico e as características da estrutura interna das folhas observaram que as cultivares de maior potencial hídrico (Bourbon Amarelo e Catimor) tiveram os maiores resultados para a espessura do parênquima paliçádico, seguidos de outras cultivares e, aquelas como a Catiguá, com baixo potencial hídrico também tenderam a ter uma menor espessura de parênquima paliçádico. Já parênquima esponjoso aumentou em espessura apenas em cultivares com menores potenciais hídricos.

O parênquima esponjoso possui células de formato irregular e isto promove a formação de um tecido rico em espaços intercelulares, em razão da dificuldade de encaixe entre uma célula e outra. Tais espaços são importantes para o acúmulo de gases nas trocas gasosas (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

O sistema vascular das folhas é um sistema vital para o correto desenvolvimento da planta, pois é neste sistema que irá chegar água necessária à fotossíntese no mesofilo, por meio do xilema e os fotossintatos irão escoar em direção às diferentes partes da planta por meio do floema. Assim modificações nos vasos do xilema e floema quanto a diâmetro, quantidade, área do vaso entra outros fatores irão influenciar da forma significativa a fotossíntese, crescimento e desenvolvimento (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização do experimento base para o presente trabalho**

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 análise granulométrica do solo da área experimental foi realizada no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Lavras, apresentando resultados de 16 dag. kg-1 de areia, 40 dag.kg-1 de silte e 44 dag.kg-1 de argila, sendo classificado como de textura argilosa.

A implantação do experimento de Pieve (2012) ocorreu nos dias 30 e 31 de outubro de 2009, sendo utilizadas mudas de café da cultivar Catuaí IAC-144, utilizando em seus tratamentos o polímero hidrorretentor Hydroplan-eb, um Copolímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida. As mudas foram plantadas no dia 30 de outubro de 2009 e não sofreram nenhum tipo de irrigação após o seu plantio.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, DBC, no esquema fatorial 4x3x2 mais 1 tratamento adicional, com quatro repetições, perfazendo um total de 25 tratamentos e 100 parcelas, ou seja, 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 em uma cova aberta na lateral das mudas plantadas) no terceiro fator; e um tratamento adicional, como testemunha, sem a utilização do polímero hidrorretentor.

### **3.2 Características avaliadas**

Coletou-se as folhas das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com o uso de polímero hidrorretentor para avaliação quanto à anatomia foliar oito meses após a última avaliação feita por Pieve (2012).

As análises anatômicas foram conduzidas no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sendo utilizado o terço médio das folhas completamente expandidas do terceiro nó de ramos do terço médio das plantas. As folhas foram conservadas em etanol 70% (v.v<sup>-1</sup>). 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% (v.v<sup>-1</sup>) (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 dezoito campos por tratamento para as variáveis das secções transversais e secções paradérmicas.

Na avaliação dos feixes vasculares foram medidas: Espessura do floema- EF ( $\mu\text{m}$ ); Diâmetro dos vasos do xilema – DVX ( $\mu\text{m}$ ); Número de vasos do xilema – NVX – (ud);

Para a caracterização dos estômatos, foram avaliados: Diâmetro polar – DP ( $\mu\text{m}$ ); Diâmetro equatorial – DE - ( $\mu\text{m}$ ); Relação diâmetro polar e equatorial do estômato – DP/DE Índice estomático – IE - %; Densidade estomática – DE – ( $\text{NE. mm}^{-2}$  de folha).

Para determinação da espessura dos tecidos foliares foram avaliadas: Espessura da cutícula da face adaxial – CTA- ( $\mu\text{m}$ ); Espessura da epiderme da face adaxial – EAD – ( $\mu\text{m}$ ); Espessura da epiderme da face abaxial – EAB- ( $\mu\text{m}$ ); Espessura do parênquima paliçádico – PPA - ( $\mu\text{m}$ ); Espessura do parênquima esponjoso – PPE - ( $\mu\text{m}$ ); Espessura do mesofilo – MES - ( $\mu\text{m}$ );

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 Dunnet. Utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pieve (2012) fez avaliações do crescimento vegetativo 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 na avaliação de 476 dias após a implantação já não havia diferença de crescimento das plantas tratadas ou não com polímero.

Em todas as avaliações anatômicas feitas para este trabalho, se notam que 24 meses após 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 verificava diferenças de crescimento.

Porém, vários autores alertam que o estudo das características anatômicas de cafeeiros em diferentes condições de disponibilidade de água ,podem auxiliar no conhecimento das relações hídricas no 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; MAESTRI; BARROS, 1997; NUNES, 1976; RENA; MAESTRI, 2000).

Buscando essas pequenas diferenças, optou-se por comparar o tratamento adicional (sem utilização de polímero no plantio) com o tratamento do fatorial que recebeu o produto.

#### 4.1 Feixes vasculares

Nota-se (Tabela 1; Figura 1e 2) 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 (em  $\mu\text{m}$ )”. 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.

Tabela 1 Variações na espessura do floema (em  $\mu\text{m}$ ) de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2003

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

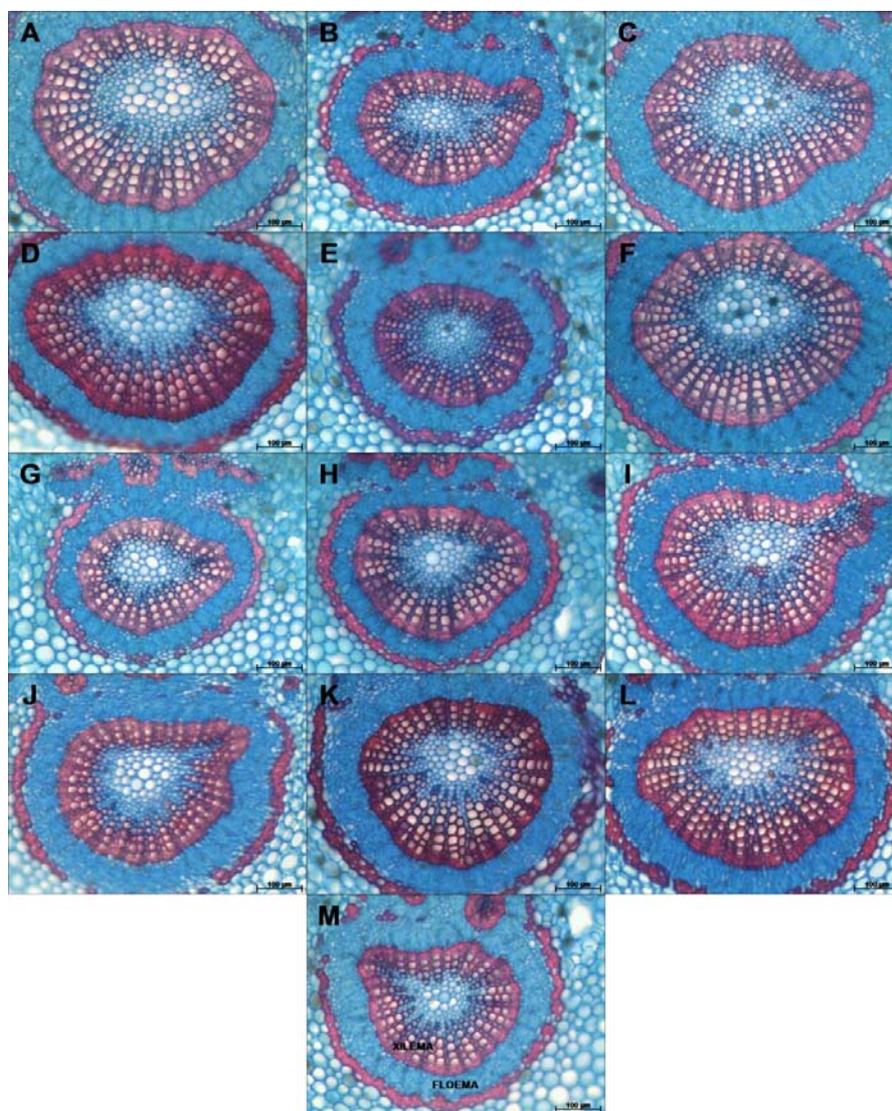


Figura 1 Detalhe do feixe vascular em seção transversal da nervura de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor na cova de plantio. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M – tratamento adicional.

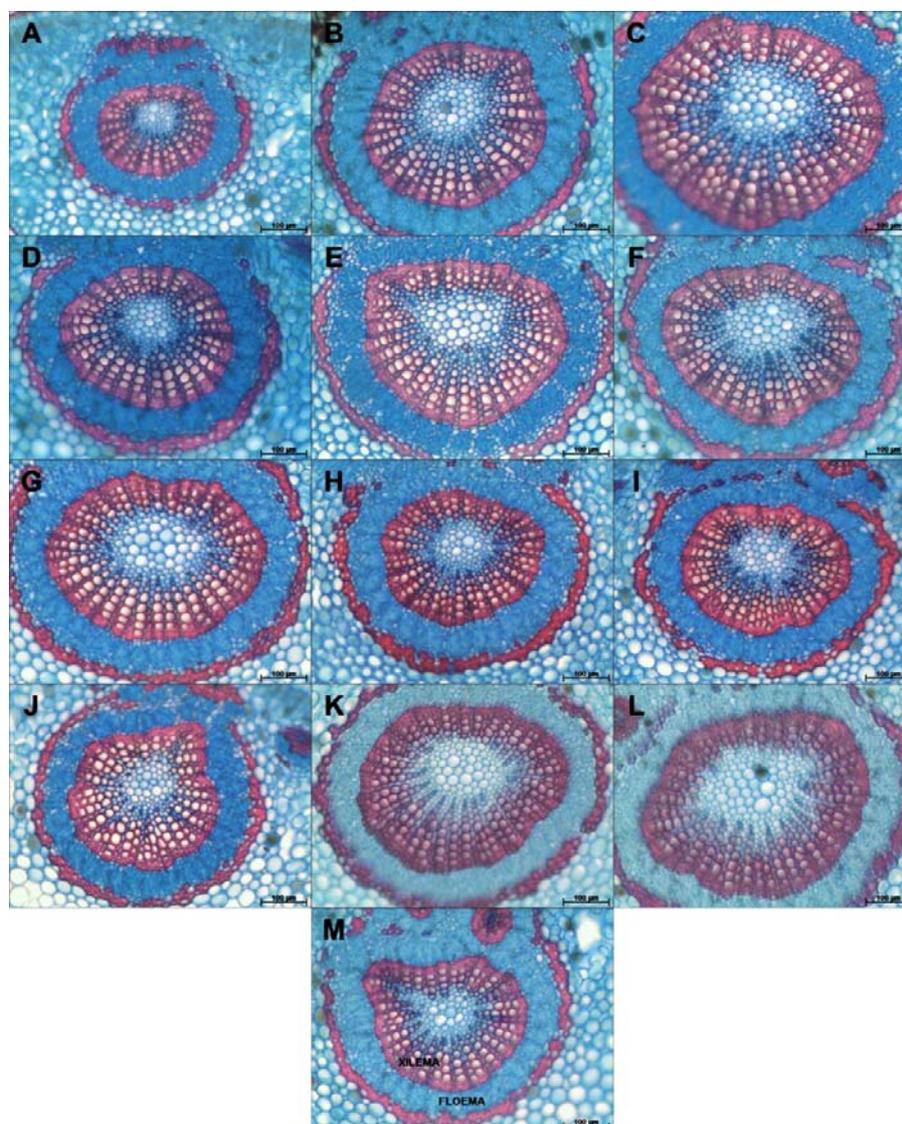


Figura 2 Detalhe do feixe vascular em seção transversal da nervura de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor em uma cova lateral. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional

As modificações no floema quanto a diâmetro, quantidade, área do vaso entra outros fatores influenciam de forma significativa a fotossíntese, crescimento e desenvolvimento (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009), comprovado no trabalho de Pieve (2012), onde o polímero interferiu positivamente no crescimento das plantas. Assim, mesmo 24 meses após a aplicação do polímero no plantio da lavoura, parece que a maior disponibilidade de água para as plantas com polímero promoveu uma adaptação positiva na anatomia interna (floema).

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 demonstram um maior potencial para translocação de fotoassimilados, podendo promover um maior desenvolvimento das raízes. Sendo este desenvolvimento um dos possíveis motivos para um crescimento vegetativo superior das plantas que foram implantadas com o polímero.

Nota-se pela Tabela 2 (e Figuras 1 e 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 que supostamente teve menor suprimento de água durante a implantação da lavoura.

Tabela 2 Variações no diâmetro dos vasos do xilema (em  $\mu\text{m}$ ) de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2003

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

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. 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, 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. Este 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). Esta tendência foi observada quanto às variações no número dos vasos do xilema (Tabela 3 e Figuras 1 e 2) que entre os 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 3 Variações no número dos vasos do xilema (ud) de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2003

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Alves et al. (2001) estudando alterações na anatomia foliar, decorrentes da poluição em área urbana, no clone híbrido 4430 de *Tradescantia*, constataram que plantas submetidas a algum tipo de estresse, apresentam maior número de vasos do xilema e menor diâmetro dos vasos, implicando numa maior segurança no transporte. Diferentemente do encontrado no presente trabalho, em que as plantas que possivelmente receberam uma maior quantidade de água (com polímero), apresentaram um maior número de vasos xilemáticos e um maior diâmetro destes vasos.

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).

#### 4.2 Caracterização dos estômatos

Nota-se pelas Tabelas 4, 5, 6, e 7 (e Figuras 3 e 4 ) que alguns dos 24 tratamentos (fatorial doses e volume de polímero na cova ou em cova lateral) propostos por Pieve (2012) foram considerados com maiores valores de diâmetro polar ou equatorial dos estômatos em relação ao tratamento adicional.

Tabela 4 Variações no diâmetro polar dos estômatos de plantas submetidas a diferentes tratamentos com adição de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0 L : Cova	21,14	22,11	19,92	22,05	
1,0 L : Cova Lateral	21,40	21,09	22,42	21,60	
1,5 L : Cova	20,83	19,85	22,49	23,50 *	20,71
1,5 L : Cova Lateral	21,11	21,55	21,13	22,52	
2,0 L : Cova	20,92	21,06	22,47	23,22 *	
2,0 L : Cova Lateral	24,07 *	24,25 *	19,38	20,59	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 Variações no diâmetro equatorial dos estômatos de plantas submetidas a diferentes doses de diluição e volumes de aplicação de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Volume	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0 L	10,27 *	9,51	9,55	8,97	
1,5 L	8,98	9,43	9,54	8,98	8,55
2,0 L	9,00	9,98 *	9,63 *	9,00	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 Variações no diâmetro equatorial dos estômatos de plantas submetidas a diferentes locais de aplicação de diferentes doses de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
Cova	9,08	9,31	9,74 *	9,20	8,55
Cova Lateral	9,75 *	9,98 *	9,41 *	8,77	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 Variações no diâmetro equatorial dos estômatos de plantas submetidas a diferentes locais de aplicação de diferentes doses de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Local	Volume (L)			Adicional
	1,00	1,50	2,00	
Cova	9,56	7,66	10,71 *	8,55
Cova Lateral	8,17	7,62	7,93	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

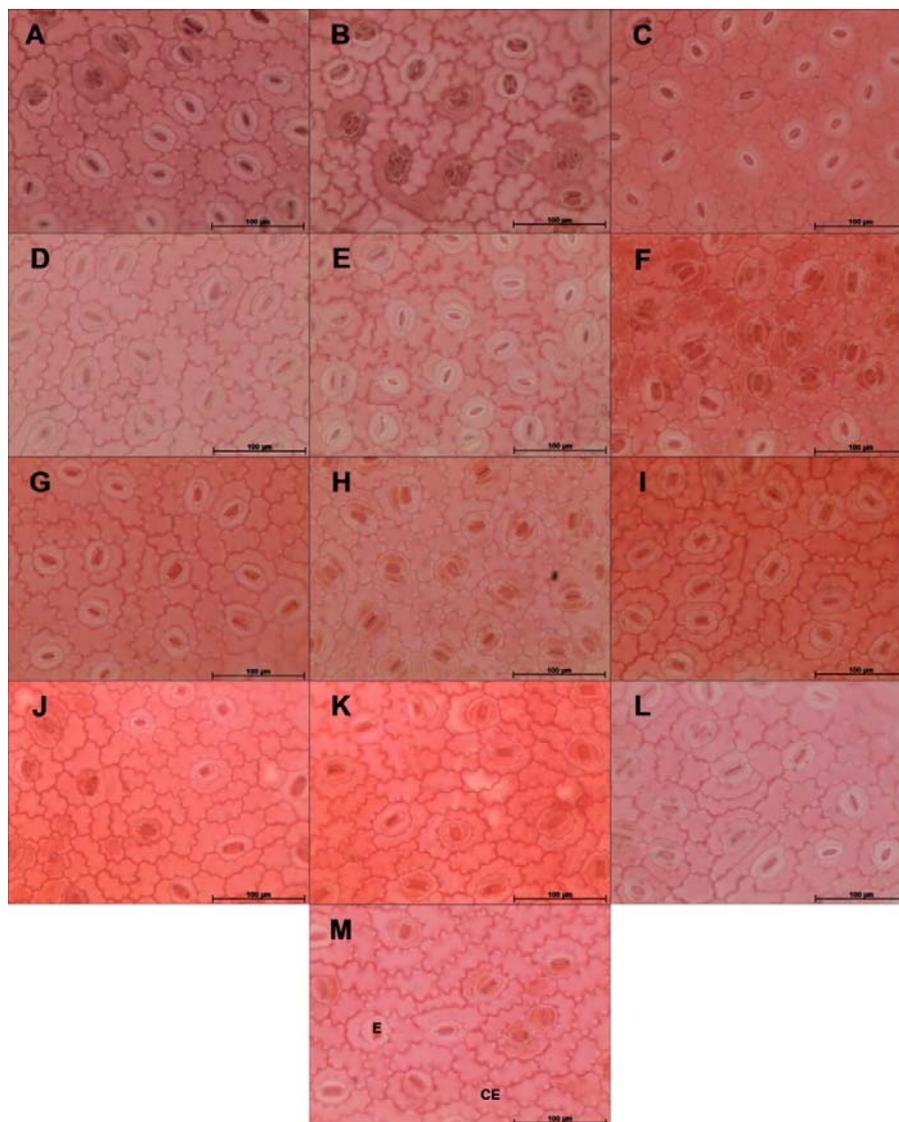


Figura 3 Seção paradérmica de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor na cova de plantio. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional; CE = célula epidérmica; E = estômato

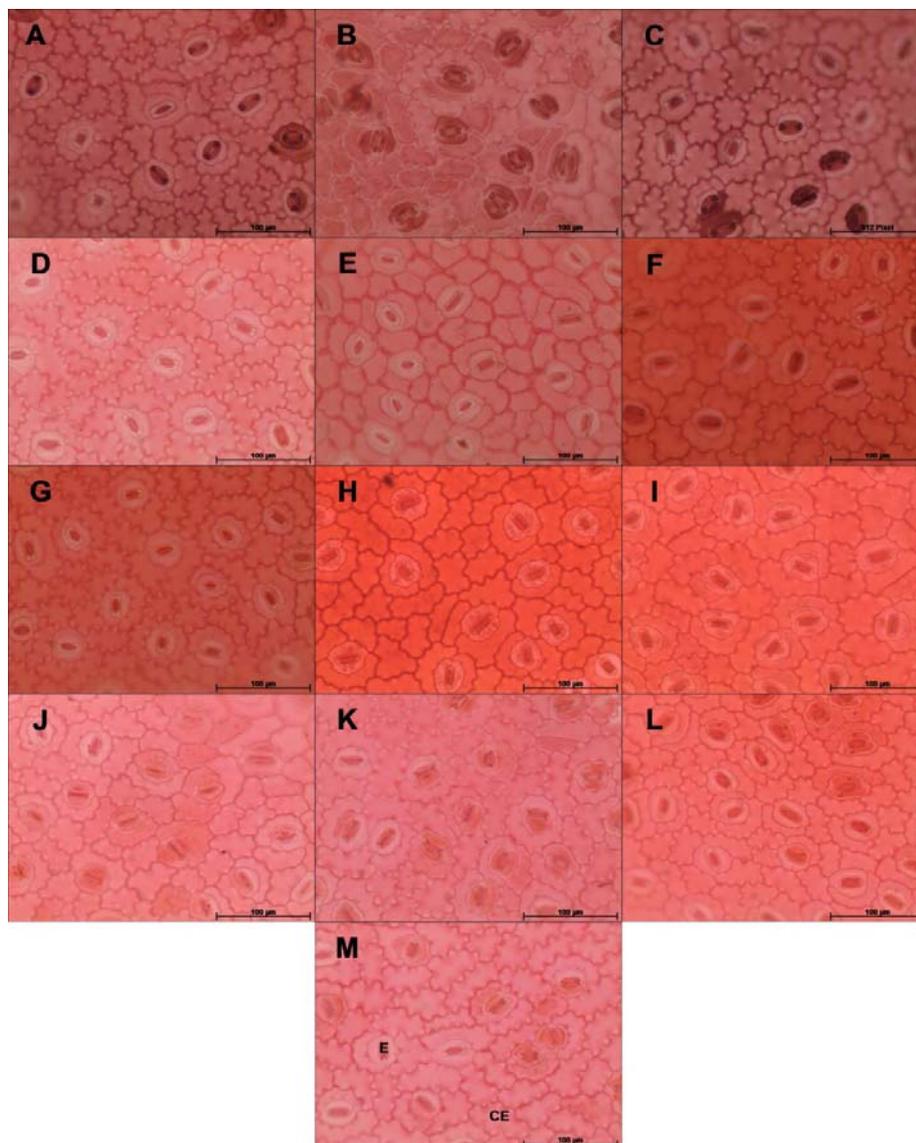


Figura 4 Seção paradérmica de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor em uma cova lateral. A - 0,5 quilo e 1,0 litro; B - 0,5 quilo e 1,5 litros; C - 0,5 quilo e 2,0 litros; D - 1,0 quilo e 1,0 litro; E - 1,0 quilo e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional; CE = célula epidérmica; E = estômato

Os maiores diâmetros polares ou equatoriais dos estômatos encontrados em alguns tratamentos que receberam polímero no plantio reforçam a hipótese de que, geralmente, os tratamentos do fatorial (com possível maior disponibilidade hídrica) alteraram favoravelmente diâmetros polares e equatoriais dos estômatos, que pode facilitar as trocas gasosas das folhas das plantas. A realização de trocas gasosas é função importante dos estômatos, que são de fundamental importância para a liberação de  $O_2$  e a captação de  $CO_2$  nas folhas. É uma atividade altamente especializada, podendo exibir grande plasticidade com relação aos estômatos (densidade, índice, tamanho, diâmetros) de acordo com a ecologia da planta (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

As plantas que receberam maior quantidade de água, por terem sido implantadas com o polímero, apresentaram maiores diâmetros polares e equatoriais. Isto corrobora com Grisi et al. (2008), que trabalhando com avaliações anatômicas foliares em mudas de café ‘Catuaí’ e ‘Siriema’, observaram que em relação ao diâmetro equatorial. Observou-se, então, que houve diferenças entre tratamentos irrigados e não irrigado, tendo os maiores valores sido encontrados nos tratamentos irrigados. Estes mesmos autores encontraram maiores relações entre o diâmetro polar e equatorial para os tratamentos não irrigados. Sendo que observaram que quanto menor é esta relação, menos elipsóide é o formato estomático, e menos funcional é o estômato. Já para a densidade estomática, estes autores observaram que o tratamento irrigado para a ‘Catuaí’ obteve maior número de estômatos, entretanto para o ‘Siriema’ no tratamento não irrigado, observou-se o inverso. Sendo que para o ‘Siriema’, evidenciou-se que na condição de deficiência hídrica este material mostrou-se mais adaptado, apresentando maior número de estômatos por área.

Pela Tabela 8 (e Figuras 3 e 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. Nos dois casos, os tratamentos do fatorial (com possível maior disponibilidade hídrica) tiveram 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 as plantas uma alta adaptabilidade a ambientes xéricos (RIBEIRO et al., 2012). Comprovando que no caso deste trabalho, aparentemente o polímero disponibilizou água para planta à medida que ela necessitou.

Tabela 8 Variações na relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 9 (e Figuras 3 e 4 ), podem-se observar as variações no índice estomático de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. Nota-se que quatro dos 24 tratamentos do fatorial proposto apresentaram diferença do tratamento adicional. Possivelmente, a maior disponibilidade hídrica dos tratamentos com adição de polímero proporcionou maiores valores do índice estomático. 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.

Tabela 9 Variações no índice estomático de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Da mesma forma, observar-se pela Tabela 10 (e Figuras 3 e 4), que cinco dos 24 tratamentos do fatorial proposto apresentaram diferença do tratamento adicional. Isto possivelmente é devido à maior disponibilidade hídrica dos tratamentos com adição de polímero, sendo que, os valores de densidade estomática de plantas submetidas aos tratamentos foram maiores que os da testemunha sem polímero. O aumento na densidade estomática pode estar relacionado com uma maior capacidade das plantas em captar o CO<sub>2</sub> da atmosfera, aumentando assim a eficiência fotossintética (BATISTA et al., 2010; CASTRO; PEREIRA; PAIVA 2009).

Tabela 10' Variações na densidade estomática de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 Espessura dos tecidos foliares

Na caracterização da espessura dos tecidos foliares nota-se pela Tabela 11, Figuras 5 e 6 que, apenas um dos tratamentos (fatorial doses e volume de polímero na cova ou em cova lateral) propostos por Pieve (2012) foi diferente em relação ao tratamento adicional, com valor de espessura de cutícula inferior quando comparado ao tratamento sem polímero. Possivelmente a menor disponibilidade hídrica das plantas que não receberam o polímero proporcionou cutículas mais grossas nas folhas dessas plantas, pois plantas de ambientes xéricos são frequentemente dotados de espessas cutículas que diminuem a perda de água e aumentam assim a sobrevivência da planta nesse ambiente (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Tabela 11 Variações na espessura da cutícula de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0 L : Cova	3,83	4,16	3,74	2,98 *	
1,0 L : Cova Lateral	3,77	4,05	4,23	3,91	
1,5 L : Cova	3,55	3,95	3,78	3,69	3,76
1,5 L : Cova Lateral	3,40	3,90	4,19	3,54	
2,0 L : Cova	3,52	3,78	4,09	4,18	
2,0 L : Cova Lateral	3,68	4,11	4,17	3,63	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

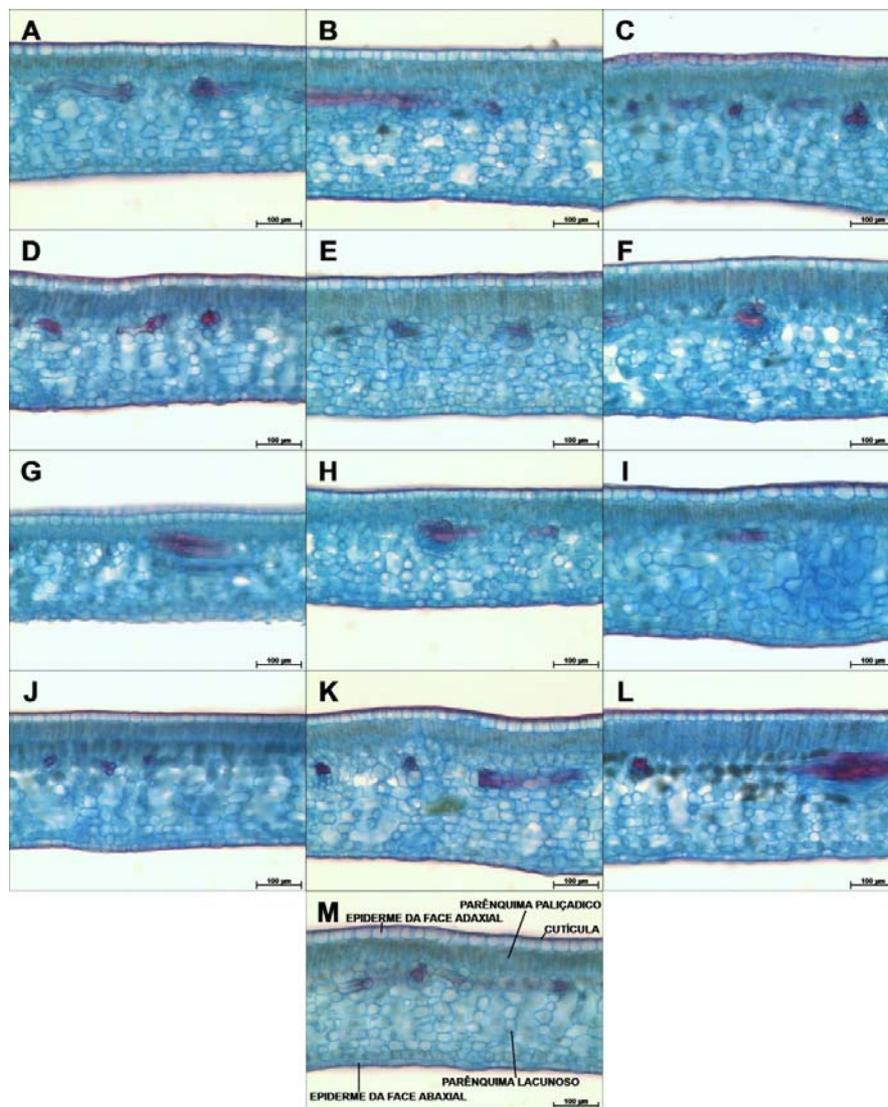


Figura 5 Seção transversal de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor na cova de plantio. A - 0,5 quilos e 1,0 litros; B - 0,5 quilos e 1,5 litros; C - 0,5 quilos e 2,0 litros; D - 1,0 quilos e 1,0 litros; E - 1,0 quilos e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional

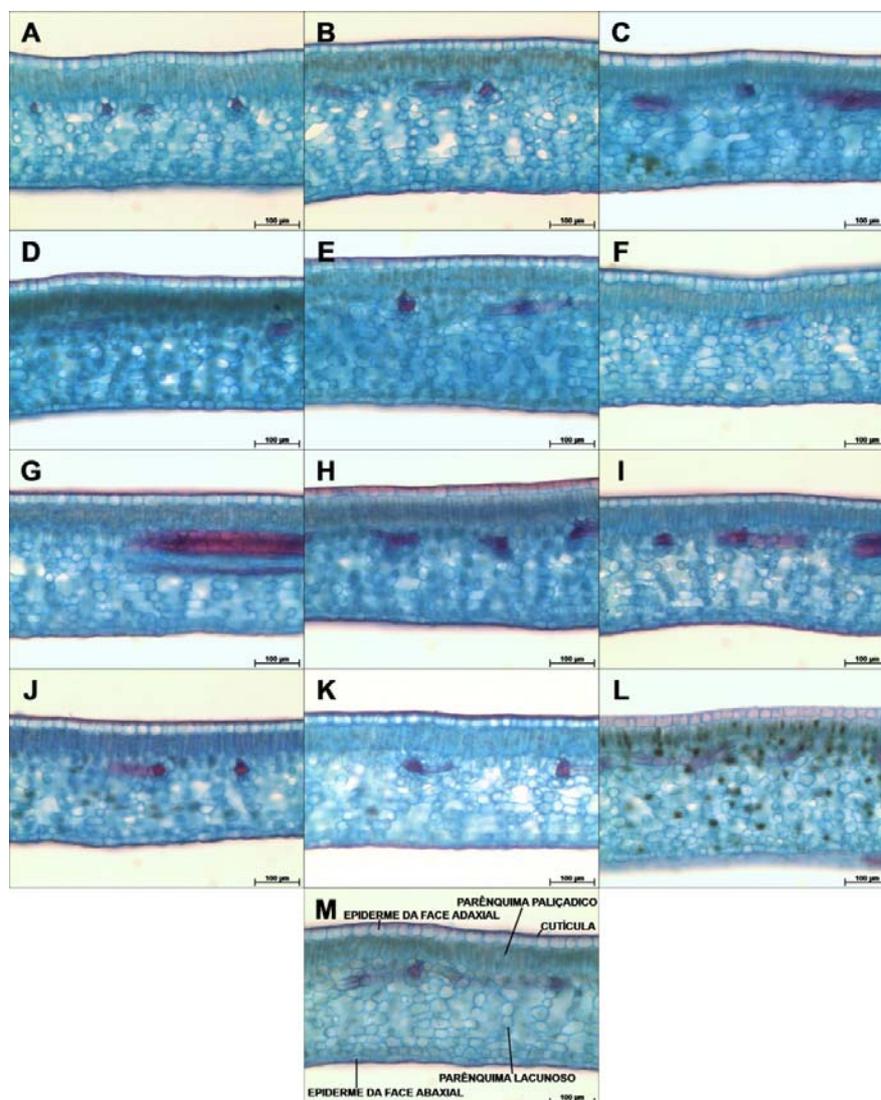


Figura 6 Seção transversal de folhas de cafeeiros implantados com o polímero hidrorretentor em uma cova lateral. A - 0,5 quilos e 1,0 litros; B - 0,5 quilos e 1,5 litros; C - 0,5 quilos e 2,0 litros; D - 1,0 quilos e 1,0 litros; E - 1,0 quilos e 1,5 litros; F - 1,0 quilo e 2,0 litros; G - 1,5 quilos e 1,0 litro; H - 1,5 quilos e 1,5 litros; I - 1,5 quilos e 2,0 litros; J - 2,0 quilos e 1,0 litro; K - 2,0 quilos e 1,5 litros; L - 2,0 quilos e 2,0 litros; M - tratamento adicional

Nas Tabelas 12 e 13 (e Figuras 5 e 6 ) são apresentados os dados de espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial, respectivamente de, de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. Houve diferença entre quatro tratamentos da espessura da epiderme adaxial e três da espessura da epiderme abaxial (referentes aos fatoriais doses e volume de polímero na cova ou em cova lateral) em relação ao tratamento adicional (sem polímero no plantio), com valores de espessura das duas epidermes sempre menores.

Tabela 12 Variações na espessura da epiderme da face adaxial de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0 L : Cova	25,64	24,45	24,74	25,09	
1,0 L : Cova Lateral	25,50	24,45	24,08	27,43	
1,5 L : Cova	22,11	26,15	26,78	27,25	23,96
1,5 L : Cova Lateral	24,38	26,15	25,60	25,13	
2,0 L : Cova	26,74	32,51 *	28,84 *	25,81	
2,0 L : Cova Lateral	27,46 *	32,51 *	23,74	24,22	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13 Variações na espessura da epiderme da face abaxial de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0 L : Cova	16,70	21,03 *	21,52 *	20,26	
1,0 L : Cova Lateral	18,10	16,17	16,40	17,60	
1,5 L : Cova	18,35	16,15	17,31	17,52	18,02
1,5 L : Cova Lateral	16,22	17,71	19,45	17,60	
2,0 L : Cova	15,70	17,78	20,73	16,82	
2,0 L : Cova Lateral	18,74	22,28 *	18,60	18,84	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Analisando-se as variações na espessura do parênquima paliçádico de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura, nota-se pela Tabela 14 (e Figuras 5 e 6 ) que sete dos 24 tratamentos (fatorial doses e volume de polímero na cova ou em cova lateral) propostos por Pieve (2012). 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. Parece, portanto que a maior disponibilidade hídrica dos tratamentos com polímero favoreceu à maior espessura do parênquima paliçádico, que é um tecido rico em cloroplastídeos e o principal tecido relacionado à fotossíntese, podendo favorecer, portanto, ao crescimento e desenvolvimento das plantas (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Tabela 14 Variações na espessura do parênquima paliçádico de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 15 (e Figuras 5 e 6 ) podem-se observar os valores de espessura do parênquima esponjoso de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. Nota-se que dez dos 24 tratamentos (fatorial doses e volume de polímero na cova ou em cova lateral) propostos por Pieve (2012) foi diferente 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 acúmulo de gases nas trocas gasosas (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Tabela 15 Variações na espessura do parênquima esponjoso de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

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

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

Grisi et al. (2008) observaram que para o parênquima esponjoso o tratamento irrigado apresentou maior espessura. Em relação ao parênquima paliçádico, observaram uma diminuição de sua espessura na ‘Catuaí’ não irrigada em relação à irrigada, sendo estes 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 as exibem, sendo um fator favorável em condições de alta radiação incidente (RIBEIRO et al., 2012).

Na Tabela 16 (e Figuras 5 e 6 ) podem-se observar os valores de espessura do mesofilo de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. Nota-se que 11 dos 24 tratamentos (fatorial doses e volume de polímero na cova ou em cova lateral) propostos por Pieve (2012) foi diferente em relação ao tratamento adicional (sem polímero no plantio). Desses 11 apenas 1 (9,1%) apresentou menor espessura do mesofilo, ou seja, parece que a maior disponibilidade hídrica dos tratamentos com polímero, favoreceu a maior espessura do mesofilo das folhas das plantas. O espessamento do mesofilo pode contribuir para a esclerofilia das folhas, atribuindo

características de folhas xeromorfas na presença de níveis maiores de radiação, favorecendo a estrutura interna das folhas de cafeeiro (BALIZA et al., 2012).

Tabela 16 Variações na espessura mesofilo de plantas submetidas a tratamentos de polímero hidrorretentor na implantação da lavoura. UFLA, Lavras, 2013

Volume : Local	Dose (kg)				Adicional
	0,50	1,00	1,50	2,00	
1,0 L : Cova	263,77	263,15	201,36 *	242,50	
1,0 L : Cova Lateral	250,09	269,79	279,54	278,54	
1,5 L : Cova	300,06 *	306,82 *	251,92	277,84	261,23
1,5 L : Cova Lateral	286,87 *	247,35	232,52 *	286,48 *	
2,0 L : Cova	298,62 *	310,82 *	267,89	308,12 *	
2,0 L : Cova Lateral	264,72	301,37 *	261,11	298,48 *	

\* Significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett no nível de 5% de probabilidade.

## **5 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Sugere-se que outros trabalhos com o polímero hidrorretentor hidratado sejam feitos, onde também se avaliem a anatomia interna das raízes do cafeeiro, para verificar a influência desta tecnologia nas raízes.

## **6 CONCLUSÕES**

Mesmo 24 meses após a aplicação do polímero hidrorretentor na implantação da lavoura cafeeira, plantas que receberam esse produto apresentam modificações anatômicas que favorecem as relações hídricas das plantas.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E. S. et al. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição área urbana. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 567-576, dez. 2001. Suplemento.

ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 35-57.

ASSIS, G. A. **Irrigação para cafeeiros em diferentes densidades de plantio**. 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. tupi**. 2000. 38 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.

AZZAM, R. A. I. Polymeric conditioner gels for desert soils. **Communication Soil Science Plant**, Philadelphia, v. 14, n. 8, p. 739-760, 1983.

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.

BALIZA, D. P. et al. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 250-258, set./dez. 2012.

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.

CAMARGO, A. P. **Necessidades hídricas do cafeeiro**. 3. ed. Campinas: IAC, 1989. 20 p. Curso Prático Internacional de Agrometeorologia.

CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.

CARVALHO, C. H. M. de et al. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, mar./abr. 2006.

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, n. 1, p. 1-6, 2004.

DAMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Photosynthetic performance of two coffee species under drought. **Photosynthetica**, Praha, v. 34, n. 2, p. 257-264, 1997.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 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”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GOPAL, N. H. Same physiological factors to be considere for stabilization of arábica coffee production in South India. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, n. 8, p. 217-221, 1974.

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. 06, p. 1730-1736, 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.

JAMES, E. A.; RICHARDS, D. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, n. 3, p. 201-208, 1986.

JOHNSON, M. S. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, n. 10, p. 1063-1066, 1984.

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.

LUCAS, E. F.; SOARES, B. G.; MONTEIRO, E. E. C. **Caracterização de polímeros**: determinação de peso molecular e análise térmica. Rio Janeiro: E-papers, 2001. 366 p.

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.

NASCIMENTO, E. A. et al. Alterações morfofisiológicas em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) consorciado com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 852-857, 2006.

NUNES, M. A. Water relations in coffee. Significance of plant water deficits to growth and yield: a review. **Journal of Coffee Research**, Karnaraka, v. 6, n. 1, p. 4-21, 1976.

OLIVEIRA, R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.

PEREIRA, F. J. et al. Atividade do sistema antioxidante e desenvolvimento de aerênquima em raízes de milho 'Saracura'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 450-456, 2010.

PIEVE, L. M. **Uso de polímeros hidrorretentor na implantação de lavouras cafeeiras**. 2012. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PINHEIRO, H. A. et al. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, Exeter, v. 96, n. 01, p. 101-108, 2005.

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.

RAMIRO, D. A. et al. Anatomical characterization of leaves from coffee plants resistant and susceptible to leaf miner. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 03, p. 363-367, 2004.

RENA, A. A.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **Item, Irrigação e Tecnologia**, Brasília, n. 48, p. 34-41, set. 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.

SILVA, E. T.; TOSCANI, E. Efeito da adição de polímeros hidrorretentor na temperatura de três diferentes substratos em uma casa de vegetação com controle de temperatura e umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [s.n.], 2000. 1 CD-ROM.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

SOUZA, T. C. et al. Leaf plasticity in successive selection cycles of 'Saracura' maize in response to periodic soil flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 16-24, 2010.

SOUZA, T. C. et al. Morpho-physiology and maize grain yield under periodic soil flooding in successive selection cycles. **Acta Physiologiae Plantarum**, Kraków, v. 33, n. 5, p. 1877-1885, 2011.

WALLACE, A.; WALLACE, G. A. Effect of polymer soil conditioners on emergence of tomato seedlings. **Soil Science**, Oldenburg, v. 141, n. 5, p. 321-323, 1986.

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.