



LUIZ PAULO VILELA DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE CAFEEIROS PLANTADOS
EM DIFERENTES ÉPOCAS COM POLÍMERO
HIDRO RETENTOR**

LAVRAS – MG

2015

LUIZ PAULO VILELA DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE CAFEEIROS PLANTADOS EM DIFERENTES
ÉPOCAS COM POLÍMERO HIDRO RETENTOR**

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. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

LAVRAS - MG

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Oliveira, Luiz Paulo Vilela de.

Crescimento de cafeeiros plantados em diferentes épocas
com polímero hidro retentor / Luiz Paulo Vilela de Oliveira. –
Lavras : UFLA, 2015.

70 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal
de Lavras, 2014.

Orientador(a): Rubens José Guimarães.

Bibliografia.

1. Época. 2. Plantio. 3. Polímero. 4. Hidro retentor. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

LUIZ PAULO VILELA DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE CAFEEIROS PLANTADOS EM DIFERENTES
ÉPOCAS COM POLÍMERO HIDRO RETENTOR**

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 06 de novembro de 2014.

Dr. Rodrigo Luz da Cunha EPAMIG

Dr. Élberis Pereira Botrel UFLA

Dr. César Elias Botelho EPAMIG

Dr. Rubens José Guimarães
Orientador

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes
Coorientador

LAVRAS - MG

2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, por não ter me faltado com saúde e fé em todas as horas.

À minha família, que entendeu os momentos ausentes durante estes anos;

À Vívian, pelo incentivo e carinho;

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos;

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

Ao Luiz Cláudio e a Hydroplan-EB pelo apoio;

Ao professor Rubens José Guimarães, por ter sido mais que orientador, mas grande amigo, contribuindo em grande parte dos conhecimentos adquiridos.

Ao professor Darlan Einstein do Livramento, pela grande contribuição a pesquisa cafeeira e ao meu trabalho;

Aos professores Virgílio Anastácio da Silva, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Élberis Pereira Botrel e ao pesquisador Rodrigo Luz da Cunha, pela disponibilidade e contribuições ao meu conhecimento;

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

Aos amigos Marcelo, Diego, Fábio, Marcelo Vilela, Guilherme, Vítor e Anderson pelo auxílio na condução dos trabalhos durante o curso;

Aos senhores, José Maurício, Alexandre e Agrimar por todo apoio de campo;

A todos os cafeicultores e profissionais da cafeicultura que no trabalho do dia-a-dia nos alimentam com dúvidas e questionamentos que movem a pesquisa.

Minha Gratidão!

RESUMO

A produtividade das lavouras cafeeiras no Brasil ainda é muito baixa. Em campo nota-se que dentre os motivos para a baixa produtividade das lavouras brasileiras está a baixa taxa de renovação de lavouras. Um dos motivos que mais impede a renovação das lavouras é a produtividade inicial baixa devido às condições climáticas que podem ser desfavoráveis em algumas épocas e pela carência de novas tecnologias para o plantio. Assim, a utilização de polímeros hidro retentores na implantação de lavouras não irrigadas pode ser uma técnica de suma importância para a cafeicultura. Aliado a isto, acredita-se que antecipando a época de plantio para os meses iniciais ao período chuvoso conseguem-se maiores produtividades iniciais. O experimento foi instalado no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais, no período de outubro de 2012 a março de 2013, utilizando o delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 6x2, com três repetições, totalizando 12 tratamentos e 36 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por 6 épocas de plantio: outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, e, uso e não uso de polímero hidro retentor aplicado na cova de plantio na dose de 1,5 litros de solução previamente diluída de 1,5 kg de polímero hidro retentor em 400 litros de água. As avaliações de crescimento foram realizadas em julho de 2013 e janeiro de 2014, avaliando-se as seguintes características: altura de plantas, diâmetro de caule, número de nós do ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos, comprimento do primeiro ramo plagiotrópico, número de pares de folhas do primeiro plagiotrópico e mortalidade. Verificou-se que o polímero hidro retentor e sua interação com a época de plantio não interferiu nos parâmetros analisados e a época de plantio interferiu em todos os parâmetros medidos, podendo-se concluir que a antecipação da época de plantio favorece o crescimento inicial da lavoura.

Palavras-chave: Época. Plantio. Polímero. Hidro retentor.

ABSTRACT

The productivity of coffee crops in Brazil is still very low. In field, we note that, among the reasons for low productivity in Brazilian crops, is the low rate of crop renewal. One of the reasons that most prevent crop renewal is the low initial productivity due to the climatic conditions that can be unfavorable in certain seasons and the lack of new technologies for the plantation. Therefore, the use of hydro retaining polymers in the implementation of non-irrigated crops can be a technique of the utmost importance for coffee culture. Allied to this, we believe that, anticipating the planting season to the initial months of the rainy season, we can achieve higher initial productivities. The experiment was installed at the Department of Agriculture of the Universidade Federal de Lavras, in Lavras, Minas Gerais, Brazil, in the period from October of 2012 to March 2013, using the design in randomized blocks, in a 6x2 factorial scheme, with three replicates, totalizing 12 treatments and 36 plots. The treatments were constructed by six planting seasons: October, November, December, January, February and March, using or not the hydro retaining polymer applied in the planting crypt in the dosage of 1.5 liters of previously diluted solution of 1.5 kg of hydro retaining polymer in 400 liters of water. The growth evaluations were performed in July of 2013 and January of 2014, evaluating the following traits: height of the plants, diameter of the stem, number of knots on the orthotropic branch, number of plagiotropic branches, length of the first plagiotropic branch, number of leaf pairs on the first plagiotropic branch and mortality. We verified that the hydro retaining polymer and its interaction with the planting season did not interfere with the analyzed parameters and the planting season interfered with all parameters measured, allowing the conclusion that anticipating the planting season favors the initial growth of the crop.

Keywords: Season. Planting. Polymer. Hydro retaining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação gráfica da Pluviosidade e temperaturas médias observadas em Lavras, MG.	23
Figura 2	Fórmula estrutural do Copolímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida	26
Figura 3	Croqui representando as três linhas de plantio que formam uma parcela, destacando a parcela útil.....	27
Figura 4	Solução de polímero hidro retentor pronto para a aplicação na cova de plantio.....	29
Figura 5	Polímero hidro retentor hidratado sendo misturado a terra da cova antes do plantio da muda de cafeeiro	30
Figura 6	Pluviosidade (mm), evapotranspiração (mm) e máximo número de dias consecutivos sem chuvas (n ^o) observados no período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2014.....	43
Figura 7	Representação gráfica, equação de regressão, coeficientes de determinação para variáveis, altura de plantas (A), diâmetro de caule (B), número de ramos plagiotrópicos (C), comprimento do ramo plagiotrópico (D), número de folhas no ramo plagiotrópico (E) e número de nós no ramo ortotrópico (F), em função da época de plantio, na primeira avaliação, Julho de 2013. UFLA, Lavras, MG, 2014.....	44
Figura 8	Representação gráfica, equação de regressão e coeficientes de determinação para variáveis, altura de plantas (A), diâmetro de caule (B), número de ramos plagiotrópicos (C), comprimento do ramo plagiotrópico (D), número de folhas no ramo plagiotrópico (E) e número de nós no ramo ortotrópico (F), em	

	função da época de plantio, na segunda avaliação, janeiro de 2014. UFLA, Lavras, MG, 2014.....	45
Figura 9	Temperatura média máxima (°C), temperatura média mínima (°C) e radiação (%) observados no período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2014	51
Figura 10	Temperatura média (°C) observados no período experimental e temperatura média (°C) históricas pelas Normais Climatológicas 1961-1990.UFLA, Lavras, MG, 2014.....	52
Figura 11	Fatores de estresse no ambiente e algumas de suas múltiplas inter-relações	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, realizada no Laboratório de Análises Químicas Terra Planta LTDA., Santo Antônio do Amparo, MG. UFLA, Lavras-MG, 2014.....	24
Tabela 2	Mês de plantio, datas de plantio e números de dias após o plantio na 1ª época, para cada tratamento, no plantio de mudas de cafeeiro.UFLA, Lavras-MG, 2014.....	26
Tabela 3	Nutrientes e níveis de concentração garantidos do produto comercial utilizado como fertilizante foliar nas plantas de cafeeiro com e sem polímero nas diferentes épocas de plantio. UFLA, Lavras-MG, 2014.....	32
Tabela 4	Quadrado médio para altura de plantas (ALT - cm), diâmetro de caule (DC - mm), número de ramos plagiotrópicos (NRP - nº), comprimento dos ramos plagiotrópicos (CRP - cm), número de folhas dos ramos plagiotrópicos (NFRP - nº), número de nós dos ramos ortotrópicos (NNRO – nº) durante a primeira avaliação (realizada em julho de 2013) e segunda avaliação (realizada em janeiro de 2014), submetidas à seis épocas de plantio e presença e ausência de polímero hidro retentor.UFLA, Lavras-MG, 2014.....	38
Tabela 5	Quadrado médio para o parâmetro mortalidade de plantas durante a primeira avaliação e segunda avaliação, submetidas a seis épocas de plantio e presença e ausência de polímero hidro retentor	57

Tabela 6	Médias de percentual de mortalidade de cafeeiros, para a primeira avaliação, submetidos às diferentes épocas de plantio e polímero hidro retentor.....	58
Tabela 7	Médias de percentual de mortalidade de cafeeiros, para a segunda avaliação, submetidos às diferentes épocas de plantio e polímero hidro retentor.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Épocas de plantio	15
2.2	A importância da água no cultivo do cafeeiro	16
2.3	Uso de polímero hidro retentor na implantação da lavoura cafeeira	18
2.4	Estresse hídrico na lavoura cafeeira	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Tratamentos e delineamento experimental	26
3.2	Condições pós-plantio	30
3.2.1	Manejo nutricional	31
3.2.2	Manejo de plantas daninhas	32
3.2.3	Manejo de pragas e doenças	33
3.3	Características avaliadas	34
3.4	Análise estatística	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a importância nacional e mundial da cafeicultura, diversos estudos têm sido realizados para melhor compreender tal cultura. Sendo a cafeicultura uma cultura perene, a produção de mudas e técnicas de plantio visando à formação de lavouras produtivas e economicamente viáveis são importantes linhas de pesquisa.

A produtividade das lavouras cafeeiras brasileiras ainda é muito baixa, sendo que a média das safras de 2013 foi de 24,4 sc/ha e 2014 foi de 23,2 sc/ha, resultando em uma média do biênio de 23,8 sacas por hectare, segundo Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2014).

Em campo nota-se que dentre os motivos para a baixa produtividade das lavouras brasileiras está a baixa taxa de renovação dessas. Um dos motivos que mais impede a renovação das lavouras é a baixa produtividade inicial dessas, devido às condições climáticas que podem ser desfavoráveis em algumas épocas e pela carência de novas tecnologias para o plantio.

Os polímeros hidro retentores são capazes de absorver a água e, posteriormente, liberá-la de forma gradual. Nesse contexto, a utilização desses polímeros hidro retentores na implantação de lavouras não irrigadas pode ser uma técnica de suma importância para a cafeicultura, possibilitando otimização e economia de água. Na cultura do eucalipto, por exemplo, já se utilizam os polímeros hidro retentores com sucesso em grande escala, porém na cultura do café os estudos ainda são escassos.

Aliado ao uso do polímero acredita-se que antecipando a época de plantio conseguem-se maiores produtividades iniciais, o que resulta em menor tempo de recuperação do capital investido pelo cafeeiro.

Assim, objetiva-se com esse trabalho verificar a melhor época de plantio para o cafeeiro sem irrigação com a utilização do polímero hidro retentor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cafeeiro é uma planta perene de clima tropical pertencente à família Rubiaceae, gênero *Coffea*, que reúne mais de cem espécies. As espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre são as de maior interesse econômico (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002).

O cultivo do cafeeiro foi iniciado no Brasil em 1727, por meio de algumas plantas e sementes introduzidas no estado do Pará oriundas da Guiana Francesa. Neste estado o cafeeiro não obteve boa adaptabilidade, e logo em seguida foi plantado no Maranhão, por onde se expandiu para os estados vizinhos, atingindo a Bahia em 1770. Em 1774 foi levado do Maranhão para o Rio de Janeiro, onde os cafezais foram difundidos e atingiram os demais estados produtores do país (MATIELLO et al., 2010).

A cafeicultura tem grande importância para o país desde o período colonial, tendo grande papel no desbravamento das regiões, abertura de estradas e na criação de cidades. Historicamente, o Brasil sempre ocupou posição de destaque nessa atividade, como maior produtor e exportador mundial dessa “commodity” (FREIRE, 2011; MATIELLO et al., 2010).

Tal cultura possui grande importância dentre todos os produtos agrícolas no cenário nacional e internacional com grande poder em gerar divisas para o Brasil e benefícios sociais (BATISTA et al., 2010; MARANA et al., 2008). No ano de 2012 foi responsável por 6,7% de todas as exportações brasileiras, com faturamento de US\$ 6,5 bilhões e geração de mais de 8 milhões de empregos diretos e indiretos no país, sendo a principal fonte geradora de empregos em muitas cidades (BRASIL, 2014).

A cafeicultura brasileira ocupa uma área de 2.282.619 hectares, com 1.955.319 hectares em produção e 327.300 hectares em formação. De acordo com o quarto levantamento de produção total de café arábica (*Coffea arabica* L.)

e canephora (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner), para a safra 2014, o país colheu 45,3 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, o que representa uma queda de 7,8%, quando comparada com a produção de 49,15 milhões de sacas obtidas na safra 2013 motivada principalmente pela escassez de chuvas e altas temperaturas (CONAB, 2014).

Em condições normais, verifica-se nos últimos anos que o setor cafeeiro obteve significativo aumento de produtividade. Comparando um período de 10 anos compreendido entre as safras 2002/2003 a 2011/2012, a cafeicultura brasileira apresentou um aumento de 18% na produtividade média do biênio, saindo de 38,65 milhões de sacas no biênio 2003-2004 para 45,79 milhões de sacas no biênio 2011-2012. Este aumento de produtividade não significa aumento da área plantada, pois comparando no mesmo período, a área produtiva reduziu 8%, saindo de 2.256.160 hectares no biênio 2003-2004 para 2.066.523,3 no biênio 2011-2012. Isto mostra que a cafeicultura nacional vem obtendo elevação na produção com aumento da produtividade, buscando-se assim uma cafeicultura mais competitiva e sustentável (CONAB, 2014).

2.1 Épocas de plantio

O período de plantio do café na região Centro-Sul do Brasil segundo Matiello et al. (2010) vai de outubro a março, observando que nos plantios mais tardios a primeira safra é menor, mas ocorre um aumento significativo na 2ª safra, compensando a primeira, ficando assim a média das duas primeiras safras sem diferenças. Em condições de campo, verifica-se que quanto à produtividade média não se observa diferença entre as épocas de plantio, mas há um aumento considerável nos custos de plantios tardios, pois há um aumento do número de mudas replantadas e consequente adiamento de tratos mecanizados na lavoura devido à desuniformidade no crescimento das plantas.

Segundo Marchi et al. (2003), trabalhando com dois tipos de solos, Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), e, quatro épocas de plantio, 24/01/2001, 08/02/2001, 23/02/2001 e 10/03/2001, não houve diferenças significativas para as quatro épocas de plantio trabalhando com mudas de saquinhos. Já Almeida e Matiello (1978) trabalhando com duas datas de plantio, 14/12/1976 e 14/05/1977, em Três Pontas - MG, em Latossolo Vermelho-Amarelo, encontraram resultados superiores de altura, diâmetro de caule e diâmetro de copa para o plantio realizado em 14/12/1976. Nesse segundo experimento, o período entre a primeira e a última época foi maior, chegando a cinco meses.

2.2 A importância da água no cultivo do cafeeiro

A agricultura brasileira possui pequena porcentagem da área plantada com uso de irrigação. Tal fato na cafeicultura não é diferente, pois há predominância da cafeicultura de sequeiro, ou seja, sem o uso da irrigação. A cafeicultura irrigada representa 10% da área total cultivada e em torno de 20% a 25% da produção total anual de café. Desses 10%, de 4,5 a 5% concentram-se em Minas Gerais; de 3,0 a 3,5% no Espírito Santo, de 1,0 a 1,5% na Bahia e de 0,5 a 1,0% em Goiás (SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008).

O Sul de Minas de Gerais é uma região climaticamente apta ao cultivo do cafeeiro, permitindo o cultivo do café sem a irrigação, porém, vem sofrendo o efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda de água pela planta, principalmente nas fases de enchimento de grãos e formação de novas lavouras, promovendo queda na produção de várias lavouras (ALVES, 1999).

A deficiência hídrica nas plantas pode prejudicar tanto no seu crescimento como também no seu desenvolvimento. O desenvolvimento envolve as mudanças na estrutura, nas funções e em suas partes, como a multiplicação

celular, aumento em volume e diferenciação de órgãos e tecidos, enquanto que o crescimento é representado pelo aumento permanente da quantidade de substâncias e de volume das partes vivas (LARCHER, 2000). A perfeita funcionalidade de tais processos depende de que a planta esteja em ideal condição hídrica, pois o estresse hídrico resulta na paralisação do crescimento.

Assim, estudo das relações hídricas no cafeeiro é de particular interesse, uma vez que pequenas reduções na disponibilidade da água podem diminuir substancialmente o crescimento, ainda que não se observe murcha nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis do déficit hídrico. A redução no crescimento significa menor produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, por consequência, queda na produção de frutos. Desse modo, a compreensão das relações entre a água e o cafeeiro e suas implicações ecofisiológicas podem fornecer subsídios, ao técnico e ao pesquisador, para a tomada de decisões mais fundamentadas sobre o manejo global da lavoura e desse caro e escasso componente da produção (DAMATTA; RENA, 2000).

A água é de vital importância no ciclo de qualquer cultura, pois é o principal fator responsável pela absorção e transporte de nutrientes. Para vegetar e frutificar, o cafeeiro necessita de água facilmente disponível no solo. Dentre os fatores que interferem na disponibilidade de água, os climáticos são os mais relevantes, principalmente a precipitação e a temperatura (OLIVEIRA, 2003; VILELLA, 2001).

A ocorrência de déficits hídricos que comprometem a produção e formação das lavouras cafeeiras na região Sul de Minas Gerais foi comprovada por meio de respostas positivas observadas com o uso da irrigação nesta região. Faria et al. (2001), Karasawa (2001) e Karasawa, Faria e Guimarães (2001), em Lavras/MG, observaram que o aumento da lâmina de irrigação até 120% da evaporação do tanque Classe A, melhoram características de crescimento como altura das plantas e diâmetro de copa, e, a produtividade do cafeeiro.

2.3 Uso de polímero hidro retentor na implantação da lavoura cafeeira

Polímeros hidro retentores são polímeros sintéticos e mesmo naturais utilizados em diversas culturas, dentre elas o cafeeiro. Os polímeros são macromoléculas constituídas por cadeias longas de monômeros (pequena molécula que se liga a outras e formam os polímeros). 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).

Na agricultura e em outros setores, os mais usados são os sintéticos como a propenamida (poliacrilamida ou PAM), e os copolímeros como a propenamida-propenoato (poliacrilamida-acrilato ou PAA), usados como flocculantes em fraldas e outros artigos sanitários e para depósitos de líquidos químicos residuais (GERVÁSIO, 2003). O polímero hidro retentor com capacidade de absorver 150 a 400 vezes sua massa seca pode ser utilizado para aumentar a capacidade de armazenamento de água do solo (ou substrato), minimizando os problemas associados à disponibilidade irregular ou deficitária de água e má estruturação. Assim, é uma alternativa para a baixa disponibilidade de água no solo, quando esta afetar de forma negativa o crescimento e o desenvolvimento das plantas (PREVEDELLO; LOYOLA, 2007). Quando seco, este produto possui forma granular e quebradiça, e, quando em contato com água, cada grânulo aumenta de volume, tornando-se elástico e macio, absorvendo e armazenando em água muitas vezes o seu próprio peso (BALENA, 1998).

O uso deste hidropolímero, como condicionador de solo para a otimização da irrigação suplementar, visa utilizar a água armazenada na

estrutura do hidropolímero na época de disponibilidade hídrica, para fornecimento gradual às plantas na época de deficiência hídrica. Assim, o uso de hidropolímero contribuiu para aumentar a retenção de água nos solos de textura franco-argilo-arenosa e argilosa, como comprovado por testes laboratoriais em extrator de Richards, até o potencial matricial de -1,0 MPa, quando se observou maior retenção de água nos solos com maior concentração do polímero. No entanto, os dados científicos do uso dos polímeros ainda são escassos e os resultados contraditórios, devido às diferenças metodológicas com diferentes cultivares, doses utilizadas e condições ambientais, o que dificulta a comparação de resultados (OLIVEIRA et al., 2004).

Resultados positivos foram encontrados por Marques, Cripa e Martinez (2013) trabalhando com uso de polímero hidro retentor em mudas de cafeeiro como substituto de parte da irrigação na dose de 2 g por saco de polietileno. Nesse estudo o uso do polímero proporcionou mudas de mesma qualidade que aquelas totalmente irrigadas. Também Pieve (2012) obteve resultados positivos para o tratamento com adição de 1,5 litros de solução, composta por 1,5 kg de polímero hidro retentor diluídos em 400 litros de água, em cada cova de plantio do cafeeiro até os 111 dias após o plantio. Após 476 dias da data de implantação da lavoura com o uso do polímero já não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos com e sem o polímero hidro retentor.

2.4 Estresse hídrico na lavoura cafeeira

De acordo com Tesfaye et al. (2008), a disponibilidade hídrica é um fator importante no desenvolvimento vegetativo inicial dos cafeeiros, na fase de viveiro. A irrigação representa cerca de 60% dos custos para produção de mudas no sistema convencional de condução de viveiros de mudas de café. Batista et al. (2010) também consideraram que o estresse hídrico é um fator ambiental que

pode ser prejudicial para a cultura do cafeeiro principalmente diante da expansão da cafeicultura brasileira para áreas consideradas marginais para o cultivo do cafeeiro, por estarem sujeitos ao déficit hídrico.

A seca pode ser considerada como principal fator limitante à produção do café, prejudicando a disponibilidade de água e a absorção de nutrientes. Sua influência na sobrevivência e produtividade da planta é proporcional ao período de restrição hídrica, implicando uma menor produção líquida (DAMATTA; RAMALHO, 2006). Em regiões anteriormente produtivas onde não havia a irrigação, a produção do café apresentou uma diminuição de até 80% na safra em anos de seca prolongada. Além da seca, outros fatores de estresse do ambiente também podem atuar modificando as respostas da planta, como nível de CO₂, radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar (GRANT, 1992).

Naturalmente o teor de água na planta varia ao longo do dia, isso devido a processos como absorção de água e transpiração. Se a absorção pelas raízes é maior que a transpiração, as plantas possuem balanço positivo, e nos períodos em que as temperaturas se elevam, essa relação se inverte tornando o balanço negativo. Para se adaptar a essas alterações e diminuir a perda excessiva de água, ocorrem mudanças como o fechamento e abertura dos estômatos. Isso é importante, pois permite à planta assimilar mais quando em condições hídricas e nutricionais ideais, e sobreviver quando se enfrenta um déficit de água. Durante seu ciclo de vida devido às limitações ambientais, o vegetal desenvolve mecanismos que lhe conferem maior adaptabilidade. Ou seja, quando em condições de normalidade a parte aérea em desenvolvimento, por exemplo, atua como principal dreno de fotoassimilados, porém, quando submetida ao déficit hídrico moderado, as raízes passam a receber maior proporção de assimilados, buscando maior crescimento radicular e, conseqüentemente, uma absorção de água superior (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Portanto, a lavoura cafeeira, principalmente nas fases iniciais, requer um adequado suprimento de água, pois o déficit hídrico pode causar reduções importantes no crescimento e conseqüentemente na produção futura da lavoura em campo (TESFAYE et al., 2008).

Assim, sabendo-se da importância da água para as plantas jovens, e da dificuldade de obtenção de mudas de cafeeiro no início do período chuvoso buscou-se estudar o efeito do polímero hidro retentor hidratado aplicado às mudas durante a implantação das lavouras em diferentes épocas de plantio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Setor de Cafeicultura, em Lavras, sul de Minas Gerais, no período de outubro de 2012 a janeiro de 2014. As coordenadas geográficas da área são 21°13' latitude sul e 44°57' longitude oeste, WGS 84, à altitude média de 970 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 temperatura média anual do ar é de 19,4°C e o total anual de precipitação pluvial, de 1530 mm. O comportamento pluviométrico e de temperaturas médias para o local do ensaio são apresentados na Figura 1 (BRASIL, 1992).

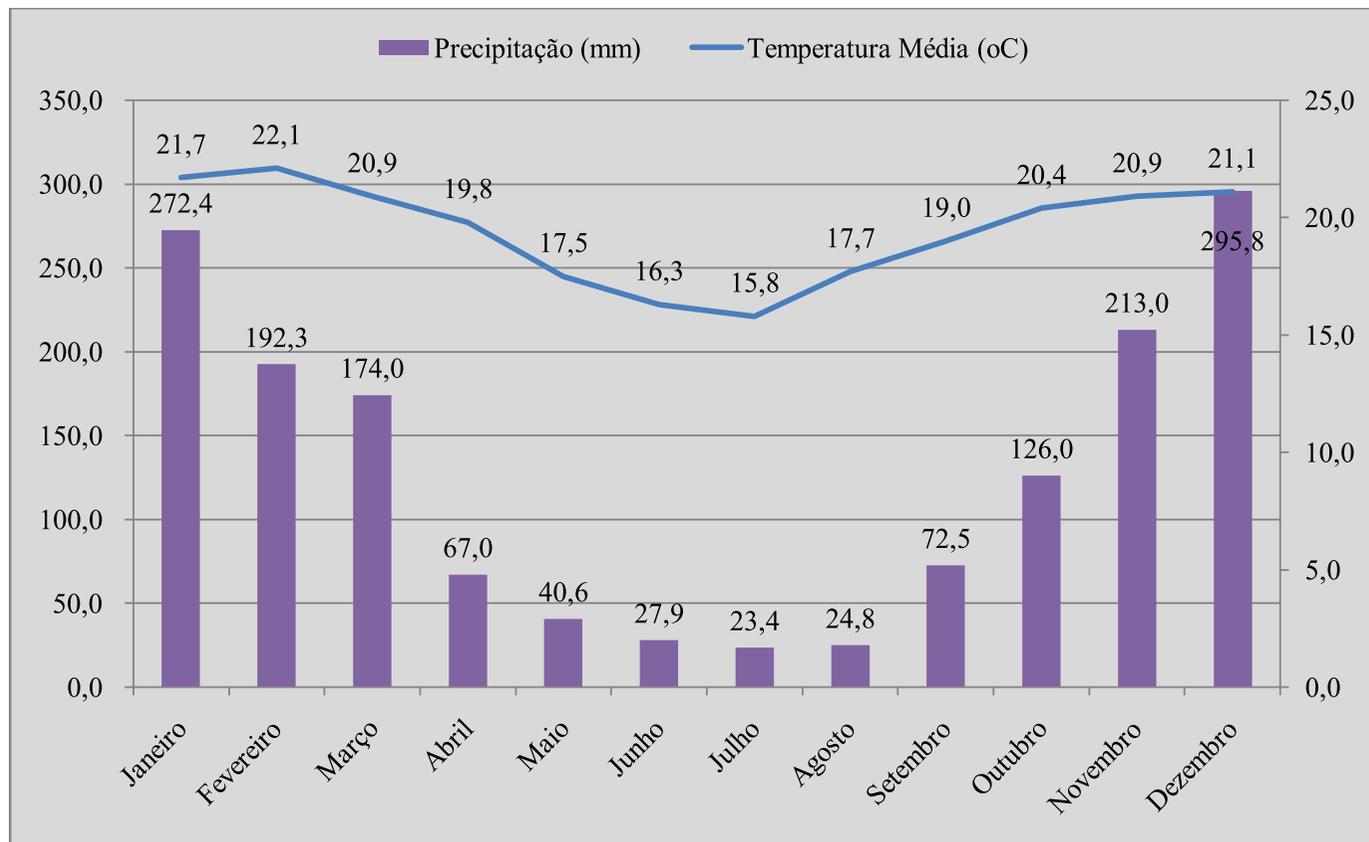


Figura 1 Representação gráfica da Pluviosidade e temperaturas médias observadas em Lavras, MG.

Fonte: Brasil (1992)

A área experimental era ocupada anteriormente por uma lavoura comercial de café, cultivar Mundo Novo IAC 376-4, que foi erradicada após a colheita da safra 2011/2012. Os resultados da análise química do solo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Análise química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, realizada no Laboratório de Análises Químicas Terra Planta LTDA., Santo Antônio do Amparo, MG. UFLA, Lavras-MG, 2014

Característica	Unidade	0-20 cm	20-40 cm
pH	CaCl ₂	4,5	4,5
P	(melich) mg dm ⁻³	40,2	6,66
K	(melich) mg dm ⁻³	180	136
Ca	cmol dm ⁻³	1,00	0,40
Mg	cmoldm ⁻³	0,40	0,10
Al	cmoldm ⁻³	1,50	2,00
H+Al	cmoldm ⁻³	9,82	10,91
M.O.	dag kg ⁻¹	3,37	Não Analisado
SB	cmoldm ⁻³	44,6	Não Analisado
t	cmoldm ⁻³	3,36	2,85
T	cmoldm ⁻³	11,68	11,76
M	%	44,64	70,23
V	%	15,93	7,21

Legenda: pH (acidez ativa); P (fósforo disponível); K (potássio trocável); Ca (cálcio trocável); Mg (magnésio trocável); Al (alumínio trocável); H+Al (acidez potencial); M.O. (matéria orgânica); SB (soma de bases); t (capacidade de troca de cátions efetiva); T (capacidade de troca de cátions a pH 7,0); m (saturação por alumínio); V (saturação por bases).

A cultivar utilizada foi a Mundo Novo IAC 379-19, sendo que as mudas foram produzidas em sacolas plásticas com dimensão de 11 centímetros por 22 centímetros e foram transplantadas no estágio de 4 a 5 pares de folhas completamente formadas. Para a obtenção das mudas, as sementes foram oriundas de produtor registrado no Ministério de Agricultura, que armazena em câmara fria, o que possibilitou os plantios antecipados. Assim, foram realizadas semeaduras em diferentes épocas, pois a cada época de plantio em campo (tratamentos) necessitava-se de mudas em mesmo estágio de desenvolvimento (4 a 5 pares de folhas em todas as épocas de plantio testadas).

No preparo do solo realizou-se calagem, aração e gradagem. Na calagem foram aplicados 5.000 quilos/ha de calcário tipo A, com PRNT de 85%, correspondente a 100% da dose recomendada, pelo método de saturação por bases, seguido por operação de aração com grade aradora. Para o plantio, inicialmente usou-se um sulcador com abas para a abertura dos sulcos de plantio com 30 centímetros de profundidade e 50 centímetros de largura. Dentro dos sulcos de plantio foram aplicados 100 gramas por metro linear do fertilizante químico superfosfato simples que, posteriormente, foi incorporado ao solo, e o sulco fechado com uma operação de subsolagem, com subsolador de 3 hastes, dentro dos sulcos de plantio. Para finalizar passou-se uma grade leve para quebrar os torrões e nivelamento do sulco (GUIMARÃES et al., 1999).

As covas de plantio foram feitas com um enxadão e suas dimensões foram de 20 centímetros de comprimento, 13 centímetros de largura e 20 centímetros de profundidade, aproximadamente. O espaçamento utilizado foi de 3,5 metros entre as linhas de plantio e 80 centímetros entre as plantas.

Cada grupo de três sulcos de plantio correspondeu a um bloco experimental, sendo que a parcela útil foi constituída pelo sulco central. As mudas foram transplantadas no estágio de 4 a 5 pares de folhas, nas épocas descritas na Tabela 2 e não receberam irrigação após o seu plantio.

Tabela 2 Mês de plantio, datas de plantio e números de dias após o plantio na 1ª época, para cada tratamento, no plantio de mudas de cafeeiro. UFLA, Lavras-MG, 2014

Mês de Plantio	Data de plantio	Dias após plantio na 1ª época
Outubro	31/10/2012	1
Novembro	30/11/2012	31
Dezembro	28/12/2012	61
Janeiro	31/01/2013	91
Fevereiro	28/02/2013	121
Março	28/03/2013	151

Usou-se o polímero hidro retentor Hydroplan-eb®, um Copolímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida, com a fórmula estrutura apresentada na Figura 2.

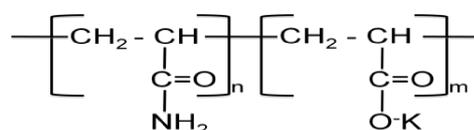


Figura 2 Fórmula estrutural do Copolímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida

3.1 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi constituído por 12 tratamentos, os quais corresponderam às combinações, em que o primeiro fator era composto por 6 épocas de plantio e o segundo fator pela presença ou ausência do polímero. No esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis do fator época de plantio (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) e dois níveis do fator polímero hidro retentor (presença e ausência). Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com três repetições, totalizando 36 parcelas. Cada parcela

foi constituída por três linhas de plantio com 7 plantas cada sendo 21 plantas no total, e para a coleta dos dados (parcela útil) consideraram-se apenas as cinco plantas centrais (Figura 3).

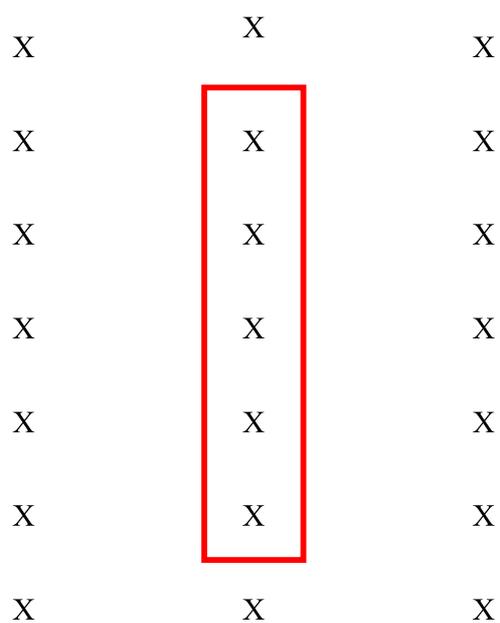


Figura 3 Croqui representando as três linhas de plantio que formam uma parcela, destacando a parcela útil

BLOCO 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Fev	Dez	Dez	Jan	Mar	Out	Fev	Jan	Nov	Mar	Out	Nov
	C/ Polímero	C/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero	C/ Polímero	C/ Polímero	C/ Polímero
BLOCO 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Nov	Nov	Mar	Mar	Dez	Out	Jan	Fev	Dez	Fev	Jan	Out
	C/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero	C/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero
BLOCO 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Jan	Dez	Fev	Out	Mar	Dez	Out	Nov	Mar	Nov	Jan	Fev
	C/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero	C/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero	C/ Polímero	S/ Polímero	C/ Polímero

Quadro 1 Croquis da área experimental, apresentando os três blocos que constituem o trabalho, e os tratamentos, sendo o primeiro fator o mês no qual foi realizado o plantio e o fator polímero, representado pela presença (C/Polímero) ou ausência (S/Polímero) do polímero hidro retentor

O polímero utilizado foi o Hydroplan-EB que foi diluído em água na proporção de 1,5 kg de polímero para 400 l de água, sendo que a solução permaneceu em repouso por 40 minutos para a completa hidratação. A solução de polímero foi aplicada no fundo da cova de plantio e posteriormente foi realizada a mistura com parte do solo da cova onde a muda foi plantada. Posteriormente a terra misturada com polímero que envolveu a muda no plantio foi tampada com solo sem mistura ao polímero (Figuras 4 e 5). Estes procedimentos seguiram a metodologia proposta por Pieve (2012).



Figura 4 Solução de polímero hidro retentor pronto para a aplicação na cova de plantio



Figura 5 Polímero hidro retentor hidratado sendo misturado a terra da cova antes do plantio da muda de cafeeiro

3.2 Condições pós-plantio

Na condução do ensaio foram seguidas as recomendações de Reis e Cunha (2010), com as aplicações fitossanitárias e nutricionais sendo efetuadas em todas as parcelas. As aplicações via solo e foliar de adubos foram feitas segundo Guimarães et al. (1999) com datas pré-definidas e as operações de controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizadas conforme o calendário agrícola da cultura.

3.2.1 Manejo nutricional

As adubações de solo após o plantio (cobertura) com nitrogênio e potássio foram realizadas em quatro etapas, aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, nas doses de 5 gramas de cada nutriente por aplicação, totalizando 30 gramas do adubo formulado 25-00-25.

No segundo ano de condução do experimento as adubações de nitrogênio e potássio também foram divididas em quatro aplicações realizadas em outubro/2013, novembro/2013, dezembro/2013 e fevereiro/2014, nas doses de 10 gramas de cada nutriente por aplicação, totalizando 60 gramas do adubo formulado 25-00-25.

As adubações foliares foram realizadas em 6 aplicações aos 20, 50, 80, 110 e 140 dias após o plantio com o fertilizante foliar (Tabela 3), nas doses de 400 mililitros do produto para cada 100 litros de água, sendo aplicadas em todas as aplicações foliares quantidades de acordo com o tamanho das plantas, proporcionando completo molhamento foliar. No segundo ano também foram realizadas 6 aplicações em outubro/2013, dezembro/2013, janeiro/2014, fevereiro/2014, março/2014 e abril-2014.

Nos tratamentos transplantados mais tardios pode ter ocorrido baixa eficiência das adubações, visto que nos períodos em que foram realizadas já não havia chuvas.

Tabela 3 Nutrientes e níveis de concentração garantidos do produto comercial utilizado como fertilizante foliar nas plantas de cafeeiro com e sem polímero nas diferentes épocas de plantio. UFLA, Lavras-MG, 2014

Nutriente	Concentração
Nitrogênio	135,00 gramas .litro ⁻¹
Boro	13,50 gramas .litro ⁻¹
Cobre	6,75 gramas .litro ⁻¹
Manganês	54,00 gramas .litro ⁻¹
Molibdênio	0,67 gramas .litro ⁻¹
Zinco	81,00 gramas .litro ⁻¹

3.2.2 Manejo de plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas seguiu as recomendações de Matiello et al. (2010) com o propósito de manter a lavoura (em formação) sempre limpa, tanto na linha, espaço de 1,0 metro de cada lado da planta quanto nas entre linhas da cultura. Assim, utilizaram-se herbicidas nas linhas de plantio e capina mecânica com roçadora tratorizada nas entre linhas.

O manejo do mato nas linhas de plantio foi realizado da seguinte forma: imediata aplicação do herbicida pré-emergente (Oxifluorfen) na dose de 200 mililitros do produto para cada 20 litros de água com aplicação de 200 litros de calda por hectare de café, sendo aplicado em uma faixa de aproximadamente 1 metro em cada linha de plantio; esta aplicação foi repetida com 45 e 90 dias após o plantio. O manejo na linha com este produto foi repetido no segundo ano, realizando aplicações nas mesmas doses em outubro-2013, dezembro-2013 e fevereiro-2014. Foram também realizadas nas linhas de plantio, frequentes capinas manuais com a finalidade de retirar plantas daninhas que não foram controladas pelo herbicida pré-emergente.

O manejo de plantas daninhas nas entre linhas de plantio foi realizado por meio de roçada mecanizada com o implemento roçadora convencional tracionado por um trator de 75 CV tração 4x4, sempre que as plantas daninhas atingissem a altura de 30 a 50 centímetros.

3.2.3 Manejo de pragas e doenças

O manejo de pragas e doenças adotado seguiu as recomendações de Matiello et al. (2010).

Para o manejo de doenças, houve aplicações de fungicidas de maneira preventiva. Os fungicidas foram aplicados juntamente com os adubos foliares, por meio de pulverizações, sendo aplicadas quantidades de calda variável ao tamanho das plantas de modo que proporcione completo molhamento foliar.

Para o manejo da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk et Cook) foi aplicado com 20, 50 e 110 dias após o plantio o fungicida Azoxystrobin na dose de 10 gramas para 20 litros de água.

No manejo da Phoma (*Phoma* spp.) foi aplicado com 80 e 140 dias após o plantio o fungicida Boscalid na dose de 8 gramas para 20 litros de água.

No manejo da mancha-aureolada (*Pseudomonas syringae* pv *garcae*) foi aplicado com 20 e 80 dias após o plantio o fungicida oxiclóreto de cobre - 84% na dose de 200 gramas para 20 litros de água.

No segundo ano de condução do experimento o manejo de doenças continuou de maneira preventiva, havendo aplicações de Azoxystrobin na dose de 10 gramas para 20 litros de água em dezembro-2013 e fevereiro-2014, Boscalid na dose de 8 gramas para 20 litros de água em março-2014 e Oxiclóreto de cobre - 84% na dose de 200 gramas para 20 litros de água em outubro-2013 e dezembro-2013.

Para o manejo de pragas as aplicações foram realizadas quando constatada a presença das mesmas.

Houve necessidade de aplicação de inseticidas para manejo de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) em abril-2013, janeiro-2014 e março-2014. O produto usado foi Triazophos na dose de 50 mililitros para 20 litros de água.

Para o manejo do ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*) foram utilizadas acaricidas em janeiro-2014 com o produto Triazophos na dose de 50 mililitros para 20 litros de água e março-2014 com o produto Propargito na dose de 20 mililitros para 20 litros de água.

3.3 Características avaliadas

Os cafeeiros podem apresentar morfologia foliar diferente quando crescem no período das chuvas ou no período seco do ano e, conseqüentemente, podem apresentar modificações de anatomia diferentes quanto aos efeitos da aplicação do polímero hidro retentor. Pieve (2012) também avaliou seu experimento em duas épocas do ano devido a esses possíveis efeitos diferentes.

Assim, foram realizadas duas avaliações, sendo a primeira em julho de 2013 (período seco do ano) e a segunda em janeiro de 2014 (período das chuvas).

As características avaliadas foram:

- a) Altura de Plantas (ALT): Medida do colo da planta até a gema apical do caule, utilizando-se de uma régua graduada. Medida dada em centímetros;
- b) Diâmetro de Caule (DC): Medido na região do colo da planta utilizando-se de um paquímetro. Medida dada em milímetros;

- c) Número de nós do ramo ortotrópico (NNRO): Contagem de todos os nós no ramo ortotrópico de cada planta;
- d) Número de ramos plagiotrópicos (NRP): Contagem de todos os ramos plagiotrópicos que apresentavam mais de um par de folhas.
- e) Comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (CRP): Avaliado por meio da medição do primeiro ramo plagiotrópico acima do colo da planta, utilizando-se de uma régua graduada. Medida dada em centímetros;
- f) Número de pares de folhas do primeiro plagiotrópico (NFRP): Contagem dos pares de folhas no primeiro ramo plagiotrópico acima do colo da planta;
- g) Mortalidade (MT): Contagem do número de plantas mortas em cada parcela.

3.4 Análise estatística

Foi realizada a análise de variância para cada época de avaliação. Os pressupostos da ANAVA foram verificados por meio da análise gráfica dos resíduos, no caso de não adequação aos pressupostos.

As análises estatísticas foram feitas com base no seguinte modelo estatístico:

$$y_{bjlr} = \mu + r_b + p_j + h_l + ph_{jl} + e_{bjlr},$$

sendo:

y_{bjlr} : observação referente a r-ésima parcela que recebeu o l-ésimo nível do polímero hidro retentor e o j-ésimo nível da época de plantio, no b-ésimo bloco;

μ : constante inerente a todas as observações;
 r_b : efeito do b-ésimo bloco, sendo b= 1, 2 e 3;
 p_j : efeito da j-ésima época de plantio, sendo j= 1, 2, , 6;
 h_l : efeito do l-ésimo hidro retentor, sendo l = 1, 2;
 ph_{jl} : efeito da interação da época de plantio com o polímero hidro retentor;
 e_{bjlr} : efeito do erro aleatório nar-ésima parcela, sendo $e_{bjlr} \sim (0, \sigma_e^2)$.

Para as variáveis que tiveram efeito da época de plantio foram ajustados modelos de regressão que fossem capazes de explicar o comportamento da variável resposta em função das épocas de plantio. Para a seleção dos modelos de regressão adequados a este objetivo utilizou-se o teste da falta de ajuste, o qual testa a adequação do modelo de regressão em descrever o comportamento da variável resposta em relação aos níveis do fator em estudo.

Tais procedimentos estatísticos foram feitos por meio do software *R* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

Para a análise do parâmetro mortalidade de plantas, foi realizado a análise de variância dos dados à significância de 5% de probabilidade pelo Teste F. A comparação entre os diferentes tratamentos também foi feita através do teste de Scott Knott, a 5% de significância e 95% de probabilidade, quando encontradas diferenças significativas. Tais procedimentos estatísticos foram feitos por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas avaliações em duas épocas, sendo uma no período seco, em julho de 2013,duzentos e cinquenta e sete dias após a implantação do primeiro plantio e cento e nove dias após a implantação do último plantio, e, a outra, no período chuvoso, em janeiro de 2014, quatrocentos e quarenta e um dias após a implantação do primeiro plantio e duzentos e noventa e três dias após a implantação do último plantio. Os resultados obtidos nas avaliações de crescimento das plantas, em cada época de avaliação, foram analisados separadamente e são apresentados na Tabela 4.

Como pode ser observado na Tabela 4, para todas as características estudadas o fator polímero não foi significativo, enquanto o fator época foi significativo para todas as características, confirmando a hipótese mais provável de que as plantas teriam menor crescimento durante o ano à medida em que os plantios fossem cada vez mais tardios. Concomitantemente, a interação dos fatores época e polímero não foi significativa para todas as características avaliadas.

Tabela 4 Quadrado médio para altura de plantas (ALT - cm), diâmetro de caule (DC - mm), número de ramos plagiotrópicos (NRP - n^o), comprimento dos ramos plagiotrópicos (CRP - cm), número de folhas dos ramos plagiotrópicos (NFRP - n^o), número de nós dos ramos ortotrópicos (NNRO – n^o) durante a primeira avaliação (realizada em julho de 2013) e segunda avaliação (realizada em janeiro de 2014), submetidas à seis épocas de plantio e presença e ausência de polímero hidro retentor. UFLA, Lavras-MG, 2014

		QM											
FONTE DE VARIÇÃO	GL	ALT		DC		NRP		CRP		NFRP		NNRO	
						1 ^a				1 ^a		1 ^a	
		1 ^a Ava.	2 ^a Ava.	1 ^a Ava.	2 ^a Ava.	Ava.	2 ^a Ava.	1 ^a Ava.	2 ^a Ava.	Ava.	2 ^a Ava.	Ava.	2 ^a Ava.
Época	5	1259,93*	4855,0*	104,64*	340,21*	66,68*	174,87*	2597,50*	2003,51*	60,08*	174,59*	27,82*	159,02*
Polímero	1	933,90 ^{ns}	6,7 ^{ns}	0,34 ^{ns}	11,61 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,02 ^{ns}	29,23 ^{ns}	3,94 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Época x Polímero	5	20,97 ^{ns}	31,6 ^{ns}	2,74 ^{ns}	2,65 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,10 ^{ns}	64,52 ^{ns}	24,60 ^{ns}	3,65 ^{ns}	2,45 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,52 ^{ns}
Blocos	2	8,99	173,1	54,03	70,55	0,14	7,69	77,85	229,15	9,55	16,77	4,45	10,55
Erro	22	31,81	62,3	4,72	8,39	0,53	1,51	99,93	40,9	2,8	2,39	1,33	2,32
CV (%)	35	12,88	11,22	29,04	18,1	14,03	13,23	35,11	18,33	35,55	15,62	9,23	8,78

Dessa forma, a aplicação do polímero (que ocorreu no plantio do experimento) não surtiu efeito no crescimento das plantas. Mesmo que tivesse havido crescimento diferenciado nos primeiros meses pós plantio, como ocorreu no trabalho de Pieve (2012), depois de pelo menos cento e nove dias as plantas, com ou sem polímero, já não apresentavam diferença de crescimento.

Assim, tal comportamento também foi observado por Pieve (2012), trabalhando com diferentes quantidades de polímero hidro retentor a serem diluídos em 400 litros de água, diferentes volumes do polímero hidro retentor previamente diluído aplicados em cada planta, e diferentes locais de aplicação no plantio (misturado na cova de plantio ou em uma cova aberta na lateral das mudas plantadas). Pieve (2012) concluiu que a melhor forma de aplicação é na cova de plantio no volume de 1,5 litros por cova da solução composta por 1,5 quilos do polímero hidro retentor diluídos em 400 litros de água, da mesma forma em que foram conduzidas as aplicações do polímero no presente trabalho. Com relação à testemunha, Pieve (2012) verificou que cento e onze dias após o plantio, o crescimento das plantas foi inferior aos tratamentos nos quais houve utilização de polímero hidro retentor. Porém, na avaliação realizada quatrocentos e setenta e seis dias após o plantio, o autor verificou que não havia mais diferenças significativas no crescimento das parcelas tratadas ou não com polímero hidro retentor, resultados estes semelhantes aos encontrados no presente trabalho. A primeira avaliação deste estudo foi realizada duzentos e cinquenta e sete dias após o plantio de outubro e cento e nove dias após o plantio de março, épocas em que poderia ter se encontrado resultados positivos para o uso do polímero, a exemplo do trabalho de Pieve (2012). Entretanto, a pluviosidade após este último plantio de março foi baixa, registrou-se trinta e nove dias sem chuvas entre os meses de abril e maio, conforme verifica-se na Figura 6, de forma que o polímero hidro retentor pode não ter sido capaz de manter o fornecimento de água ideal para as plantas. Nessa hipótese (em caso de

elevado déficit hídrico por trinta e nove dias), o comportamento do polímero pode ter sido diferente comparado ao ocorrido no experimento de Pieve (2002), ou seja, o polímero pode não ter provocado efeito positivo, devido ao déficit que comprometeu todas as plantas (com e sem polímero) que ficaram niveladas pelo baixo crescimento ocasionado pela seca. Pode ser que nesses casos de seca prolongada, a “irrigação de socorro” (utilizada por muitos cafeicultores da região que fornecem água emergencialmente e em quantidade suficiente apenas para manter as plantas vivas), venha a potencializar os efeitos positivos do polímero hidro retentor. Assim, a água reaplicada e novamente armazenada pelo polímero poderia suprir as plantas por um período de tempo maior.

Quando o cafeeiro fica sujeito a uma situação de déficit hídrico a planta apresenta alguns mecanismos fisiológicos de resposta, como a redução no fluxo de vapor e transpiração, além da queda na absorção de água e de nutrientes pelo sistema radicular após o período de estresse, levando à queda da produção (MATIELLO; DANTAS, 1987). Isso acarreta uma diminuição fotossintética e respiratória, assim como no crescimento do vegetal (COSTA et al., 1997) e a condição de déficit hídrico pode estar fortemente relacionada à grande sensibilidade estomática induzida pelo déficit hídrico no solo (CARR, 2001; PINHEIRO et al., 2005) ou na atmosfera (BARROS et al., 1997; PINHEIRO et al., 2005).

O déficit hídrico tem o efeito negativo comprovado por Vilela, Martins e Gomes (2001), ao estudar diferentes lâminas de irrigação e parcelamento de adubação em plantas de cafeeiro, concluindo que o uso da técnica de irrigação produziu um efeito positivo sobre a altura de plantas e diâmetro de caules de cafeeiros, confirmando a influência negativa do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas de cafeeiro. Maiores valores de altura de planta nos tratamentos onde não houve déficit hídrico foram encontrados por Alves (1999), Carvalho et al. (2006) e Karasawa, Faria e Guimarães (2001).

Diante do exposto, a não existência de diferença significativa no crescimento das plantas que receberam o polímero no plantio pode ser explicada pela limitação no crescimento das plantas de todos os tratamentos no período posterior ao plantio. Desse modo, após a última época de plantio estudada (março), a pluviosidade foi muito baixa, ficando trinta e nove dias sem chuva entre os meses de abril e maio (Figura 6), sendo que, nessas condições, o polímero hidro retentor pode não ter sido capaz de manter o fornecimento de água ideal para as plantas (pois a água já não era suficiente), que tiveram seu crescimento nivelado pela seca.

Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho e no de Pieve (2012), quatrocentos e setenta e seis dias após o plantio, foram encontrados por Vale, Carvalho e Paiva (2006). Avaliou-se a influência de dois sistemas de plantios, convencional e direto, duas doses de matéria orgânica, e três doses de polímero hidro retentor, no desenvolvimento inicial de uma lavoura de Catucaí Amarelo 2 SL, ocasião na qual a aplicação do polímero não proporcionou resultados positivos significativos. Porém, nos trabalhos citados até então, não foram encontrados resultados nos quais o uso do polímero prejudicasse o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Resultados negativos da aplicação do polímero foram encontrados quando este foi aplicado na produção de mudas (fase de viveiro), como no trabalho de Vallone et al. (2004), que avaliou os efeitos da adição de polímero hidro retentor no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes de 120 ml, na dose 10 kg m^{-3} de substrato, utilizando a cultivar Acaíá Cerrado MG-1474. Neste experimento, os autores concluíram que a incorporação do polímero, na dose estudada, aumenta o tempo necessário para a formação de mudas de cafeeiro prejudicando o desenvolvimento das plantas. Outro resultado negativo (também em fase de viveiro) foi encontrado por Melo et al. (2005) que, trabalhando com polímero hidro retentor terracotem, concluíram que as alturas

das plantas de cafeeiros foram menores com o aumento da dose de polímero hidro retentor.

Nesses dois casos de insucesso da aplicação de polímero hidro retentor (MELO et al., 2005; VALLONE et al., 2004), os resultados foram obtidos em viveiro. Pode-se inferir, portanto, que nas condições de viveiro, onde a irrigação é frequente, a aplicação de polímero hidro retentor hidratado em excesso pode comprometer o crescimento das mudas de cafeeiro, sendo que a hipótese mais provável nestes casos é a de falta de oxigenação das raízes. Essa constatação foi feita por Flannery e Busscher (1982) que, estudando plantas de azaleia, concluíram que o polímero hidro retentor foi prejudicial às plantas pela falta de aeração das raízes e que os resultados foram mais evidentes com o aumento da dose aplicada ao substrato utilizado.

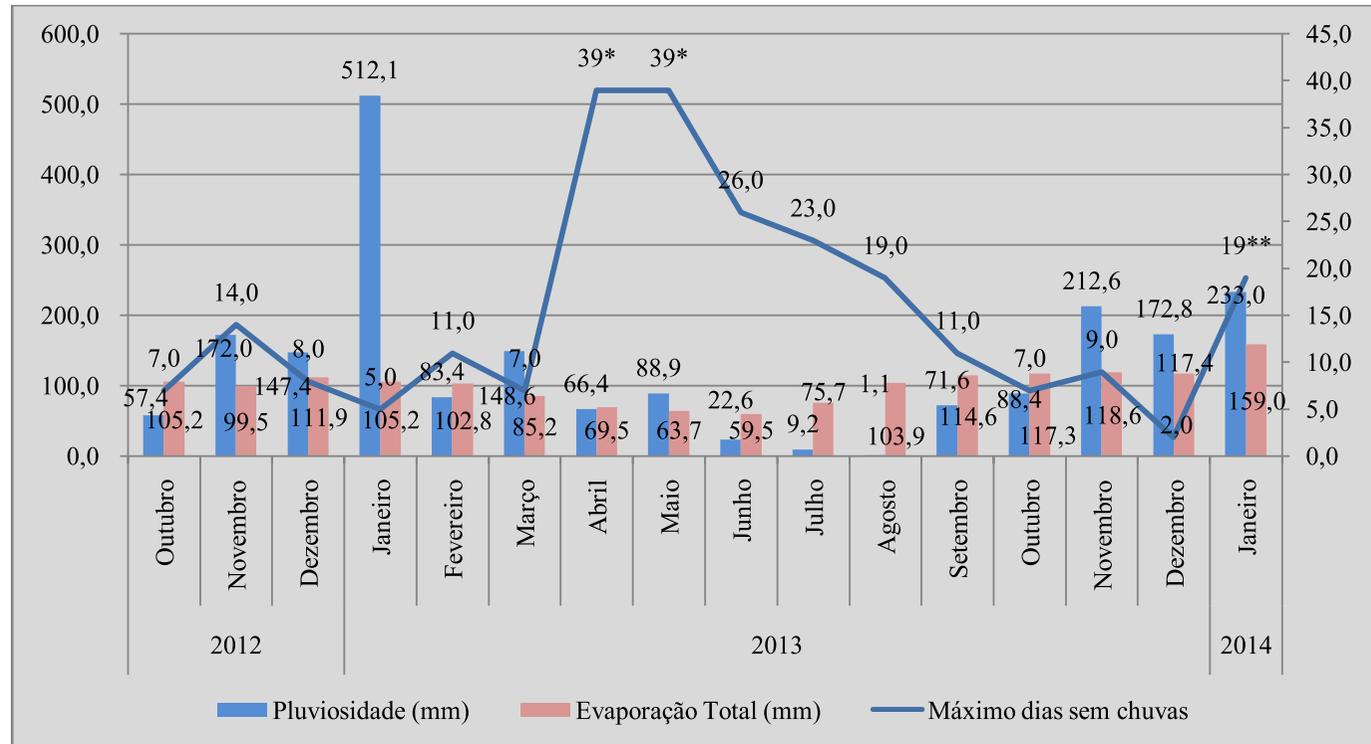


Figura 6 Pluviosidade (mm), evapotranspiração (mm) e máximo número de dias consecutivos sem chuvas (nº) observados no período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2014.

*Entre os meses de abril e maio ficaram 39 dias sem chuvas;

**Entre os meses de janeiro e fevereiro ficaram 19 dias sem chuvas.

Já o fator época de plantio foi significativo para todas as características avaliadas. As análises de regressão para a primeira e a segunda avaliação estão apresentadas nas Figuras 7 e 8.

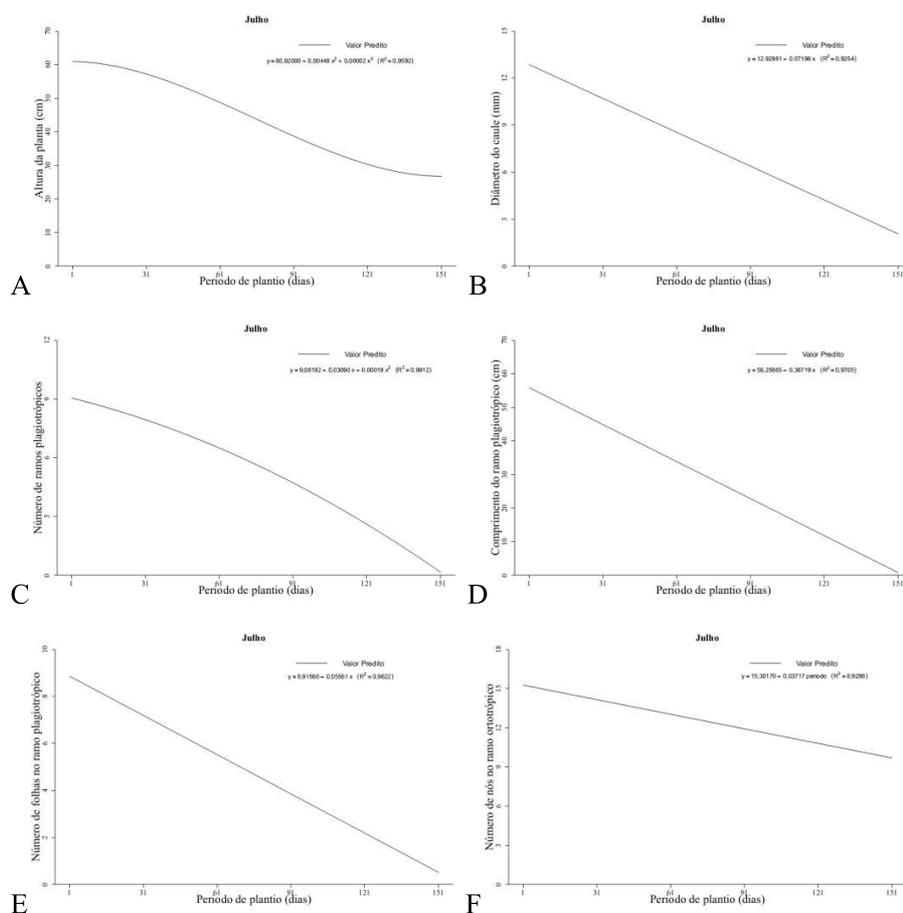


Figura 7 Representação gráfica, equação de regressão, coeficientes de determinação para variáveis, altura de plantas (A), diâmetro de caule (B), número de ramos plagiotrópicos (C), comprimento do ramo plagiotrópico (D), número de folhas no ramo plagiotrópico (E) e número de nós no ramo ortotrópico (F), em função da época de plantio, na primeira avaliação, Julho de 2013. UFLA, Lavras, MG, 2014

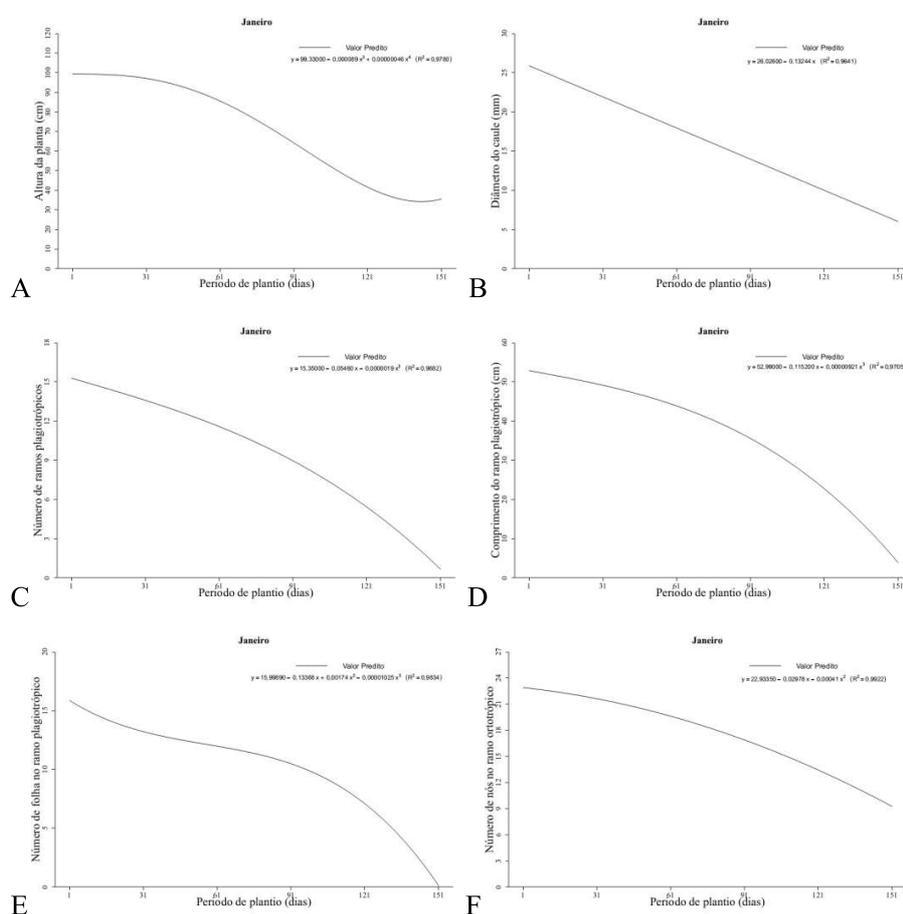


Figura 8 Representação gráfica, equação de regressão e coeficientes de determinação para variáveis, altura de plantas (A), diâmetro de caule (B), número de ramos plagiotrópicos (C), comprimento do ramo plagiotrópico (D), número de folhas no ramo plagiotrópico (E) e número de nós no ramo ortotrópico (F), em função da época de plantio, na segunda avaliação, janeiro de 2014. UFLA, Lavras, MG, 2014

Nota-se que, para a primeira avaliação, houve tendência cúbica para altura de plantas, Figura 7 A, e tendência quadrática para a característica número de ramos plagiotrópicos, Figura 7 C, todas com decréscimo de valores à medida

em que as épocas de plantio ficavam mais tardias. Para as características diâmetro de caule, Figura 7 B, comprimento do ramo plagiotrópico, Figura 7 D, número de folhas no ramo plagiotrópico, Figura 7 E, e, número de nós no ramo ortotrópico, Figura 7 F, houve tendência linear decrescente. Ou seja, à medida que houve aumento dos dias de plantio após o plantio de outubro, houve diminuição de crescimento de plantas, pois os plantios ficavam cada vez mais tardios.

Já na segunda avaliação, houve tendência de quarto grau para altura de plantas, Figura 8 A, tendência linear para diâmetro de caule, Figura 8 B, tendência cúbica para número de ramos plagiotrópicos, Figura 8 C, comprimento dos ramos plagiotrópicos, Figura 8 D, e tendência quadrática para a característica número de folhas nos ramos plagiotrópicos, Figura 8 E, número de nós nos ramos ortotrópicos, Figura 8 F. Em todas as características o comportamento foi decrescente, ou seja, à medida em que houve aumento dos dias de plantio após o plantio de outubro, houve crescimentos cada vez menores das plantas.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram os resultados encontrados por Almeida e Matiello (1978) que, trabalhando com duas datas de plantio, 14/12/1976 e 14/05/1977, em Três Pontas - MG, em Latossolo Vermelho-Amarelo, encontraram resultados superiores em altura, diâmetro de caule e diâmetro de copa das plantas para o plantio realizado em 14/12/1976. Mostrando, dessa forma, que para o plantio do cafeeiro na época das chuvas, quanto mais cedo fosse realizado, maior seria o crescimento, desenvolvimento inicial e, conseqüentemente, maiores seriam as produtividades na primeira safra, proporcionando aos cafeicultores um retorno mais rápido do capital investido na formação da lavoura.

Extrapolando as comparações para outras culturas, Marchiori (2004) - trabalhando com quatro épocas de plantio para cana-de-açúcar, novembro,

janeiro, março e maio, e, dois tipos de mudas, picadas e inteiras, avaliando-se toneladas de colmo (TCH), toneladas de açúcar por hectare (TAH) e açúcar total recuperável (ATR) -, encontrou resultados significativos, sendo que os piores resultados foram para os plantios realizados no mês de maio. Esses resultados são semelhantes aos encontrados no presente trabalho para o cafeeiro, onde os maiores crescimentos das plantas foram obtidos com os plantios nos meses iniciais ao período chuvoso, havendo perdas significativas em cada mês de atraso no plantio, culminando em menores crescimentos das plantas em tratamento com plantio no mês de março. As características mais afetadas foram as ligadas ao ramo plagiotrópico, número de ramos plagiotrópicos, comprimento do primeiro ramo plagiotrópico e número de pares de folhas do primeiro plagiotrópico.

Resultados análogos aos encontrados no presente trabalho podem ser verificados na cultura do algodoeiro, em um trabalho realizado nos municípios de Formosa do Rio Preto, São Desidério e Luiz Eduardo Magalhães, no estado da Bahia. Nestes trabalhos avaliou-se a influência da época de plantio na produtividade e na população de insetos, concluindo-se que os plantios realizados nos meses de novembro e dezembro são superiores ao plantio realizado em janeiro, quando se observa a produtividade, e há aumento significativo na população de duas pragas-chave do algodoeiro, *Bemisia* ssp. (Mosca Branca) e *A. grandis* (Bicudo do Algodoeiro) no plantio realizado em janeiro (SOARES; SILVA, 2003).

Apesar de as avaliações sobre o ataque de pragas e doenças em plantios tardios não terem sido objeto do presente estudo, resultados semelhantes aos de Soares e Silva (2003) podem também ocorrer na cafeicultura. Evidências dessa hipótese de aumento de pragas no cafeeiro, podem ser encontradas no trabalho de Reis e Souza (1986) que encontraram aumento de lesões por bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) com a diminuição da precipitação pluviométrica. Assim,

nos plantios realizados nos meses finais da estação chuvosa (tardios) as plantas ficarão sujeitas a uma maior porcentagem de desfolha por bicho-mineiro, além de terem menor área foliar, menores valores referentes ao crescimento vegetativo, e podem apresentar desfolha. Em ambos os trabalhos citados é consenso que um dos pontos de grande impacto nos plantios realizados em meses mais tardios dentro do período chuvoso é que, quanto mais tarde o plantio, mais sujeita a cultura está ao déficit hídrico.

As avaliações de características ligadas ao crescimento da planta são de grande importância para mostrar o desenvolvimento da lavoura que resultará em produtividade. Segundo Carvalho et al. (2010), trabalhando com características de crescimento de cafeeiros em estágios iniciais de desenvolvimento e suas correlações com a primeira produção, as características que apresentam maior correlação fenotípica com a produtividade foram: número de ramos plagiotrópicos, altura de planta e comprimento do ramo plagiotrópico. Assim, infere-se que as plantas que obtiverem maiores resultados na avaliação de crescimento inicial podem atingir maiores produtividades iniciais.

As avaliações de crescimento têm sido investigadas por diversos autores visando aumentar a eficiência de seleção. Correlações positivas com produtividade foram observadas como, por exemplo, diâmetro de copa (DHALIWAL, 1968; SILVAROLLA et al., 1997) e altura da copa (WALYARO; VOSSEN, 1979).

Em relação ao diâmetro de caule do cafeeiro, Livramento et al. (2002) concluiu que plantas que apresentam caules mais vigorosos podem acumular maior quantidade de carboidratos, apresentando, como consequência, maior desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, reprodutivo.

Um maior número de folhas do primeiro ramo plagiotrópico por planta, segundo Livramento et al. (2010), sugere um maior potencial fotossintético. Assim, o fornecimento adequado de carboidratos para a formação de grãos é

influenciado diretamente pela quantidade de folhas, pois, segundo esses autores, são necessários 20 cm² de folhas para formação de cada fruto do cafeeiro. Assim, verifica-se presente trabalho que, o quanto antes for realizado o plantio, maior será a possibilidade de um maior número de folhas por planta e, assim, uma maior produção de fotoassimilados, proporcionando maior crescimento e, conseqüentemente, maior produtividade (LIVRAMENTO et al., 2002).

Para se ter maior potencial de frutificação pela diferenciação de “gemas seriadas” e “cabeça de série” em frutos que constituirão a produção final, deve-se ter maior número de nós nos ramos plagiotrópicos (RENA; MAESTRI, 1986), o que pode ser alcançado nos plantios realizados nos meses iniciais da estação chuvosa, que terão maior potencial de produções iniciais.

Quanto mais ramos plagiotrópicos a planta possuir, maior será a quantidade de seus nós e, conseqüentemente, maior será o potencial de produção. O número de nós no ramo ortotrópico também influencia diretamente o número de ramos plagiotrópicos por planta, pois junto a esses são formadas as gemas do cafeeiro, incluindo as gemas “cabeça de série”, responsáveis pela origem dos ramos plagiotrópicos que dão origem aos frutos do cafeeiro (RENA; MAESTRI, 1986).

Alves (1999), Carvalho et al. (2006), Karasawa, Faria e Guimarães (2001) e Vilella (2001), trabalhando com cafeeiros irrigados e não irrigados, verificaram que há aumento no número de ramos plagiotrópicos com a irrigação. Ou seja, o déficit hídrico pode prejudicar a emissão de novos ramos plagiotrópicos, como ocorrido no presente trabalho, onde houve aumento crescente para os plantios realizados nos meses iniciais do período chuvoso.

Os resultados superiores para os plantios realizados nos primeiros meses da estação chuvosa encontrados nesta segunda avaliação novamente corroboram com os trabalhos citados anteriormente de Almeida e Matiello (1978) e Marchi

et al. (2003), verificando que, para a cultura do cafeeiro a partir de outubro, o quanto antes for feito o plantio em campo, maior será o crescimento observado para altura de plantas, diâmetro de caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento do primeiro ramo plagiotrópico, número de nós do ramo plagiotrópico e número de nós do ramos ortotrópico, que resultarão em uma maior primeira safra, conforme citado por Rena e Maestri (1986). Também Jaramillo e Valencia (1980) verificaram que os fatores mais influenciados pelo clima são a altura de planta, o crescimento dos ramos e o número de flores.

Os resultados decrescentes de crescimento à medida que se atrasa o plantio a partir de outubro podem ser explicados pela diminuição dos índices pluviométricos, ou seja, à medida que este atraso ocorre, também aumenta o número de dias sem chuvas, conforme se pode observar na Figura 6.

Além da restrição hídrica, verifica-se que há um grande aumento da temperatura e radiação, conforme se pode observar nas Figuras 9 e 10. Nota-se na Figura 9 que a temperatura máxima média, em alguns meses, ficou acima de 30°C e a temperatura média ficou, em alguns meses, até 3°C acima da média observada no período de 1961 a 1990, e, conforme pode-se observar na Figura 10, tal estresse pode ter interferido no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Segundo Kreeb (1974) e Levitt (1980a, 1980b) pode-se classificar os fatores de estresse em abióticos e bióticos, sendo que o objeto de discussão do presente trabalho está nos fatores abióticos, que são: radiação, temperatura, água, gases, minerais e efeitos mecânicos (Figura 11).

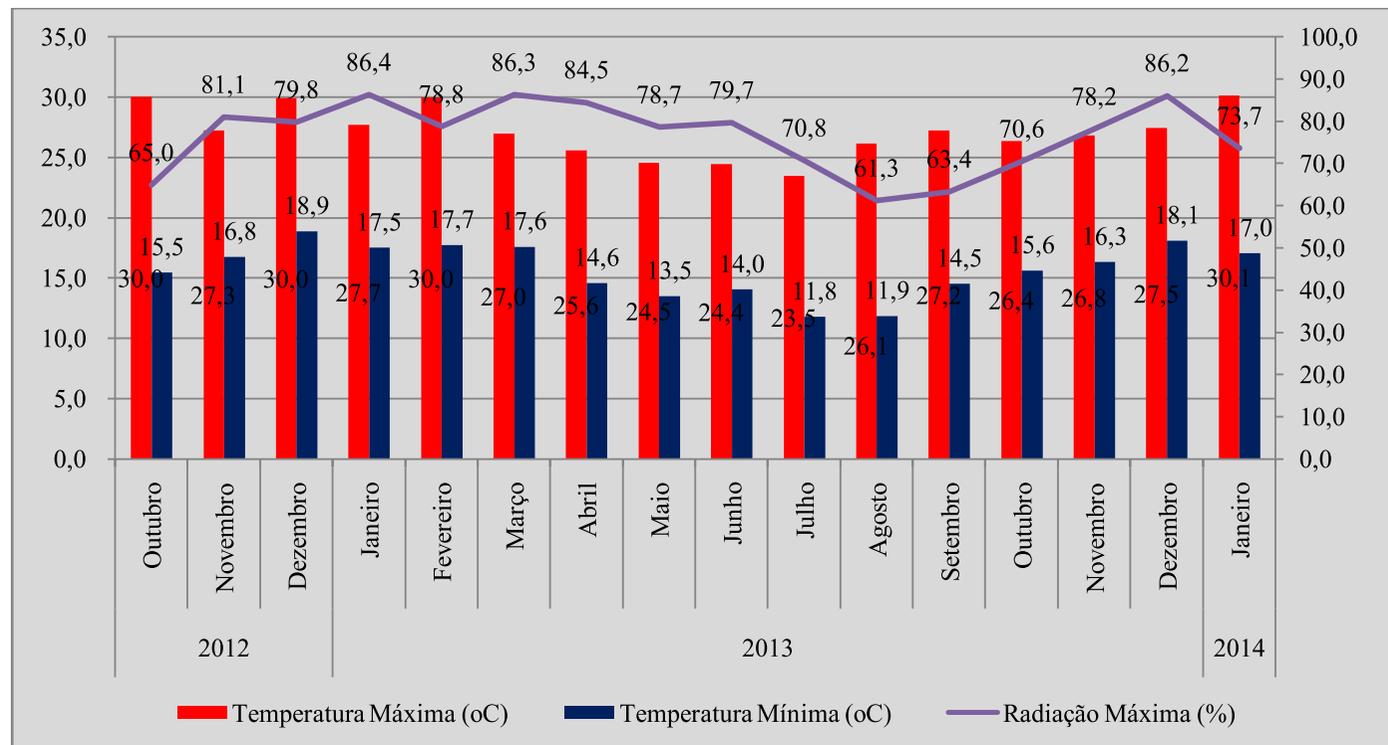


Figura 9 Temperatura média máxima (°C), temperatura média mínima (°C) e radiação (%) observados no período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2014

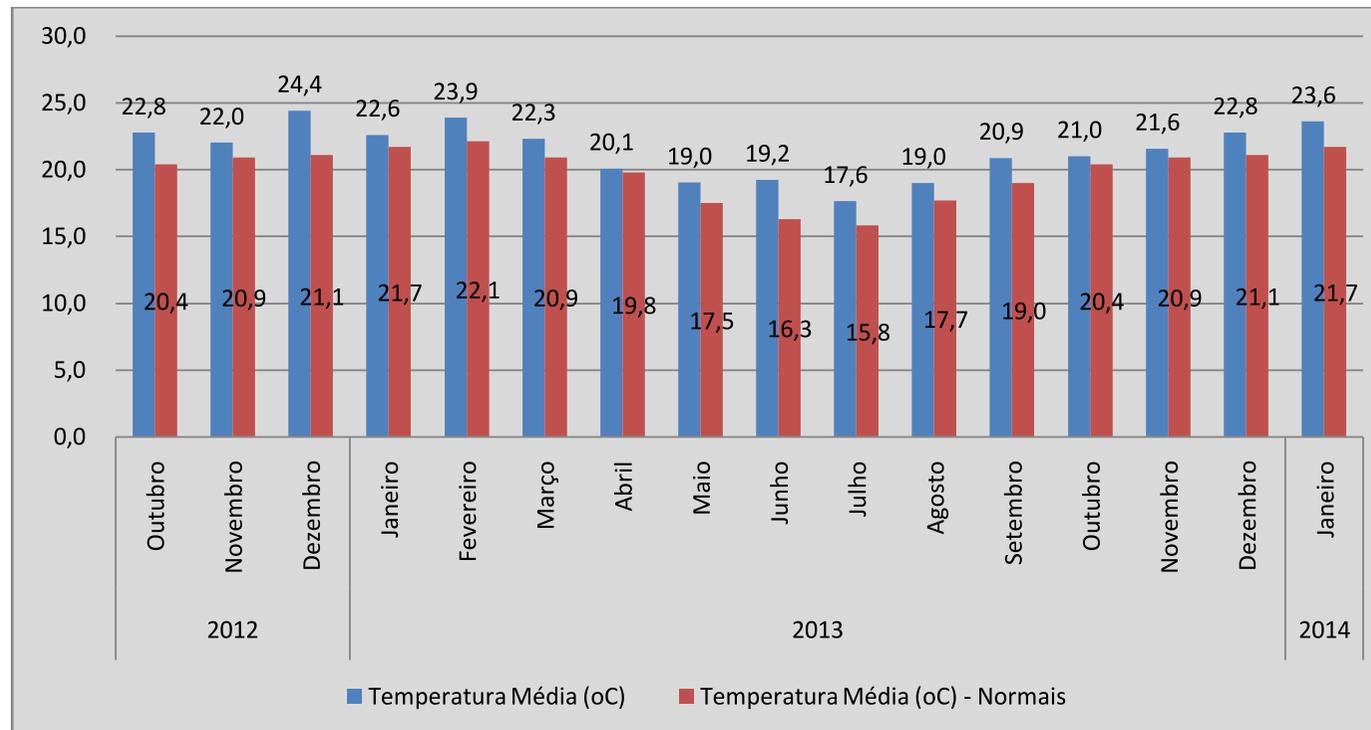


Figura 10 Temperatura média (°C) observados no período experimental e temperatura média (°C) históricas pelas Normais Climatológicas 1961-1990.UFLA, Lavras, MG, 2014

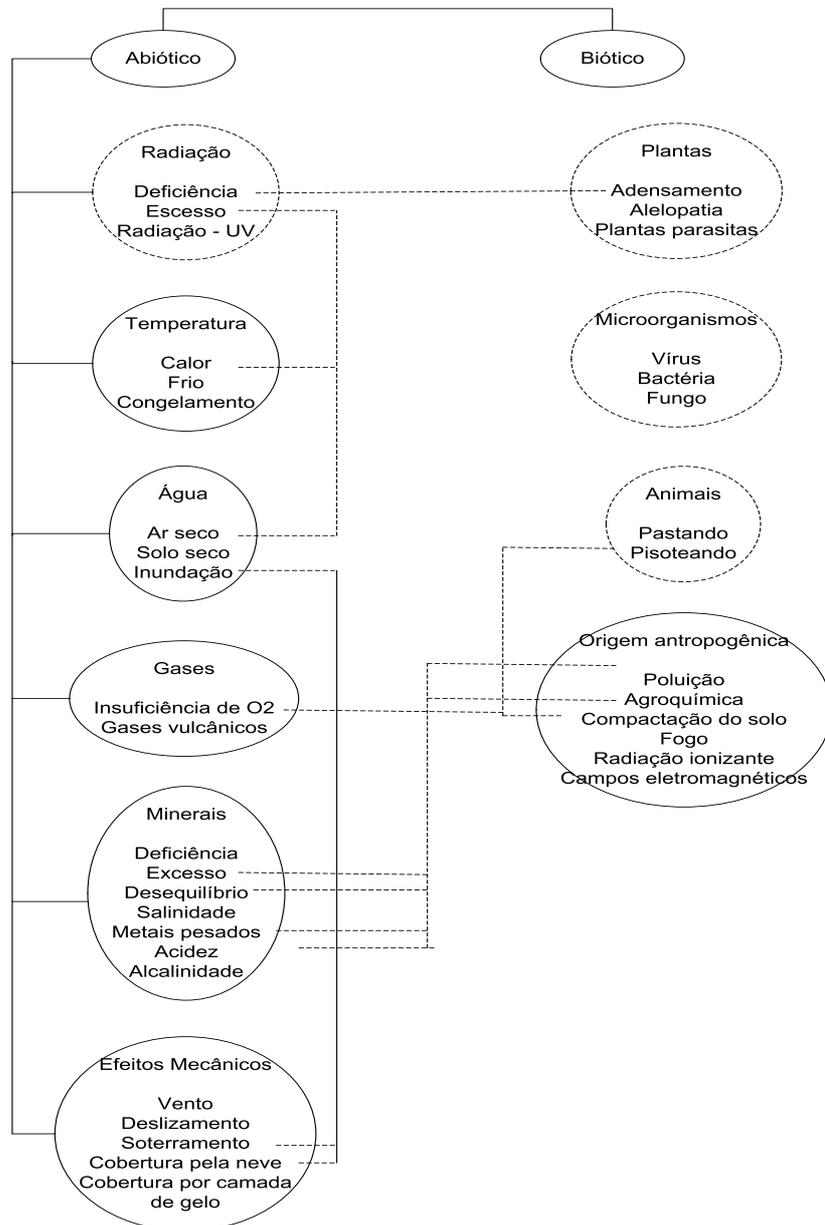


Figura 11 Fatores de estresse no ambiente e algumas de suas múltiplas inter-relações

Fonte: Segundo Kreeb (1974) e Levitt (1980a, 1980b).

Conforme observa-se na Figura 6, onde são apresentadas as precipitações, evapotranspiração e o número máximo de dias sem chuvas, a partir de janeiro a precipitação caiu bruscamente, ficando, em muitos meses, menor do que a evapotranspiração. Outro ponto importante que se deve mencionar neste trabalho é que, a partir de março, o número de dias sem chuvas significativas aumenta consideravelmente, criando-se uma situação desfavorável ao desenvolvimento vegetativo.

De maneira geral, o estresse hídrico induz na planta uma diminuição do volume celular e, conseqüentemente, um aumento na concentração e progressiva desidratação do protoplasto (LARCHER, 2000).

Larcher (2000), cita em ordem de sensibilidade das funções celulares e dos processos celulares durante o estresse hídrico, com a diminuição da disponibilidade hídrica para a planta: crescimento celular, síntese de proteínas, atividade da nitrato redutase, aumento do ácido abscísico, diminuição de citocinina, fechamento estomático, diminuição da fotossíntese, distúrbios na respiração, murcha reversível e senescência.

Células ou tecidos vegetais sob condição de reduzida disponibilidade hídrica apresentam inibição do processo de crescimento, mudanças metabólicas devido ao fechamento estomático, redução da fotossíntese e transpiração e aumento da tolerância à desidratação (MULLET; WHITSSET, 1996). A deficiência hídrica é um dos principais fatores de estresse do ambiente que altera diversos processos fisiológicos das plantas, os quais comprometem o seu crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, levam à redução da produtividade (KRAMER; BOYER, 1995; MACHADO, 2004; SAUSSEN, 2007).

Almeida et al. (2011) avaliando os aspectos fisiológicos do desenvolvimento de plantas de café da variedade *Semperflorens*, que é classificada como tolerante a restrição hídrica segundo Almeida et al. (2007),

submeteram as plantas a quarenta dias de restrição hídrica, concluindo que o padrão de crescimento e desenvolvimento dessas plantas foi prejudicado sob a condição de estresse hídrico. Mesmo quando as plantas voltaram a ser irrigadas, de forma contínua, o seu desenvolvimento não foi resgatado quando comparado com aquele das plantas controle, que não tiveram a irrigação interrompida. Diante dessas informações, pode-se inferir que, também no presente trabalho pode ter ocorrido um prejuízo irreversível nas plantas que sofreram mais com o déficit hídrico (plantios tardios), pois não tiveram condições ideais de umidade para seu crescimento e desenvolvimento.

Fialho et al. (2007) submeteram mudas de café em diferentes épocas do desenvolvimento inicial ao déficit hídrico, concluindo que, o déficit hídrico, aplicado após o 30º, 60º e 90º dias depois do transplântio para o campo, reduziu a produção de matéria seca da parte aérea, área foliar, diâmetro da copa e altura das plantas. Assim, pode-se relacionar estes resultados com os de menor crescimento encontrados no presente trabalho nos meses finais da estação chuvosa, no qual houve restrição hídrica, conforme a Figura 6. Os resultados de maior crescimento das plantas para os plantios realizados nos primeiros meses da estação chuvosa podem ser explicados pela boa disponibilidade de chuvas que ocorreu na região, conforme se pode observar nas Figuras 6, 10 e 11. E, principalmente, o fato de que nos plantios de outubro, novembro e dezembro sempre ocorreram chuvas na semana após o plantio, não ficando, assim, as mudas recém plantadas sujeitas ao déficit hídrico.

Após os relatórios do "Intergovernmental Panel on Climate Change" - IPCC, as alterações de temperatura têm sido muito discutidas. Conforme se pode observar na Figura 10, as temperaturas médias das Normais Climatológicas (BRASIL, 1992) e as temperaturas médias registradas no período experimental, têm grande disparidade, principalmente nos meses mais frios do ano, o que

agrava ainda mais a situação de estresse na lavoura, visto que o estresse hídrico, nesta época, há muitos anos já assola a cafeicultura.

Segundo Livramento (2010) podem ocorrer danos diretos e indiretos nas plantas decorrentes de altas temperaturas. Como danos diretos, a desnaturação proteica e aumento na fluidez das membranas lipídicas. E, como danos indiretos, a inativação enzimática nos cloroplastos e mitocôndrias, inibição da síntese e degradação proteica e perda da integridade da membrana celular. As injúrias causadas pelas altas temperaturas podem levar também a uma inibição do crescimento, redução do fluxo de íons, produção de compostos tóxicos e espécies reativas de oxigênio (HOWARTH, 2005).

Estas reduções e inibições sofridas pela planta sob estresse térmico podem ser explicadas pelo fato das membranas dos tilacóides serem sensíveis ao calor, assim, os distúrbios na fotossíntese são as primeiras indicações do estado de estresse devido ao calor. O primeiro processo que ocorre é a inibição do fotossistema II e, posteriormente, ocorre a perda do equilíbrio do metabolismo do carbono. Outro ponto que aumenta o dano do estresse térmico na planta, é a junção de outros fatores estressores. No presente trabalho, podemos afirmar que além do estresse térmico sofrido houve também o estresse hídrico e o estresse da radiação, conforme se pode verificar nas Figuras 6 e 9 (LARCHER, 2000).

Além de estresse da temperatura há também o estresse da radiação. Quando há uma forte radiação sobre as plantas, introduz-se uma quantidade de energia fotoquímica na folha, maior que a capacidade de utilização dessa energia na fotossíntese, sobrecarregando os processos fotossintéticos e, finalmente, resultando também em um baixo rendimento assimilatório (fotoinibição). Altas radiações podem destruir os pigmentos fotossintéticos e as estruturas dos tilacóides. Injúrias extensas em tecidos que contém cloroplastos são muitas vezes vistas, como os sintomas de manchas descoloridas nas áreas voltadas para o sol (LARCHER, 2000).

A ocorrência de todos esses estresses podem ter contribuído, além da diminuição de crescimento das plantas nos plantios tardios, para que não houvesse efeito do polímero hidro retentor como opção de otimização da água.

Os resultados obtidos para a característica mortalidade são apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que o fator época, polímero e a interação dos dois fatores citados foram significativos.

Tabela 5 Quadrado médio para o parâmetro mortalidade de plantas durante a primeira avaliação e segunda avaliação, submetidas a seis épocas de plantio e presença e ausência de polímero hidro retentor

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QM	
		1ª Avaliação	2ª Avaliação
Blocos	2	369,44	400,00
Época	5	2322,77*	2480,00*
Polímero	1	1225,00*	1111,11*
Época x Polímero	5	398,33*	337,77*
Erro	22	127,02	145,45
CV (%)		86,33	90,45

Comparando as médias dos tratamentos, apresentados nas Tabelas 6 e 7, verifica-se que, para os plantios realizados no mês de março, a utilização do polímero hidro retentor possibilitou maior sobrevivência em campo das mudas, tanto na primeira avaliação de julho de 2013 (período seco do ano) quanto na segunda avaliação, realizada em janeiro de 2014 (período das chuvas).

Tabela 6 Médias de percentual de mortalidade de cafeeiros, para a primeira avaliação, submetidos às diferentes épocas de plantio e polímero hidro retentor

Épocas de Plantio	Julho de 2013 (período seco do ano)	
	Com polímero	Sem polímero
Out	0% a	0% a
Nov	0% a	7% a
Dez	0% a	0% a
Jan	7% a	13% a
Fev	7% a	20% a
Mar	30% b	73% a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 Médias de percentual de mortalidade de cafeeiros, para a segunda avaliação, submetidos às diferentes épocas de plantio e polímero hidro retentor

Épocas de Plantio	Janeiro de 2014 (período das chuvas).	
	Com polímero	Sem polímero
Out	0% a	0% a
Nov	0% a	7% a
Dez	0% a	0% a
Jan	7% a	13% a
Fev	7% a	20% a
Mar	33% b	73% b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Nas duas épocas de avaliação (Tabelas 6 e 7) verifica-se que as plantas com plantio em março (época de plantio mais tardio entre os tratamentos) tiveram o menor percentual de mortalidade quando tiveram o polímero hidro retentor adicionado na cova de plantio.

O efeito positivo, somente nas mudas de cafeeiro levadas ao campo em março, causado pela aplicação na cova de plantio do polímero hidro retentor

hidratado, pode ser atribuído ao maior déficit hídrico, pois após essa última época de plantio (março), a pluviosidade foi muito baixa, ficando trinta e nove dias sem chuvas entre os meses de abril e maio (Figura 6). Apesar de o polímero hidro retentor não ter sido capaz de manter o fornecimento de água ideal para o crescimento das plantas, a partir daí foi suficiente para diminuir a mortalidade em campo.

Também é possível observar pelas Tabelas 6 e 7 que os percentuais de mortalidade de plantas da primeira avaliação de julho de 2013 e da segunda avaliação realizada em janeiro de 2014 foram os mesmos, ou seja, as mortes de plantas em campo ocorreram todas até a época da primeira avaliação, quando o efeito do polímero parece ser mais necessário. Após o estabelecimento das plantas de cafeeiro em campo, essas demonstraram boa tolerância ao déficit hídrico.

Encontram-se trabalhos na literatura que também constataram efeitos positivos da aplicação do polímero hidro retentor, como o de Marques, Cripa e Martinez (2013) que, trabalhando com diferentes doses de polímero hidro retentor misturado ao substrato de mudas de cafeeiro, concluíram que a aplicação de 2 gramas do polímero hidro retentor por muda produziu resultados semelhantes às mudas constantemente irrigadas. Também Azevedo, Bertonha e Gonçalves (2005) trabalhando com polímero hidro retentor previamente hidratado em mudas de cafeeiros concluíram que a taxa de acúmulo de matéria seca da parte aérea do cafeeiro aumentou com a adição do polímero. No entanto, Mukeshambala et al. (2014), trabalhando com 6 doses de polímero hidro retentor como parte do substrato, 0, 5, 10, 15, 20 e 25% no volume do substrato, 5 níveis de irrigação em mudas produzidas em tubetes e saquinhos de polietileno, não obtiveram resultados significativos para o crescimento das plantas.

A aplicação de polímero hidro retentor pode ter também como objetivo reduzir as quantidades de água aplicadas na irrigação, o que nota-seno trabalho

de Azevedo et al. (2002), que trabalhando com quatro turnos de regas, 10, 20, 30 e 40 dias, e quatro níveis de polímero hidro retentor, 0, 15, 30 e 45 % do peso total do substrato adicionados ao substrato para transplantio das mudas em sacos plásticos de 40 cm de altura por 17 cm de diâmetro, concluíram que as plantas cresceram mais com a adição de polímero no substrato de transplantio. Nesse mesmo trabalho, concluíram que a presença do polímero no substrato de transplantio permite aumentar o intervalo entre as irrigações sem comprometer o crescimento das plantas.

Em outras culturas, resultados como obtidos por Barbosa, Rodrigues e Couto (2013), avaliando a influência do polímero hidro retentor no pegamento e desenvolvimento inicial de 30 espécies arbóreas nativas, provenientes de tubetão (290 cm³), tubetinho (56 cm³) e bandeja (9 cm³), não encontraram resultados significativos. Já, Hüttermann, Zommodi e Reise (1999), concluíram que a adição do polímero hidro retentor foi prejudicial às árvores jovens.

Já em trabalhos com outras culturas encontrados na literatura disponível, relatam-se efeitos positivos da aplicação do polímero hidro retentor como o de Wofford Júnior e Koski (2014), que comentaram que o Serviço Florestal do Colorado, USA, obteve aumento do índice de sobrevivência de mudas florestais com o uso de polímeros agrícolas. Também na cultura de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomateiro (*Solanum lycopersicum*), resultados positivos para o crescimento e desenvolvimento de plantas foram observados (HENDERSON; HENSLEY, 1986; MORAES, 2001). Wofford Júnior (2014), trabalhando com tomateiro, alcançou maior produtividade com o uso do polímero hidro retentor em relação ao tratamento testemunha que não continha o mesmo.

A aplicação do polímero hidro retentor pré-hidratado, na cova de plantio, aumentou a taxa de sobrevivência das mudas, porém não houve respostas no crescimento de *Eucalyptus urophylla* em pós plantio (BUZETTO; BIZON; SEIXAS, 2002), semelhante ao encontrado no presente trabalho, no

qual não encontramos diferenças significativas para o crescimento de plantas, mas encontramos resultados positivos para a sobrevivência de mudas.

No presente estudo, a utilização do polímero hidro retentor hidratado na cova de plantio não interferiu no crescimento das plantas após cento e nove dias do plantio, porém, houve interferência positiva na sobrevivência de mudas no mês de março, podendo ser viável o seu uso, principalmente para os meses finais da estação chuvosa. Já o crescimento das plantas sofreu interferência do plantio das mudas de cafeeiro em diferentes épocas, sendo que a partir de 31 de outubro para a região de Lavras, Minas Gerais, quanto maior o atraso na implantação da lavoura, menor será o crescimento inicial da lavoura (primeiro ano). A partir de outubro, e até março, o atraso no plantio influenciou negativamente todas as características de crescimento do cafeeiro.

5 CONCLUSÃO

A utilização do polímero hidro retentor hidratado na cova de plantio não interfere no crescimento inicial das plantas. Porém, aumenta a sobrevivência dessas, principalmente em plantios tardios em campo.

A partir de outubro, quanto mais tardios forem os plantios, menor será o crescimento inicial dos cafeeiros no primeiro ano em campo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. S. et al. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de plantas de *Coffea arabica* submetidas ao estresse hídrico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2011. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, J. A. S. et al. Caracterização de respostas morfológicas e fisiológicas de diferentes genótipos de *Coffea* submetidos a estresse hídrico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2007. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J. B. Estudo comparativo de plantio do cafeeiro na época "das águas" e "das secas". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1978. 1 CD-ROM.

ALVES, M. E. B. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação.** 1999. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, C. **Utilização de polímero agrícola no substrato transplantio de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Tupi.** Maringá: UEM, 2005. Disponível em: <<http://www.cca.uem.br//anu9100.htm>>. Acesso em: 14 maio 2014.

AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.

BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidro retentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos.** 1998. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidropolímero no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013.

BARROS, R. S. et al. Decline of vegetative growth in *Coffea arabica* L. in relation to leaf temperature, water potencial and stomatal conductance. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 54, n. 1, p. 65-72, Aug. 1997.

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, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Saiba mais:** culturas, café. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais Climatológicas:** 1961-1990. Brasília, 1992. 84 p.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio.** Piracicaba: IPEF, 2002. 6 p. (Circular Técnica, 195).

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coffee. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 37, n. 1, p. 1-36, Jan. 2001.

CARVALHO, A. M. et al. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269-275, mar. 2010.

CARVALHO, C. H. M. 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.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** café, safra 2014, quarto levantamento, dezembro 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

COSTA, L. C. et al. Effects of water stress on photosynthesis, respiration and growth of Faba Bean (*Vicia faba* L.) growing under field conditions. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 9-16, 1997.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 55-81, Jan./Mar. 2006.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B. Relações hídricas no cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBC, 2000. p. 1-44.

DHALIWAL, T. S. Correlations between yield morphological characters in Puerto Rican and Columbian varieties of *Coffea arabica* L. **Journal of the Agricultural University of Porto Rico**, San José, v. 52, p. 29-37, 1968.

FARIA, M. A. et al. Influência das lâminas de irrigação e da fertirrigação na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.): 2ª colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari. **Anais...** Uberlândia: ICIAG/UFU, 2001. p. 11-14.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FIALHO, G. S. et al. Avaliação de plantas de *Coffea arabica* L. submetidas a déficit hídrico em diferentes fases de seu desenvolvimento inicial. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2007. 1 CD-ROM.

FLANNERY, R. L.; BUSSCHER, W. J. Use of a synthetic polymer in potting soil to improve water holding capacity. **Communication in Soil Science Plant**, Philadelphia, v. 13, n. 2, p. 103-111, 1982.

FREIRE, A. H. Gestão e eficiência econômica da cafeicultura no sul de Minas Gerais: uma aplicação da fronteira de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 172-183, maio/ago. 2011.

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.

GRANT, R. F. Interaction between carbon dioxide and water deficits affecting canopy photosynthesis: simulation and testing. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 6, p. 1322-1328, Nov. 1992.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L. Efficacy of a hydrophilic polímero as a transplant aid. **The Journal of Horticulture Science**, London, v. 21, n. 4, p. 991-992, 1986.

HOWARTH, C. J. Genetic improvements of tolerance to high temperature. In: ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. (Ed.). **Abiotic stresses: plant reistance through breeding and molecular approaches**. New York: Howarth, 2005. p. 277-300.

HÜTTERMANN, A.; ZOMMORODI, M.; REISE, K. Addition of hydropolímeros to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. **Soi l& Tillage Research**, Amsterdam, v. 50, n. 1/2, p. 195-304, 1999.

JARAMILLO, R.; VALENCIA, G. Los elementos climáticos e el desarrollo de *Coffea arabica* L. em Cinciná. **Cenicafé**, Chinchina, v. 3, p. 86-104, 1980.

KARASAWA, S. **Crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG-1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada**. 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

KARASAWA, S.; FARIA, M. D.; GUIMARÃES, R. J. Desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em função do parcelamento de adubação e lâminas d água aplicada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari. **Anais...**Uberlândia: ICIAG/UFU, 2001. p. 25-28.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plant and soils**. San Diego: Academic, 1995. 641 p.

KREEB, K. **Okophysiologie der Pflanzen**. Jena: Fischer, 1974. 513 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 479 p.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: I., chilling, freezing and high temperature stresses**. 2nded. New York: Academic, 1980a. 697 p.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: II., water, radiation, salt, and other stresses**. New York: Academic, 1980b. 497 p.

LIVRAMENTO, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 87-161.

LIVRAMENTO, D. E. et al. Influência da produção nos teores de carboidratos e na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) após colheita. In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 8.; SIMPÓSIO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS DO SUL DE MINAS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 156-160.

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.

MACHADO, A. V. **Efeitos do estresse hídrico em plantas jovens de *Hedyosmum brasilienses* Mart. (Chloranthaceae)**. 2004. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MARANA, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, jan./fev. 2008.

MARCHI, E. C. S. et al. Épocas de plantio de mudas de cafeeiro produzidas em sacos plásticos e tubetes e plantadas em duas classes de solo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 50, n. 290, p. 499-508, 2003.

MARCHIORI, L. F. S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. 2004. 275 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidropolímero como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 1-7, jan. 2013.

MATIELLO, J. B.; DANTAS, S. F. A. Desenvolvimento do cafeeiro e do sistema radicular, com e sem irrigação, em Brejões, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas: UNICAMP, 1987. p. 165.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2010. 542 p.

MELO, B. et al. Uso do polímero hidroabsorvente terracotem e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 13-22, 2005.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. **Histórico e importância sócio-econômica da cafeicultura**. Lavras: UFLA, 2002. 292 p. Apostila.

MORAES, O. **Efeito do uso de polímero hidro retentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2001. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.

MUKESHAMBALA, F. et al. Turnos de rega e doses de polímero hidro retentor na formação de mudas de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 61-67, jan./mar. 2014.

MULLET, J. E.; WHITSSET, M. S. Plant Cellular responses to water deficit. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 20, n. 2, p. 119-124, Nov. 1996.

OLIVEIRA, L. A. M. **Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado em diferentes épocas do ano**. 2003. 54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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.

PIEVE, L. M. **Uso de polímero hidro retentor na implantação de lavouras cafeeiras**. Lavras: UFLA, 2012. 70 p.

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**, London, v. 96, p. 101-108, May 2005.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidrotentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica**: do plantio à colheita. Lavras: EPAMIG, 2010. 895 p.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Influência das condições do tempo sobre a população de insetos e ácaros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 25-30, 1986.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 447 p.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Uberaba: O Lutador, 2008. 476 p.

SAUSEN, T. L. **Respostas fisiológicas de *Ricinus communis* à redução da disponibilidade de água do solo**. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SILVAROLLA, M. B. et al. Avaliação de progênies derivadas do híbrido timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 47-58, 1997.

SOARES, J. J.; SILVA, M. S. Efeito da época de plantio na produção e na ocorrência de pragas em culturas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Arquivos do Instituto de Biologia**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 295-302, jul./set. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.

TESFAYE, S. G. et al. Effects of deficit irrigation and partial rootzone drying on growth, dry matter partitioning and water use efficiency in young coffee (*Coffea arabica* L.) plants. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 6, n. 384, p. 312-317, 2008.

VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 7-13, abr./jun. 2006.

VALLONE, H. S. et al. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidroretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 593-599, maio/jun. 2004.

VILELA, L. A. A.; MARTINS, C. de P.; GOMES, N. M. Estudo de diferentes lâminas de irrigação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) desde a fase inicial de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2001. p. 403-405.

VILELLA, W. M. C. **Diferentes laminas de irrigação e parcelamento de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

WALYARO, D. J.; VOSSEN, H. A. M. van der. Early determination of yield potential in arabic coffee by applying index selection. **Euphytica**, Dordrecht, v. 28, p. 465-472, 1979.

WOFFORD JÚNIOR, D. J. **Use of cross-linked polyacrylamide in agriculture for increasing yield or reducing irrigation**. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 22 abr. 2014.

WOFFORD JÚNIOR, D. J.; KOSKI, A. J. **A polymer for the drought years**. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 23 abr. 2014.