



**MUKESHAMBALA FRANCHEMENT**

**TURNOS DE REGA E DOSES DE POLÍMERO  
HIDRORRETENTOR NA FORMAÇÃO DE  
MUDAS DE CAFEIRO EM TUBETES E  
SAQUINHOS**

**LAVRAS – MG**

**2012**

**MUKESHAMBALA FRANQUEMENT**

**TURNOS DE REGA E DOSES DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR  
NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO EM TUBETES E  
SAQUINHOS**

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 Jose Guimarães

Coorientador

Dr. Gilmar Tavares

**LAVRAS – MG**

**2012**

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

Franchement, Mukeshambala.

Turnos de rega e doses de polímero hidrorretentor na formação de mudas de cafeeiro em tubetes e saquinhos / Mukeshambala Franchement. – Lavras : UFLA, 2012.

46 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Rubens José Guimarães.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica* L. 2. Irrigação em viveiros. 3. Economia de água. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7387

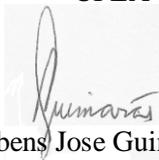
**MUKESHAMBALA FRANCHEMENT**

**TURNOS DE REGA E DOSES DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR  
NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO EM TUBETES E  
SAQUINHOS**

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 09 de novembro de 2012

Dra. Danielle Pereira Baliza	IFSUDESTEMG
Dr. Rodrigo Luz da Cunha	EPAMIG
Dr. Gilmar Tavares	UFLA



Dr. Rubens Jose Guimarães  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2012**

*A Deus que manifesta sua grandeza, cada vez a sua maneira;  
Ao meu povo, lutando sempre para um futuro melhor;  
A minha esposa, pelo apoio a distância;  
A meu pai, por estar sempre presente na minha busca pelo conhecimento;  
A minha mãe, pelo amor incondicional.*

**DEDICO**

*A meu filho, Siku Lutin Mukeshambala, pelo sacrifício sofrido.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade oferecida e pelos conhecimentos transmitidos;

Ao Departamento de Agricultura, pela confiança depositada e pela dedicação de todos os professores e servidores;

À Universidade Livre dos Países dos Grandes Lagos (ULPGL), pelo apoio e oportunidade oferecidos;

Ao Prof. Dr. Rubens Jose Guimarães, não só pela orientação, mas também, pelo exemplo de caráter, profissionalismo e dedicação à cafeicultura;

Ao Prof. Dr. Gilmar Tavares, por sua dedicação à extensão Universitária, e pelo o amor ao meu povo Congolense;

Ao Prof. Dr. Virgílio Anastácio da Silva, pela amizade e auxílio dispensado sempre que solicitado;

À Profa. Dra. Danielle Pereira Baliza, à Gleice Aparecida de Assis, Clayton Grillo Pinto, Antônio Jackson de Jesus Souza, Anderson William Dominghetti, Dalyze Toledo Castanheira, Noêmia Caren Oliveira, Janaíne Lopes, Marina Angélica Praxedes, Thiago Tavares Botelho, Raveni Abreu Silveira de Andrade, pela amizade e auxílio dispensados sempre que solicitados;

À Nélia, Renata, Sérgio, José Maurício, Alexandre, Agrimar, Edson e todos os servidores do Setor de Cafeicultura da UFLA.

A toda família NECAF, exemplo de amizade e trabalho em equipe.

## **BIOGRAFIA**

Franchement Mukeshambala, filho de Kamate Siku Meilleur e Kavira Kavinywa Germanie, nasceu em Goma, República Democrática do Congo, no dia 15 do dezembro de 1979. Concluiu o 2º Grau na Academia do Campus de Lubumbashi, República Democrática de Congo. Coursou Agronomia na Universidade de Lubumbashi (UNILU) do mesmo país, de Outubro 2000 a Outubro 2005.

Trabalhou na Universidade de Goma (UNIGOM), na República Democrática do Congo, de 2006 a 2011, e na Universidade Livre dos Países dos Grandes Lagos (ULPGL) de 2010 a 2011, como assistente dos professores e também, como pesquisador. Ingressou no mestrado em Agronomia, área de Concentração: Fitotecnia, em setembro de 2011 na Universidade Federal de Lavras, pelo programa de intercâmbio (UFLA-ULPGL), sob a coordenação do Professor Gilmar Tavares, responsável pelo projeto “Vozes da África”.

O projeto “Vozes da África” foi criado com o objetivo de capacitar professores e técnicos Congolese em Agroecologia, Agricultura Familiar e Extensão Universitária, no acordo de cooperação PEG (UFLA)/ABC(MRE).

## RESUMO

Há consenso sobre a importância do processo de formação de mudas para o sucesso da lavoura, sendo importante a utilização de água de boa qualidade e em quantidades suficientes. A utilização de polímeros hidrorretentores capazes de absorver a água e, posteriormente liberar essa água de forma gradual, é uma alternativa para a produção de mudas de café. Com objetivo de avaliar a eficiência do uso de diferentes turnos de rega e doses do polímero hidrorretentor em substratos na formação de mudas de café em tubetes e saquinhos, foram instalados dois experimentos, um em mudas de saquinho e outro em mudas de tubetes, no Setor de Cafeicultura DAG/UFLA, em casa de vegetação coberta com filme de polietileno e sombrite de 50%, no período de outubro de 2011 a março 2012. Nos dois experimentos os delineamentos foram em blocos ao acaso e esquema de parcelas subdivididas, para análise de 6 (doses de polímero hidrorretentor hidratado nas sub parcelas) X 5 (níveis de irrigação nas parcelas) e 4 repetições. As 6 doses testadas foram: 0, 5, 10, 15, 20 e 25% do gel do polímero no volume do substrato (1500 g de polímero seco hidratados em 400 litros de água) tanto no experimento de saquinhos quanto no de tubetes. As irrigações das mudas em tubetes foram: Nível 1 : Irrigação duas vezes por dia (As 7 e 17 horas); Nível 2 : Irrigação todos dias, uma vez; Nível 3: 1 dia sem regar; Nível 4 : 2 dias sem regar; e Nível 5: 3 dias sem regar. Nas irrigações executadas uma vez por dia, as mudas foram regadas às 17 horas. No experimento em saquinhos de polietileno os níveis de irrigação foram: Nível 1 : todos dias(1 vez/dia) ; Nível 2: 1 dia sem regar; Nível 3: 2 dias sem regar; Nível 3 dias sem regar; e Nível 5 : 4 dias sem regar. Concluiu-se a aplicação do gel do polímero, no substrato padrão em mudas de saquinhos e no substrato comercial (Plantmax) em tubetes não tem efeito no crescimento das plantas. As irrigações de mudas em tubetes devem ser feitas preferencialmente duas vezes ao dia, na ausência de chuvas. As irrigações diárias em mudas de saquinhos podem prejudicar seu desenvolvimento.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.. Irrigação em viveiros. Economia de água.

## ABSTRACT

There is a consensus on the importance of the seedling formation process for the success of the crop, with great importance in the use of good quality water and in the quantity of seeds used. The use of water retainer polymers capable of absorbing water and, subsequently releasing this water in a gradual manner, is an alternative for coffee plant seedling production. With the objective of evaluating the efficiency of the use of different watering periods and doses of the water retainer polymer in substrates in the formation of coffee plant seedlings in dibble tubes and small bags, two experiments were installed, one with seedlings in small bags and the other on the dibble tubes, in the Coffee Growing Sector DAG/UFLA, in a green house covered by polyethylene film and 50% shading screen, during the period of October 2011 to March 2012. Both experiments used a completely randomized block design with a subdivided parcel scheme, for the analysis of 6 (hydrated water retainer polymer doses in the sub parcels) x 5 (irrigation levels in the parcels) and 4 replicates. The 6 tested doses were: 0, 5, 10, 15, 20 and 25% of the polymer gel in the substrate volume (1500 g of dry polymer hydrated in 400 liters of water) in the experiment with the small bags as well as in the experiment with the dibble tubes. The irrigation of the dibble tube seedlings were: Level 1 – Irrigation twice a day (at 7 and 17 hours); Level 2 – Irrigation once every day; Level 3 – One day without watering; Level 4 – Two days without watering; Level 5 – Three days without watering. In the irrigations executed once a day, the seedlings were watered at 17 hours. In the experiment with the polyethylene bags, the levels of irrigation were: Level 1 – Every day (once a day); Level 2 – One day without watering; Level 3 – Two days without watering; Level 4 – Three days without watering; and Level 5 – Four days without watering. It was concluded that the application of the polymer gel in the standard substrate, in the bag seedlings, and in the commercial substrate (Plantmax), in the dibble tube seedlings, had no effect in the plants' growth. The irrigation of the seedlings in the dibble tubes must be done, preferentially, twice a day, in the absence of rain. The irrigation of the seedlings in the bags may compromise their development.

Key-words: *Coffea Arabica* L.. Irrigation in nurseries. Water economy.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Tabela resumo das análises das variâncias de altura (A), diâmetro do caule (Dc), número de pares de folhas (NPF), massa seca parte aérea (MSa), e massa seca das raízes (MSr) de mudas de café em tubetes, após 110 dias cultivados com polímero hidrorretentor, em diferentes Tunos de Rega (TR) e Doses de Polímero (DP) ..... 32
- Tabela 2 Tabela resumo das médias altura (A) em cm, diâmetro do caule (Dc) em mm, número de pares de folhas (NPF), massa seca parte aérea (MSa) em grama e massa seca raízes (MSr) em grama, de mudas de café em tubetes, após 110 dias cultivados com polímero hidrorretentor, em diferentes Tunos de Rega (TR) e Doses de Polímero (DP) ..... 33
- Tabela 3 Tabela resumo das análises das variâncias de altura (A), diâmetro do caule (Dc), número de pares de folhas (NPF), área Foliar (AF), massa seca parte aérea (MSa), e massa seca das raízes (MSr) de mudas de café em saquinhos, após 133 dias cultivados com polímero hidrorretentor, em Tuno de Rega (TR) e Doses de Polímero (DP) diferentes ..... 36
- Tabela 4 Tabela resumo das médias altura (A) em cm, diâmetro do caule (Dc) em mm, número de pares de folhas (NPF), área Foliar (AF), massa seca parte aera (MSa) em gramas e massa seca raízes (MSr) em gramas de mudas de café em saquinhos, após 133 dias cultivados com polímero hidrorretentor ..... 37

Tabela 5	Tabela resumo das médias altura (A) em cm, das mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos com diferentes doses de polímero hidrorretentor misturadas no substrato, após 133 da instalação do experimento .....	38
----------	---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AF.	Área foliar.
Dc.	Diâmetro de caule.
DP	Doses de polímero.
MSa	Massa seca parte aérea.
MSr	Massa seca raízes.
NPF	Número de pares de folhas.
TR	Turno de Rega.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Importância da água para as plantas</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Os polímeros hidrorretentores como opção na agricultura</b> .....	19
<b>3</b>	<b>MATÉRIAL E METODOS</b> .....	25
<b>3.1</b>	<b>Condução do trabalho experimental</b> .....	27
<b>3.2</b>	<b>Análises Estatísticas</b> .....	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>4.1</b>	<b>Experimento com mudas em tubetes de polietileno rígido</b> .....	31
<b>4.2</b>	<b>Experimento com mudas em saquinhos de polietileno</b> .....	35
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	39
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	40
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

A área cultivada com café no Brasil é de cerca de 2,3 milhões de hectares, considerando as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, com uma produção estimada de 50 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado no ano agrícola 2012/2013. Minas Gerais é o maior estado produtor do país com 52,0% da área (mais de 1,2 milhões de hectares) e uma produção com cerca de 26,6 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado conforme Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2012).

Vários fatores contribuem para o sucesso da cultura do cafeeiro, e dentre eles a formação de mudas tem papel preponderante, pois qualquer erro cometido nessa fase trará reflexos negativos durante toda a vida da cultura (GUIMARÃES, 1995).

A forma mais utilizada para propagação do cafeeiro *Coffea arabica* L. é por meio de mudas oriundas de sementes, sendo que essas podem ser “de meio ano” e “de ano”, com uma permanência aproximada de 6 e 12 meses respectivamente, no viveiro. As mudas “de meio ano” são mais utilizadas, por permanecerem menos tempo em viveiro e assim ficarem menos sujeitas ao ataque de pragas e doenças, além de terem custo reduzido em relação às “de ano”.

Sem água suficiente e de boa qualidade, não se pode instalar um viveiro, pois as irrigações devem ser frequentes, principalmente nos primeiros meses de formação, os quais coincidem com o período seco.

Assim, para um bom desenvolvimento das mudas é necessário o suprimento adequado de água durante o período de formação, desde o semeio até o início da aclimatação das mesmas. Porém, nem sempre se consegue manter o suprimento adequado de água devido à falta de mão de obra ou simplesmente a um “turno de rega” inadequado.

Os polímeros hidrorretentores são capazes de absorver a água e, posteriormente, liberar essa água de forma gradual (BALENA, 1998). Esses polímeros são produtos comerciais que podem ser naturais ou sintéticos. O copolímero de acrilamida/ácido acrílico é um produto sintético com uma grande capacidade de absorção de água, e o ZEBBA constituído à base de amido de milho, é um produto natural.

Nesse contexto, a utilização desses polímeros hidrorretentores na produção de mudas de cafeeiro pode ser uma técnica que venha a auxiliar no processo, reduzindo o custo com mão-de-obra pelo aumento do turno de rega e proporcionando economia no uso da água como uma contribuição à sustentabilidade da atividade agrícola.

Pesquisas com os polímeros hidrorretentores na cultura do cafeeiro ainda são escassas, necessitando, portanto, de estudos que testem a eficácia da sua utilização, determinando a melhor metodologia de aplicação.

Parte-se portanto da hipótese de que deve haver efeito positivo da aplicação de polímero hidrorretentor ao substrato das mudas de cafeeiro proporcionando pleno desenvolvimento com economia de água de irrigação. Pode ser que haja redução do consumo de água na produção de mudas de cafeeiro, por meio do uso de diferentes doses de polímero hidrorretentor misturado ao substrato e variando quantidades de água aplicada por meio de diferentes turnos de rega.

O objetivo do autor com esse trabalho foi avaliar a eficiência do uso de diferentes turnos de rega e doses do polímero hidrorretentor em substratos de na formação de mudas de cafeeiro em tubetes e saquinhos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância da água para as plantas**

A água desempenha papel fundamental na vida das plantas. Para cada grama de matéria orgânica produzida pela planta, aproximadamente 500 g de água são absorvidos pelas raízes, translocados nas plantas e perdidos para atmosfera. A água é o principal constituinte do tecido vegetal, representando 50% da massa fresca nas plantas lenhosas e cerca de 80 a 95% nas plantas herbáceas. Na planta, a água atua como reagente no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na turgescência celular, na abertura e fechamento dos estômatos e na penetração do sistema radicular. Mesmo um pequeno desequilíbrio nesse fluxo de água pode causar déficits hídricos e mau funcionamento severo de inúmeros processos celulares (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A redução da água disponível no solo para a planta influencia negativamente o seu crescimento e desenvolvimento, sendo que a deficiência hídrica pode afetar o crescimento e desenvolvimento de espécies lenhosas em qualquer fase de seu ciclo (SINCLAIR; LUDLOW, 1986).

Existem vários índices que podem ser utilizados para expressar a quantidade de água no solo e, a partir deles, pode-se determinar-se o déficit hídrico no solo, como por exemplo, quantidade total de água armazenada (QTA), capacidade de armazenamento de água disponível (CAD), fração de água disponível (FAD) e fração de água transpirável no solo (FATS). No conceito da FATS, assume-se que o conteúdo de água no solo, utilizado pela planta para a transpiração, varia entre o conteúdo de água no solo na capacidade de campo, quando é máxima, e o conteúdo de água no solo quando a transpiração da planta é igual a 10% da máxima (SINCLAIR; LUDLOW, 1986).

As alterações nas relações hídricas no cafeeiro são de extrema importância, pois mesmo pequenas modificações nas condições hídricas podem reduzir intensamente o crescimento, mesmo não ocorrendo respostas típicas das plantas nessas condições, como a murcha das folhas (SILVA, 2008).

A deficiência hídrica no solo tem reflexos negativos sobre o sistema radicular do cafeeiro, particularmente sobre as raízes absorventes, limitando a absorção de água, nutrientes e o crescimento da parte aérea (GOPAL, 1974).

Deste modo, a compreensão das relações entre a água e o cafeeiro, bem como suas implicações eco fisiológicas, pode fornecer subsídios ao técnico e ao pesquisador para tomadas de decisões mais fundamentadas sobre o manejo global da lavoura (RENA; MAESTRI, 1986).

Segundo Silva (2008), que trabalharam com potencial hídrico objetivando avaliar o efeito de diferentes épocas de início de irrigação no cafeeiro, o potencial hídrico foliar é um indicador fisiológico que guarda relação direta com a sua produtividade, podendo-se recomendar o seu emprego no manejo da irrigação.

Vallone et al. (2010) realizaram um trabalho com objetivo de avaliar os efeitos de diferentes recipientes e substratos utilizados na produção de mudas de cafeeiro, em sua fase inicial de desenvolvimento, quando cultivadas em vasos, sob diferentes níveis de estresse hídrico. O fator estresse hídrico foi constituído por quatro intervalos entre irrigações: 2, 6, 10 e 14 dias. Com relação aos turnos de rega, observou-se um efeito quadrático em função do aumento dos intervalos entre irrigações, com destaque para os dois turnos de rega mais frequentes, sendo que o ponto que proporcionou a máxima altura foi estimado em 2,133 dias. A partir daí, como já era esperado, houve um decréscimo acentuado da altura de plantas. Com relação ao estresse hídrico, os resultados obtidos permitiram concluir que 120 dias após o transplante das mudas para vasos em casa de vegetação com diferentes níveis de estresse hídrico, as plantas

provenientes de mudas produzidas em saquinhos de polietileno de 700 mL, preenchidos com substrato padrão, apresentaram maior desenvolvimento que as demais. Aspectos na formação das mudas de cafeeiro que podem influenciar nas irrigações

Dentre os fatores que influenciam a produção de café, a formação de mudas tem papel preponderante. Há consenso sobre a importância do processo de formação de mudas para o sucesso da lavoura cafeeira (GUIMARÃES, 1995).

Com o auxílio de técnicas que envolvem as áreas da biotecnologia e da cultura de tecidos, avanços têm sido obtidos na área de propagação do cafeeiro, mas a forma ainda mais utilizada é propagação por meio de mudas formadas a partir de sementes (CARVALHO, 1997).

As sementes de cafeeiro apresentam germinação lenta e baixo potencial de armazenagem, o que dificulta a formação de mudas em tempo hábil e em condições climáticas favoráveis à implantação da lavoura (GUIMARÃES, 2000). Essa lenta germinação faz com que o tempo de formação das mudas de “meio ano” em viveiro seja de 6 a 7 meses, demandando mão-de-obra e água durante todo esse período.

Bendaña (1962 citado por ROSA et al., 2007), observou que uma das causas da lenta germinação de sementes de cafeeiro é a barreira à entrada de água, exercida pelo pergaminho. Nessa linha, Rosa et al. (2007) trabalharam com sementes com e sem endocarpo (pergaminho) e concluiu que as mudas produzidas com sementes sem pergaminho se destacaram em todas as características avaliadas e apresentaram praticamente o mesmo desempenho das mudas de sementes com pergaminho pré-embebidas em água por seis dias.

Na produção comercial de mudas de café tradicionalmente são empregadas sacolas de polietileno. Esses recipientes, porém, tem o inconveniente de necessitarem de maior volume de substrato, o que aumenta a

área do viveiro e dificulta o manejo, especialmente com relação à distribuição de água e, posteriormente, o transporte para o campo e a posterior distribuição para o plantio na lavoura (CAMPINHOS JÚNIOR; IKEMORI, 1983).

Ainda com relação à água e mudas de cafeeiro, Vallone et al. (2004), após 120 dias do transplante das mudas formadas em diferentes recipientes, para vasos em casa de vegetação com diferentes níveis de estresse hídrico, concluiu que as plantas, provenientes de mudas produzidas em saquinhos de polietileno de 700 mL, preenchidos com substrato padrão, apresentaram maior desenvolvimento que as demais, ou seja, as mudas de saquinhos, não apresentam sensibilidade ao estresse hídrico em comparação com as demais.

O substrato padrão utilizado na produção de mudas de cafeeiros em saquinhos é constituído por 70% de terra + 30% de esterco bovino (GUIMARÃES, 1999).

Tentativas para a redução do volume dos recipientes para formação de mudas foram feitas visando a redução o custo de produção das mudas, entretanto, o pequeno volume dos recipientes proporciona uma condição de estresse a mudas (JOHNSON et al., 1996 citados por SAMÔR et al., 2002).

Já a produção de mudas de café em tubetes vem sendo utilizada desde 1989 e atualmente é usada em quase todo o Brasil (COSTA, 2000). Neste tipo de produção de mudas não são recomendados substratos com predominância de terra ou areia (GOMES; PEREIRA, 1985). Por sua vez, a casca de arroz carbonizada, devido às suas características físicas, químicas e biológicas, é potencialmente utilizável (MINAMI; GONÇALVES, 1994). O vermicomposto, ou húmus de minhoca, é outro substrato estudado na produção de mudas (SCHUMACHER, 2001). Certamente o manejo das irrigações será distinto para cada tipo e recipiente e substrato utilizados na formação das mudas.

Segundo Paiva, Guimarães e Souza (2003), o cafeeiro é uma planta C3, ou seja, é uma planta de ambiente sombreado, que possui adaptações fisiológicas

e morfológicas para isso. Mas é também uma espécie que se adaptou bem às condições de pleno sol. O mesmo autor, conclui em seu trabalho que o melhor tipo de sombreamento para formação de mudas de cafeeiro é de 50% a 60%, pois nessas condições as mudas apresentam um maior crescimento vegetativo em relação aos demais níveis de radiação solar. No caso da formação de mudas sob maior nível de radiação, certamente maior será a necessidade de água.

## **2.2 Os polímeros hidrorretentores como opção na agricultura**

O desenvolvimento dos hidrogéis à base de poliacrilamida se deu na década de 1950 por uma empresa americana. Na época, a capacidade de retenção de água deionizada não ultrapassava 20 vezes a sua massa. Com a expiração da patente, na década de 1970, uma empresa britânica melhorou as propriedades de retenção de água do polímero, elevando a capacidade de retenção de 20 para 40 vezes e de 40 para 400 vezes no ano de 1982. No entanto, o produto não teve êxito, como esperado, principalmente pelo preço ser elevado, o que inviabilizava a sua utilização na agricultura, e também pela escassez de pesquisas para fomentar as recomendações de uso e aplicação dos hidrogéis para fins agrícolas (WOFFORD; KOSKI, 1990).

Os polímeros são constituídos de cadeia longa de unidades estruturais repetidas, chamados monômeros. A polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas pequenas combinam-se para formar moléculas maiores (COTTHEM, 1988).

O copolímero de acrilamida/ácido acrílico é uma molécula com uma grande capacidade de absorção, devido a sua particular conformação, dada pela presença do sal de potássio. Quando seco, esse produto possui forma granular e quebradiça, e, quando em contato com água, cada grânulo incha como uma

partícula gelatinosa, elástica e macia, absorvendo e armazenando em água muitas vezes o seu próprio peso (BALENA, 1998).

Os monômeros, que constituem a cadeia dos polímeros, possuem grupos funcionais carregados negativamente (COTTHERM, 1988). Em contato com água, os grupos carboxílicos dos polímeros dissociam-se parcialmente em íons carboxílicos de carga negativa. Este processo causa um enriquecimento de cadeias moleculares com grupos iônicos de cargas iguais, com a tendência a repelir-se entre si. Como resultado deste processo, o volume da cavidade do polímero aumenta, originando maior possibilidade de armazenamento de água. Devido à estrutura reticular tridimensional, os polímeros se transformam em um gel, unindo doses de água por ligação de hidrogênio (STOCKHAUSEN, 1995).

As poliacrilamidas não são degradadas biologicamente, por isso, uma vez aplicadas ao solo sofrem uma paulatina degradação ou dissociação por ação do cultivo, dos raios ultravioletas do sol e de um contínuo fracionamento, que gira em torno de 10% em solos cultivados continuamente por meio dos implementos agrícolas (AZZAM, 1983).

Como opção para utilização de produtos naturais como armazenadores de água no solo encontra-se no mercado um produto natural, denominado ZEBA (<http://www.zeba.com/>) que permanece no solo por aproximadamente um ano, ou mais, dependendo do nível de atividade microbiana. Sendo um amido, ele é fonte de alimento para as bactérias "benéficas" do solo, sendo ambientalmente inofensivo, facilmente biodegradável e inodoro. Esse produto é composto de moléculas de glicose que são quimicamente ligadas para tornarem-se insolúveis em água, e cada pequena partícula retém até 500 vezes ou mais seu peso. Outra possível vantagem da utilização desse produto natural é que ele não retém fortemente a água, como as poliacrilamidas que foram desenvolvidas para fraldas de bebês e que são vendidas como aditivo de solo.

As plantas têm facilidade de extrair água necessária do polímero para sua sobrevivência. Azevedo (2000) destacou que ocorreu o crescimento das raízes das plantas por dentro dos grânulos do polímero hidratado, promovendo maior superfície de contato entre as raízes, água e nutrientes.

Azevedo, Bertonha e Gonçalves (2002) relataram vários trabalhos relacionados à retenção de água pelo polímero, também chamado de polímero hidrorretentor, polímero hidroabsorvente, hidrogel ou simplesmente gel: Willingham e Coffey (1981) observaram maior desenvolvimento de mudas de tomate, com a adição de polímero no substrato, proporcionando maior disponibilidade de água; Wofford (1989), trabalhando com a cultura do tomate, adicionou polímero em solo arenoso alcançando uma produtividade de 40 ton.ha<sup>-1</sup>, enquanto a testemunha, sem polímero, não ultrapassou as 27 ton.ha<sup>-1</sup>; Wofford e Worldwide (1992) destacam que as raízes das plantas crescem por dentro dos grânulos do polímero hidratado, havendo um grande desenvolvimento de pelos radiculares, proporcionando maior superfície de contato das raízes com a fonte de água e nutrientes, facilitando a sua absorção.

A forma de aplicação e localização do polímero em relação às raízes das plantas parece ser muito importante, como observado por Fonteno e Bilderback (1993), que concluíram que a quantidade de água do polímero disponível para as plantas está muita em função do contato das raízes com os grânulos na forma de gel hidratado no solo. Bearce e Mccollum (1993), trabalhando com floricultura encontraram efeito benéfico do uso de polímeros hidrorretentores, em plantas de crisântemo, quando elas foram cultivadas com esse produto.

Sayed, Kirkwood e Graham (1991), trabalhando com horticultura encontraram efeito positivo do polímero hidrorretentor no cultivo de várias hortícolas, em condições de substratos salinos, relatando ganhos com a incorporação do polímero, quando comparado com os resultados do cultivo em areia. Assim, o polímero pode ser usado como condicionador de solo,

principalmente na horticultura, aumentando a tolerância das plantas em substratos arenosos e salinos. Outros trabalhos são encontrados na literatura como o de Nissen (1994), que encontrou efeitos positivos de polímeros hidrorretentores na produção de framboesas em comparação com o tratamento testemunha, sem polímero.

Também são encontrados na literatura, trabalhos com polímeros hidrorretentores na produção de mudas florestais, que se assemelham as condições de produção de mudas de cafeeiro, como o trabalho de Wofford e Koski (1990), que afirmam ter conseguido aumento no índice de sobrevivência de mudas florestais somente com o uso de polímeros agrícolas no momento do transplante o que também acelerou crescimento dessas plantas pelo maior suprimento e disponibilidade de água.

Buzetto, Bizon e Seixas (2002), estudando a eficiência do hidrogel no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio, constatou que o polímero reteve a água de irrigação por maior período de tempo, resultando na diminuição da mortalidade das mudas. Também Adams e Lockaby (1987), estudando o efeito de polímeros hidrorretentores em sementeiras de espécies florestais, observaram que as mudas que receberam o polímero hidrorretentor permaneceram túrgidas enquanto as do tratamento testemunha murcharam.

Quanto ao comportamento dos polímeros hidrorretentores no substrato das mudas, Pill e Stubbolo (1986) observaram que com a incorporação de polímero agrícola no solo, houve uma expansão de 16% no volume de substrato, ocorrendo um aumento no volume de poros à medida que se aumentaram as doses de polímero. Ainda Pill e Stubbolo (1986) afirmam que o polímero possui a capacidade de se expandir e se contrair, favorecendo o aparecimento de poros, que melhoram a aeração do sistema radicular das plantas. Com base nesses relatos, nota-se a importância da pesquisa de diferentes doses do polímero

hidrorretentor em mudas de cafeeiro, pois a expansão do substrato pode interferir no desenvolvimento das mudas em condição de viveiro.

Os polímeros hidrorretentores podem também ocasionar outras alterações no solo, como o que foi relatado por Balena (1998), que afirmou que o polímero também exerce influência sobre a condutividade hidráulica saturada do solo ( $K_s$ ), produzindo um decréscimo nos valores e aumentando a umidade progressivamente chegando a duplicar a capacidade de armazenamento de água.

Baasiri et al. (1986 citados por AZEVEDO; BERTONHA; GONÇALVES, 2002), avaliaram a estabilidade do polímero com relação à temperatura, disponibilidade e permeabilidade da água em solos arenosos e argilosos, nas concentrações de 1, 2 e 4  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  para a cultura de pepino, e perceberam que o aumento da temperatura ambiente reduziu a capacidade de retenção de água, sendo seu efeito mais acentuado nas temperaturas superiores a 60 °C.

A adição do polímero produziu aumento significativo no rendimento de frutos e diminuição no total de irrigações. Esse efeito foi mais evidente nos solos arenosos e quando o polímero foi incorporado a uma profundidade de até 20 cm.

Segundo Oliveira et al. (2004), à medida que se aumenta a concentração do polímero nos solos, ocorre uma maior retenção de água, principalmente nos potenciais matriciais mais elevados. Ainda segundo os mesmos autores, o uso do polímero hidrorretentor contribuiu para aumentar a retenção de água nos solos de texturas franco-argiloarenosas e argilosas, até o potencial matricial de  $-1,0$  MPa.

Islam et al. (2011), em regiões áridas e semi-áridas do norte da China, estudaram as características de crescimento e produção de milho (*Zea mays L.*) sob diferentes doses de polímero superabsorvente (SAP). Eles concluíram que o rendimento do milho aumentou significativamente na dose de 30 e 40 kg/ha. Ao mesmo tempo, altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, acúmulo de

biomassa, índice de colheita e teor relativo de água, bem como o conteúdo de açúcar, proteínas e amido no grão aumentou significativamente após os tratamentos SAP.

Resultados negativos foram obtidos por Kent, Douglass e Dumroese (2009), com *Quercus rubra* L, quando raízes de 1 ano de idade dessa planta foram submetidas a dessecação a curto prazo (1, 3 e 5 horas) pré-transplante, e tratadas com hidrogel a 80% na superfície (das raízes) numa câmara de ambiente controlado ou condições de estufa. Os resultados mostraram que as plantas tratadas com hidrogel não apresentaram diferenças significativas no comprimento da parte aérea, massa seca das plântulas e volume de raízes.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada e da adição de polímero hidrorretentor no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes de 120 ml, Valone et al. (2004) concluíram que a incorporação de polímero hidrorretentor na dose de 10 kg m<sup>-3</sup> de substrato prejudica o desenvolvimento de mudas de café.

Melo et al. (2005) usaram quatro frequências de irrigação e quatro doses de polímero hidroabsorvente Terracottem, e concluiu no final que a massa da massa seca de raiz e a altura das plantas de café diminuíram com o aumento da dose de Terracottem.

### 3 MATERIAL E METODOS

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de outubro de 2011 a março 2012. O município de Lavras está localizado no estado de Minas Gerais a 21°14' 06" de latitude sul, 45° 00' 00" de longitude oeste e altitude de 910 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, temperado úmido, com verão quente e inverno seco. A temperatura média do mês mais quente é de 22,1 °C e a do mês mais frio é de 15,8 °C; a temperatura média anual é de 19,4 °C e a umidade relativa média anual é de 76,2% (BRASIL, 1992).

Foram instalados dois experimentos em casa de vegetação coberta com filme de polietileno e sombrite de 50%, sendo um com mudas formadas em tubetes de polietileno rígido de 120 ml e outro com mudas de saquinhos de polietileno de 11 x 22 cm. Para a implantação dos experimentos utilizou-se de plântulas da cultivar Mundo Novo IAC 376/4, que foram repicadas (para saquinhos e tubetes em seus respectivos experimentos) no estádio de “palito de fósforo” e “orelha de onça”.

Nos dois experimentos o delineamento foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, para análise de 6 (doses de polímero hidrorretentor hidratado) X 5 (níveis de irrigação) e 4 repetições. Nas parcelas foram diferenciadas os turnos de rega e nas sub parcelas as diferentes doses de polímero. As sub parcelas foram constituídas por 16 mudas, sendo 4 úteis e 12 na bordadura para as mudas em saquinho e de 5 úteis e 8 na bordadura para tubetes, num total de 13 mudas. Optou-se pelo esquema de parcelas subdivididas pela maior praticidade na aplicação dos tratamentos relacionados aos turnos de rega (parcelas).

As seis doses de polímero hidrorretentor testadas foram: 0, 5, 10, 15, 20 e 25% do polímero hidratado (1.500 g de polímero seco hidratado em 400 litros de água, segundo recomendações de Pieve (2012)) do volume de substrato tanto no experimento de saquinhos quanto no de tubetes.

Os níveis de irrigação foram diferenciados de acordo com turno de rega. Cada parcela irrigada recebeu 2,5 litros de água em cada turno de rega, ou seja, quatro parcelas diferentes deveriam receber 10 litros de água, capacidade de um regador manual.

No experimento com tubetes os tratamentos foram: Nível 1 : Irrigação duas vezes por dia (as 7 e 17 horas); Nível 2 : Irrigação todos dias (uma vez por dia) ; Nível 3: Irrigação com intervalo de um dia; Nível 4: Irrigação com intervalo de 2 dias; e Nível 5 Irrigação com intervalo de 3 dias. Nas irrigações executadas uma vez por dia, as mudas foram regadas às 17 horas.

No experimento em saquinhos de polietileno os tratamentos foram: Nível 1 : Irrigação todos dias ; Nível 2: Irrigação com intervalo de um dia; Nível 3: Irrigação com intervalo de 2 dias; Nível 4 Irrigação com intervalo de 3 dias; e Nível 5 Irrigação com intervalo de 4 dias. Todas as irrigações foram executadas às 17 horas.

Foram avaliadas nos dois experimentos as seguintes características:

- a) Altura das mudas (A): medida do solo até a gema terminal do ramo ortotrópico, em centímetros;
- b) Diâmetro do caule (Dc): medido feita a 1 cm do solo, em milímetros, com auxílio de paquímetro digital;
- c) Número de pares de folhas por planta (NPF) : foram consideradas todas as folhas das mudas com comprimento igual ou superior a 2,5 cm;

- d) Área foliar (AF): medida em centímetros quadrados, estimada pela fórmula proposta por Barros et al. (1973) e Huerta (1962) sendo confirmada por Gomide et al. (1977), ou seja, a multiplicação do comprimento pela maior largura de uma folha de cada par, multiplicado pela constante 0,667, e o resultado multiplicado por 2;
- e) Massa seca da raiz (MSr) e da parte aérea (Mas): por ocasião da avaliação do experimento e após preparadas as quatro plantas de cada parcela em laboratório, as amostras foram secas em estufa a 65 °C até peso constante, e os resultados expressos em gramas.

### 3.1 Condução do trabalho experimental

As mudas foram formadas em recipientes de tubetes polietileno rígido de 120 mL e em saquinhos de polietileno preto perfurados, de 11 x 22 cm de utilizando-se como substrato o “plantmax” (Substrato comercial) para tubetes e substrato padrão para saquinhos segundo Guimarães (1999). O “plantmax” é constituído de nitrato de amônio, nitrato de cálcio, vermiculita, carvão vegetal, e casca de pinus.

O preparo de 1 m<sup>3</sup> de substrato padrão constou de 700 litros de subsolo peneirado, 300 litros de esterco de curral curtido e peneirado, 5 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio (GUIMARÃES, 1999).

As plântulas da cultivar Mundo novo IAC 376/4, nos estádios de "palito de fósforo" ou "orelha de onça" foram repicadas (uma plântula por recipiente), numa perfuração de 1,5 cm de diâmetro e 5 a 7cm de profundidade, feita com auxílio de um chuço, eliminando-se no ato as plântulas mal formadas. Os tubetes foram tratados com hipoclorito de sódio diluído em água, 48 horas antes de serem reutilizados.

A implantação dos experimentos ocorreu entre os dias 13 a 26 de outubro para mudas em tubetes e no dia primeiro até o dia 3 de novembro de 2011 para mudas em saquinhos. O preparo dos substratos de ambos os experimentos foi feito misturando-se o “plantmax”/ou “substrato padrão” com polímero hidrorretentor “Hydroplan-eb” hidratado (Copolímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida) de acordo com as doses prevista em cada tratamento.

Para se aplicar o polímero aos substratos, inicialmente hidratou-se 1.500 gramas do polímero seco em 400 litros de água, deixando embeber durante 45 minutos, obtendo-se assim o gel para ser misturado aos substratos, antes do enchimento dos saquinhos e tubetes correspondentes a cada tratamento. A mistura do polímero com o substrato, de saquinho ou tubete foi feito antes de encher os recipientes. A mistura foi feita com objetivo de homogeneizar os substratos com o gel.

O enchimento dos recipientes com a mistura substratos e gel foi feito de maneira que esses substratos ficassem bem compactados. Essa compactação foi realizada com o objetivo de se evitar destorroamentos ou quebra dos torrões durante o manuseio das mudas, permitindo também, a perfeita acomodação do substrato após as regas, sem que houvesse dobra dos bordos dos saquinhos impedindo assim a irrigação uniforme dos mesmos.

As plântulas foram repicadas para os respectivos recipientes no dia 26 de outubro para tubetes e 3 de novembro de 2011 para saquinhos e foram irrigadas abundantemente durante 19 dias para tubetes e 18 para saquinhos após a implantação com regador de crivo fino. Após esse período iniciou-se a diferenciação dos tratamentos de irrigação, considerando-se que o período foi suficiente para o “pegamento” das plântulas. Nos tratamentos com níveis de irrigação a mesma quantidade de água foi aplicada nas diferentes parcelas, porém em turnos de rega diferentes.

Na mesma data do início da diferenciação das irrigações (19 dias após a repicagem), nas mudas de tubetes, foi realizada também a aplicação do adubo de liberação lenta (osmocote) na formulação 15-10-10, numa dose de 1 grama por tubete o por muda (MELO, 1999).

No experimento com mudas produzidas em saquinhos, as mesmas foram colocadas sobre uma camada de pedras (brita) que isolaram as parcelas, umas das outras, de um possível escorrimento de água que pudesse vir a influenciar nos tratamentos de turno de rega.

No dia 17/11 e 18/12/2011, respectivamente 14 e 35 dias depois de repicagem em saquinhos, foram realizadas a primeira e segunda capinas manuais, evitando-se a concorrência por água e nutrientes entre as mudas e as plantas daninhas.

Foram realizados controles fitossanitários nos dias 2/12/2011 (37 e 29 dias depois da repicagem, respectivamente para tubetes e saquinhos) e 02/02/2012, (97 e 89 dias depois da repicagem, respectivamente por tubetes e saquinhos), com a aplicação de 1,25 gramas de deltapfos Ec, 2 gramas de agrimicina PM e 3 gramas de cobre (CUPROGARB 500), diluídas em um litro de água, respectivamente inseticida, bactericida, e fungicida.

Nos dias 15/12/2011 (50 dias depois da repicagem de mudas em tubetes), 15/01/2012 (80 e 73 dias depois da repicagem, respectivamente para tubetes e saquinhos) e 15/03/2012 (133 dias de repicagem de mudas de saquinho), foram realizadas as avaliações.

Nos dias 15/02/2012 e 15/03/2012 (110 e 133 dias depois da repicagem, respectivamente para tubetes e saquinhos), foram encerrados os experimentos em suas fases de viveiro.

Nas mesmas datas, após a avaliação das características de crescimento, as plantas foram retiradas dos recipientes, lavadas e seccionadas na altura do

colo (separando parte aérea e sistema radicular), sendo colocadas para secagem em estufa a 65 °C, até atingir peso seco constate.

### **3.2 Análises Estatísticas**

Após a coleta, os dados foram compilados e analisados no Software de Análise Estatística SISVAR<sup>®</sup> (FERREIRA, 2000).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A fim de facilitar a discussão dos resultados e conclusão, optou-se pela apresentação dos resultados para mudas de tubetes e de saquinhos, separadamente.

Avaliou-se o crescimento das mudas em tubetes aos 50, 80 e 110 dias depois da repicagem e o crescimento das mudas em saquinhos aos 73 e 133 dias depois da repicagem. Porém, optou-se pela discussão apenas da avaliação final de cada experimento (110 e 133 dias depois da repicagem, respectivamente para tubetes e saquinhos), por apresentarem resultados acumulados que expressam os efeitos dos tratamentos nas mudas que se encontravam prontas para o transplântio ao campo.

### **4.1 Experimento com mudas em tubetes de polietileno rígido**

Na tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância de características de crescimento das mudas produzidas em tubetes e submetidas aos tratamentos de adição de polímero ao substrato e diferentes turnos de rega, aos 110 dias após a implantação do experimento, ou seja, na terceira avaliação do experimento.

Tabela 1 Tabela resumo das análises das variâncias de altura (A), diâmetro do caule (Dc), número de pares de folhas (NPF), massa seca parte aérea (MSa), e massa seca das raízes (MSr) de mudas de café em tubetes, após 110 dias cultivados com polímero hidrorretentor, em diferentes Turnos de Rega (TR) e Doses de Polímero (DP)

Fatores deGL variação	QMs e Significância do f				
	A	Dc	NPF	Mas	MSr
TR	4 367,43513*	5,97887*	10,08273*	2,19261*	0,22352*
Blocos	3 43,7671*	0,6437*	0,23596 <sup>NS</sup>	0,08091 <sup>NS</sup>	0,0097 <sup>NS</sup>
Erro a	121,60607	0,06579	0,21631	0,03556	0,00393
DP	52,37065 <sup>NS</sup>	0,02977 <sup>NS</sup>	0,18742 <sup>NS</sup>	0,01476 <sup>NS</sup>	0,0005 <sup>NS</sup>
TR <sub>x</sub> DP	202,80790 <sup>NS</sup>	0,08008 <sup>NS</sup>	0,23401 <sup>NS</sup>	0,01241 <sup>NS</sup>	0,0011 <sup>NS</sup>
Erro b	751,78311	0,05165	0,16659	0,01292	0,00219
C.V <sub>1</sub>	9,46	10,17	9,93	18,05	23,36
C.V <sub>2</sub>	9,97	9,01	8,71	10,88	23,36

ns, \* e \*\*: não significativo, significativo, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Aos 110 dias após a instalação do experimento, somente se verificou efeito significativo dos diferentes turnos de rega nas características avaliadas, independente do percentual de polímero utilizado na mistura dos substratos dos tubetes (Tabela 1).

Na busca desses efeitos nas características avaliadas, utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias altura (A), diâmetro do caule (Dc), número de pares de folhas (NPF), massa seca parte aera (MSa) em grama e massa seca raízes (MSr) em gramas, submetidas aos diferentes turnos de rega, independente da porcentagem de polímero no substrato de mudas de café em tubetes (Tabela 2).

Tabela 2 Tabela resumo das médias altura (A) em cm, diâmetro do caule (Dc) em mm, número de pares de folhas (NPF), massa seca parte aérea (MSa) em grama e massa seca raízes (MSr) em grama, de mudas de café em tubetes, após 110 dias cultivados com polímero hidrorretentor, em diferentes Turnos de Rega (TR) e Doses de Polímero (DP)

Turno de regas	Médias				
	A	Dc	NPF	Msa	MSr
Duas vezes por dia	17,80 a	3,15 a	5,46 a	1,40 a	0,9a
Todos os dias	16,67 a	2,89 b	5,24 a	1,27 a	0,33 b
Um dia sem regar	13,22 b	2,42 c	4,54 b	1,05 b	0,25 c
Dois dias sem regar	10,84 c	2,11 d	4,20 bc	0,81 c	0,19 d
Três dias sem regar	8,43 d	1,97 d	3,96 c	0,68 c	0,16 d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Nota-se pela tabela 2 que, aos 110 dias após o início dos tratamentos, as plantas com maior disponibilidade de água, ou seja, irrigadas de uma a duas vezes por dia, cresceram (altura) pelo menos 6,34% mais que as plantas que ficaram pelo menos um dia sem regar, e até 52,6% mais que as plantas que tiveram o turno de rega a cada três dias durante esses 110 dias de experimentação.

Comportamento parecido foi verificado nas características “número de pares de folhas” e “massa seca da parte aérea” com um crescimento máximo quando se regou duas vezes por dia. As plantas regadas duas vezes por dia tiveram em média 4% de pares de folhas a mais que as regadas uma vez por dia, e até 27,4% pares a mais em relação às plantas com turno de rega de três dias. O maior número de folhas por planta proporciona maior produção de fotoassimilados via processo fotossintético, e conseqüentemente maior crescimento (LIVRAMENTO et al., 2002).

Com a mesma tendência a massa seca da parte aérea das plantas regadas duas vezes por dia foram superiores em 9,2% em relação às regadas uma vez por dia e 51,4% em relação às regadas com turno de rega de três dias (Tabela 2).

Também pela tabela 2, observa-se que aos 110 dias após a instalação do experimento o diâmetro de caule das mudas, com menores valores à medida que se diminuiu a disponibilidade de água pelo aumento do turno de rega. As plantas regadas duas vezes por dia tiveram um aumento de 8,2% no diâmetro de caule em relação às de turno de rega de 1 dia e até 37,4% em relação às que ficaram com turno de rega de três dias. Segundo Livramento et al. (2002), as plantas que apresentam caules mais vigorosos podem acumular maior quantidade de carboidratos, apresentando, como consequência, maior desenvolvimento vegetativo. O fornecimento de água como promotor de aumento do diâmetro de caule, também foi encontrado por Vilela (2001), pois em seu experimento, plantas que não sofreram restrições hídricas, também tiveram maior diâmetro.

A massa seca de raízes é um importante parâmetro para se definir boas mudas de cafeeiro, visto que estão diretamente relacionadas com o pegamento das mesmas em campo. As plantas regadas duas vezes por dia tiveram um aumento de 15,38% na massa seca de raízes em relação às de turno de rega de 1 dia e até 58,97% em relação às que tiveram turno de rega de três dias.

Constatou-se que as mudas de cafeeiro formadas em tubetes, não responderam à mistura do polímero hidrorretentor ao substrato, sendo que os efeitos observados se deveram exclusivamente à disponibilidade de água em função do turno de rega. Resultados semelhantes foram obtidas por Mendonça et al. (2002), que estudaram a produção de mudas de cafeeiro em tubetes com polímero hidrorretentor adicionado ao substrato comercial Plantmax, concluíram que esse produto não apresentou resultados satisfatórios em mudas de café, recomendando a condução de novos experimentos.

Também Vallone et al. (2004) não obtiveram resultados positivos com o uso do polímero em mudas de cafeeiro. Esses autores estudaram a substituição do substrato convencional por casca de arroz carbonizada na produção de mudas em tubetes de 120 ml, com adição de polímero hidrorretentor, concluindo que a adição de polímero na dose de  $10 \text{ Kg m}^{-3}$  de substrato foi prejudicial ao desenvolvimento das mudas reduzindo significativamente tanto a “massa seca da parte aérea”, quanto à “massa seca do sistema radicular” das mudas de cafeeiro. Mello et al. (2005) também tentaram a utilização de polímero hidroabsorvente Terracottem variando a frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiros em tubetes, concluindo que a altura das plantas diminuiu com o aumento das doses do polímero independente da frequência de irrigação.

As diferenças significativas encontradas neste trabalho apontam para a importância das irrigações das mudas em fase de viveiro. Também Camargo (1989) ressalta a importância do suprimento de água tanto na fase vegetativa, sendo que Carvalho et al. (2006), explicam que o déficit hídrico pode afetar negativamente os processos metabólicos referentes ao crescimento das plantas.

#### **4.2 Experimento com mudas em saquinhos de polietileno**

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância de características de crescimento das mudas produzidas em saquinhos de polietileno e submetidas aos tratamentos de adição de polímero ao substrato e diferentes turnos de rega, aos 133 dias após a implantação do experimento.

Tabela 3 Tabela resumo das análises das variâncias de altura (A), diâmetro do caule (Dc), número de pares de folhas (NPF), área Foliar (AF), massa seca parte aérea (MSa), e massa seca das raízes (MSr) de mudas de café em saquinhos, após 133 dias cultivados com polímero hidrorretentor, em Tuno de Rega (TR) e Doses de Polímero (DP) diferentes

FV	GL	QMs e Significância do f					
		A	Dc	NPF	AF	MSa	MSr
TR	4	198,19733*	1,21971*	2,16354*	54389,805*	2,2828*	0,0970*
Blocos	3	28,0769 <sup>NS</sup>	0,32459*	0,46458*	9238,7630*	0,15 <sup>NS</sup>	0,1356 <sup>NS</sup>
Erro a	12	8,28454	0,06418	0,09826	2321,9237	0,13202	0,0183
DP	5	5,26206*	0,05473 <sup>NS</sup>	0,09708 <sup>NS</sup>	3684,4621*	0,12 <sup>NS</sup>	0,0027 <sup>NS</sup>
TR <sub>x</sub> DP	20	2,24698 <sup>NS</sup>	0,04307 <sup>NS</sup>	0,11792 <sup>NS</sup>	5220,6199*	0,09 <sup>NS</sup>	0,0100 <sup>NS</sup>
Erro b	75	1,89273	0,04150	0,10736	464,9862	0,1111	0,011135
C.V <sub>1</sub>		11,42	8,07	5,12	13,23	15,46	23,04
C.V <sub>2</sub>		5,46	6,49	5,35	5,92	14,18	18,14

ns, \* e \*\*: não significativo, significativo, a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Nota-se pela tabela 3 que houve efeito significativo pelo teste de f para todas as características de crescimento avaliadas em função dos diferentes turnos de rega, independente da utilização de polímero no substrato. Nota-se também que o percentual de polímero misturado ao substrato, independente do turno de rega utilizado foi significativo apenas na altura e na área foliar das mudas.

Na tabela 4 pode-se observar o efeito dos turnos de rega nas características de crescimento das plantas.

Tabela 4 Tabela resumo das médias altura (A) em cm, diâmetro do caule (Dc) em mm, número de pares de folhas (NPF), área Foliar (AF), massa seca parte aera (MSa) em gramas e massa seca raízes (MSr) em gramas de mudas de café em saquinhos, após 133 dias cultivados com polímero hidrorretentor

Turno de regas	Médias					
	A	Dc	NPF	AF	MSa	MSr
Todos os dias	27,80a	3,35a	6,40a	384,57ab	2,40 b	0,54 b
01 dia sem regar	28,07a	3,39a	6,40a	383,20ab	2,82a	0,68a
02 dias sem regar	25,70a	3,09 b	6,16 <sup>a</sup>	416,72a	2,37 bc	0,61ab
03 dias sem regar	22,18 b	2,93 b	5,86 b	292,83c	2,08 bc	0,53 b
04 dias sem regar	22,26 b	2,91 b	5,76 b	343,27b	2,06 c	0,56 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Nota-se pela tabela 4 que, analisando as características de crescimento de maneira geral, as mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos de polietileno devem ser irrigadas com pelo menos um dia de intervalo (turno de rega), possivelmente devido ao excesso de água no substrato (com alto teor de argila), que possivelmente diminuiu a disponibilidade de ar, que é tão importante quanto à água para o crescimento das mudas (RENA; MAESTRI, 1986). Nota-se também pela tabela 4 que irrigações muito espaçadas com intervalos superiores a 3 dias sem regar prejudicam o crescimento das mudas, logicamente, no caso de ausência de chuvas.

Na tabela 5, são apresentados dos dados médios de altura das mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos com diferentes doses de polímero hidrorretentor misturadas no substrato.

Tabela 5 Tabela resumo das médias altura (A) em cm, das mudas de cafeeiro produzidas em saquinhos com diferentes doses de polímero hidrorretentor misturadas no substrato, após 133 da instalação do experimento

Doses de polímero	Médias
	Altura
0% de polímero	25,21ab
5% de polímero	25,11ab
10% de polímero	25,08ab
15% de polímero	25,94 a
20% de polímero	24,38 b
25% de polímero	25,48ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Nota-se pela tabela 5, que a utilização do polímero hidratado, misturado ao substrato das mudas, não teve efeito positivo, descartando a ideia da mistura desse produto em mudas de cafeeiro em saquinhos. Porém, ao analisarmos a interação entre turnos de rega e porcentagem de polímero no substrato, essa foi significativa para a característica área foliar das mudas nas condições de precisão e rigor do teste de F (CV de 5,92%), produzindo um baixo ajuste dos dados. Mesmo considerando essa significância, o aumento detectado da área foliar das mudas em função do aumento das doses de polímero seria de 0,946 cm<sup>2</sup> para cada 1% de polímero utilizado, ou seja, diferenças muito pequenas que não justificam a utilização do referido produto.

## 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Utilizou-se neste trabalho a quantidade de 2,5 litros de água para cada parcela (96 mudas no caso de mudas de saquinhos e 78 no caso de mudas de tubetes). Chegou-se nessa quantidade a ser aplicada, observando-se o momento em que as mudas (saquinhos e também tubetes) estavam próximas a capacidade de campo.

Partindo-se desse raciocínio, chega-se a quantificação de água a ser aplicada a cada mil mudas de saquinhos (26,04 litros) e cada mil mudas de tubetes (32,05 litros), por irrigação.

Assim, tem-se uma referência de irrigação com base nos resultados deste trabalho, ou seja, a necessidade de 26,04 litros de água para cada mil mudas, a cada dois dias no caso de mudas de saquinhos (de meio ano) e duas irrigações diárias nos viveiros de mudas em tubetes com a utilização de 32,05 litros de água para cada mil mudas em cada irrigação (64,10 litros por mil mudas em tubetes por dia).

## **6 CONCLUSÕES**

A aplicação do polímero hidrorretentor hidratado (gel), misturado ao substrato padrão de formação de mudas de cafeeiro em saquinhos de polietileno e no substrato comercial de mudas de cafeeiro formadas em tubetes não tem efeito no crescimento das plantas.

As irrigações de mudas produzidas em tubetes de polietileno rígido com substrato comercial devem ser feitas preferencialmente duas vezes ao dia, e não devem ultrapassar o período de 24 horas sem regar, na ausência de chuvas.

As irrigações de mudas de café produzidas em saquinhos de polietileno não devem ter intervalos entre irrigações (turnos de rega) superiores a 3 dias, e nem irrigações diárias, devendo ter pelo menos um dia de intervalo entre irrigações.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, J. C.; LOCKABY, B. G. Commercially produced super absorbent material increase water: holding capacity of soil medium. **Tree-Planters**, New York, v. 38, p. 24-25, 1987.

AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poli(acrilamida) no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Tupi**. 2000. 38 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-ambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.

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

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

BARROS, R. S. et al. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L.) cv. 'Bourbon Amarelo'. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 20, n. 107, p. 44-52, 1973.

BEARCE, B. C.; MCCOLLUM, R. W. A comparison of peat-lite and noncomposted hardwood-bark mixes for use in pot and bedding-plant production and the effects of a new hydrogel soil amendment on their performance. **Florist'Rev**, Raleigh, v. 21/23, p. 41-69, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **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: FEALQ, 2002. 5 p. (Circular Técnica, 195).

CAMARGO, A. P. **Necessidades hídricas do cafeeiro**. 3. ed. Campinas: IAC, 1989. 20 p.

CAMPINHOS JÚNIOR, E.; IKEMORI, Y. K. Introdução de nova técnica na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, Rio de Janeiro, n. 28, p. 226-228, 1983.

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.

CARVALHO, G. R. **Germinação de sementes e aclimatização de plântulas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) propagadas in vitro**. 1997. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Terceiro levantamento de café 2012-2013**: setembro de 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_09\\_06\\_10\\_10\\_21\\_b\\_oleim\\_cafe\\_-\\_setembro\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_10_10_21_b_oleim_cafe_-_setembro_2012.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2012.

COSTA, A. C. M. Mudas em tubetes: novos componentes e misturas. **Informativo da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça**, Garça, ano 5, n. 51, p. 14-15, 2000.

COTTHEM, W. van. **O papel de terracottem como um absorvente universal**. 1988. 152 p. Dissertation (Master in Agronomy) - Universidade de Ghent, Ghent, 1988.

FERREIRA, D. R. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FONTENO, W. C.; BILDERBACK, T. E. Impact of hydrogel on physical properties of coarsestructured horticultural substrates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 2, p. 217-222, 1993.

GOMES, J. M.; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptos grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 9, n. 1, p. 58-86, jan./fev. 1985.

GOMIDE, M. B. et al. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 118-23, jul./dez. 1977.

GOPAL, N. H. Same physiological factors to be considered for stabilization of arabica coffee production in south india. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, n. 8, p. 217-221, 1974.

GUIMARÃES, P. T. G. 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.

GUIMARÃES, R. J. **Formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e uso de n e k em cobertura, no desenvolvimento de mudas**. 1995. 133 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

GUIMARÃES, R. M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 180 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

HUERTA, S. A. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el area del cafeto. **Cenicafé**, Chinchina, v. 13, n. 1, p. 33-42, 1962.

ISLAM, M. Z. Z. et al. Feasibility of summer corn (*Zea mays* L.) production in drought affected areas of northern china using water-saving superabsorbent polymer. **Plant, Soil and Environment**, Beijing, v. 57, n. 6, p. 279-285, June 2011.

KENT, G. A.; DOUGLASS, F. J.; DUMROESE, R. K. Root desiccation and drought stress responses of bareroot *Quercus rubra* seedlings treated with a hydrophilic polymer root dip. **Plant Soil**, Michigan, v. 315, n. 1/2, p. 229-240, Feb. 2009.

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 CAFEIRAS DO SUL DE MINAS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 156-160.

MELO, B. **Estudos sobre producao de mudas de cafeeiro *Coffea arabica* L. em tubetes.** 1999. 65 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

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

MENDONCA, F. C. et al. Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Acaia em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 167-171.

MINAMI, K.; GONÇALVES, A. L. Efeito de substrato artificial no enraizamento de calanchoe (*Kalanchoe x blossfeldiana* cv. singapur, crassulaceae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 151-155, 1994.

NISSEN, J. Uso de hidrogeles en la produccion de frambuesas (*rubus idaeus*) del sur de chile. **Agro Sur**, Pologne, v. 22, n. 2, p. 160-164, 1994.

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

PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 134-140, jan./fev. 2003.

PIEVE, L. M. **Uso de polimero hidrorretentor na implantação de lavouras cafeeiras.** 2012. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PILL, W. G.; STUBBOLO, M. R. Tomato seedling growth in peat and peat-lite blocks amended with hydrophilic polymer. **Soil Science and Plant Analysis**, Prabhadevi, v. 17, n. 1, p. 45-61, 1986.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 1-11.

ROSA, S. D. V. F. et al. Formação de mudas de *Coffea arabica* L. cultivar Rubi utilizando sementes ou frutos em diferentes estágios de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 349-356, mar./abr. 2007.

SAMÔR, O. J. M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 209-215, abr./jun. 2002.

SAYED, H.; KIRKWOOD, R. C.; GRAHAM, N. B. The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n. 240, p. 891-899, 1991.

SCHUMACHER, M. V. Influência de vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* hill ex maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 1-8, 2001.

SILVA, C. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro 'catuai' em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 21-25, 2008.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, L. Water and nitrogen limitations in soybean grain production: I., model development. **Field Crops Research**, New York, v. 15, p. 125-141, 1986.

STOCKHAUSEN, H. **Informações técnicas**. Santiago de Chile: Stocksorb, 1995. 7 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VALLONE, H. S. et al. Efeito de recipientes e substratos utilizados na produção de mudas de cafeeiro no desenvolvimento inicial em casa de vegetação, sob estresse hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 320-328, mar./abr. 2010.

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

VILELA, W. M. C. **Diferentes laminas de irrigação e parcelamento de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 31 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

WILLINGHAM, J. R.; COFFEY, D. L. Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. **Horticultural Sciences**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 289-291, 1981.

WOFFORD, J. R. **Use of cross-linked polyacrylamide in agriculture for increasing yield or reducing irrigation**. Oxford: Frenso, 1989. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 10 set. 2012.

WOFFORD, J. R.; KOSKI, A. J. **A polymer for the drought years**. Richmond: Green, 1990. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 10 set. 2012.

WOFFORD, J. R.; WORLDWIDE, D. J. **Research suggestions for cross-linked polyacrilamide in agriculture**. Richmond: Green, 1992. Disponível em: <<http://www.hydrosorce.com>>. Acesso em: 10 set. 2012.