

Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro

Hydrogel as a substitute for irrigation in screened seed nursery coffee

Patricia Angélica Alves Marques^I Marcos Antônio de Melo Cripa^{II} Eduardo Henrique Martinez^{II}

RESUMO

O cafeeiro, em sua fase inicial de mudas, requer um adequado suprimento de água, pois o estresse hídrico pode causar reduções no crescimento e subsequentemente na produção em campo. A hipótese deste trabalho foi que o uso do hidrogel como substituto da irrigação de mudas de café cv. 'Iapar 59' proporciona mudas de qualidade igual ou superior àquelas irrigadas. O experimento foi conduzido em viveiro telado (50% sombrite) em Presidente Prudente - SP - de fevereiro a outubro de 2008. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (sem polímero e irrigado diariamente; 0,0; 1,0; 2,0 e 3,0g por saco de polietileno sem irrigação) e 20 repetições. Realizaram-se seis avaliações periódicas: número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR); comprimento da parte aérea (CPA) e raízes (CR) e MSPA/MSR. Para as condições do ensaio, o uso do hidrogel na dose de 2g por saco de polietileno proporcionou mudas de mesma qualidade que aquelas irrigadas. A relação MSPA/MSR foi superior para o tratamento irrigado.

Palavras-chave: retenção de água no solo, produção de mudas, polímeros.

ABSTRACT

The coffee seedlings require an adequate water supply because the water stress can cause reductions in growth and subsequently in the production field. The hypothesis of this research was that the hydrogel used as a substitute for the irrigation of seedlings of 'Iapar 59' coffee provides quality equal or higher seedling irrigated. The experiment was conducted in a screened seed nursery (50 shading) in Presidente Prudente city, São Paulo State, Brazil, since February

to October 2008. The statistical design was completely randomized, with 5 treatments (without polymer and without irrigation; 0.0; 1.0; 2.0 and 3.0g of hydrogel per polythene bag without irrigation) and 20 repetitions. We conducted six periodic evaluations: number of leaves (NF), dry matter of aerial part (MSPA) and roots (MSR); length of aerial part (CPA) and roots (CR) and the MSPA/MSR. Under test conditions, the use of hydrogel in the dose of 2g per polyethylene bag results in seedlings of same quality of seedlings irrigated. The MSPA/MSR relation was higher for the irrigated treatment.

Key words: soil water retention, seedling production, polymers.

INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos agrícolas de maior significação dentro do cenário mundial e o segundo maior gerador de divisas e de importância socioeconômica no Brasil (MARANA et al., 2008; BATISTA et al., 2010). Requer um adequado suprimento de água, especialmente em sua fase inicial de mudas, quando o estresse hídrico pode causar reduções importantes no crescimento e subsequentemente na produção em campo (TESFAYE et al., 2008).

O polímero hidrogel, com capacidade de absorver 150 a 400 vezes sua massa seca, pode ser utilizado para aumentar a capacidade de armazenamento de água do substrato, minimizando os problemas associados à disponibilidade irregular ou

^IDepartamento de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCT), Universidade de São Paulo (USP), 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: paamarques@usp.br. Autor para correspondência.

^{II}Cooperativa Agroindustrial, Centenário do Sul, PR, Brasil.

deficitária de água e má estruturação, sendo uma alternativa para a baixa disponibilidade de água no solo, quando esta possa afetar de forma negativa o crescimento e o desenvolvimento das plantas (PREVEDELLO & LOYOLA, 2007). No entanto, os dados científicos de seu uso são restritos e os resultados são variáveis, devido às diferenças existentes entre cultivares, doses utilizadas, condições ambientais, dificultando a extrapolação de resultados (OLIVEIRA et al., 2004). O uso deste hidrogel, como substituto da irrigação complementar, visa a utilizar a água armazenada na estrutura do hidrogel na época de disponibilidade hídrica, e possibilitar posterior uso pela planta na época de deficiência hídrica. Segundo OLIVEIRA et al. (2004), o uso de hidrogel contribuiu para aumentar a retenção de água nos solos de textura franco-argilo-arenosa e argilosa, avaliados em laboratório em extrator de Richards, até o potencial matricial de -1,0MPa, sendo observada maior retenção de água nos solos com maior concentração do polímero.

ZONTA et al. (2009) explicaram que, para a obtenção de bons resultados com uso da irrigação no cafeeiro, esta deve ser manejada de forma adequada, disponibilizando água em quantidade suficiente para o desenvolvimento da cultura. Assim, o hidrogel tem sido utilizado com o intuito de minimizar a irregular disponibilidade de água para a cultura. AZEVEDO et al. (2002), estudando a eficiência de hidrogel para o cafeeiro em campo, afirmam que a presença de hidrogel permitiu ampliar os intervalos entre irrigações, sem comprometer o crescimento da planta por déficit de água.

De acordo com TESFAYE et al. (2008), a disponibilidade hídrica é um fator importante no desenvolvimento vegetativo inicial dos cafeeiros, representando cerca de 60% dos custos para produção de mudas no sistema convencional de condução de viveiros. BATISTA et al. (2010) consideraram que o estresse hídrico é um fator ambiental que pode ser extremamente 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 à deficiência hídrica. Dessa maneira, a hipótese deste trabalho é que o uso do hidrogel como substituto da irrigação em viveiro de mudas proporciona mudas de qualidade igual ou superior àquelas irrigadas diariamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na UNOESTE, Presidente Prudente-SP, 22°07'04"S e 51°22'05"W, altitude de 435,5m. O clima é classificado por Köppen como Aw mesotérmico com verões quentes e invernos

secos. Utilizaram-se sementes do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) da variedade Iapar 59 semeadas no germinador com areia lavada no dia 12 de fevereiro de 2008. Aos 50 dias após a semeadura (DAS), as mudas em estágio de “orelha de onça” (primeiro par de folhas totalmente aberto que surge após a emergência), foram transplantadas para sacos de polietileno, de 20cm de altura, 11cm de largura, 7cm de largura e 0,006cm de espessura. O substrato utilizado para o transplântio das mudas foi composto por 800L de terra de subsolo peneirada; 200L de esterco de curral curtido e peneirado; 5kg de superfosfato simples; 1,0kg de cloreto de potássio; e 2kg de calcário dolomítico, substrato considerado padrão para produção de mudas de cafeeiro por MARCOLAN et al. (2009).

O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos de doses do hidrogel Hydroplan-EB® aplicados em uma única vez na instalação do experimento, sendo: T1 – sem uso do polímero e irrigado diariamente por microaspersão; T2 – 0,0; T3 – 1,0; T4 – 2,0 e T5 – 3,0g por saco de polietileno sem uso da irrigação, com 20 repetições, resultando em 100 parcelas. Foram realizadas seis avaliações das mudas aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240DAS, totalizando 600 avaliações. As doses do polímero foram pesadas em balança de precisão em laboratório, incorporadas individualmente e homogeneizadas ao substrato seco de transplântio em cada saco de polietileno para cada parcela do tratamento antes da instalação do experimento, garantindo distribuição do produto. As parcelas foram mantidas em viveiro telado (sombrite 50%) até os 240DAS. TATAGIBA et al. (2009) e HENRIQUE et al. (2011) comentaram que a produção de mudas de cafeeiro vem sendo cultivada a pleno sol e estudos apontam essa espécie como uma planta de sombra. Em razão disso, recomendam o uso de viveiros parcialmente cobertos (50% de sombreamento).

Todas as parcelas foram irrigadas durante os primeiros sete dias para uniformizar a umidade do substrato e facilitar o “pegamento” de todas as mudas transplantadas. Após este período, apenas o tratamento sem o uso do hidrogel recebeu a irrigação até o final do ensaio. Foi utilizado microaspersor bailarina invertida Agrojet verde, com pressão de serviço de 20m.c.a. e vazão nominal de 120L h⁻¹ em espaçamento de 4x2m. A irrigação era realizada em turnos de 6 horas, utilizando sistema automatizado com temporizador (6h, 12h, 18h e 24h), com aplicação de cinco minutos, resultando em uma lâmina de 5mm dia⁻¹ necessária para elevar o substrato à capacidade de campo.

Foram avaliados: comprimento da parte aérea (CPA) - distância entre o colo e o ápice da muda, utilizando régua graduada em milímetros; comprimento

da raiz (CR) - distância entre o colo e a extremidade da raiz mais longa, utilizando régua graduada em milímetros e número de pares de folhas verdadeiras (NF) para 20 repetições de cada tratamento. A massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) foram obtidas após separação da parte aérea e das raízes e retirada do substrato aderido, por meio de lavagem sob jato de água corrente sobre peneira de arame com malha de 2,0mm. Em seguida, esses materiais foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante, procedendo-se à pesagem em balança analítica. Utilizou-se como índice de qualidade a relação entre os parâmetros de crescimento da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes (MSPA/MSR). Para análise dos dados, utilizou-se o programa computacional Sisvar. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A lâmina total de irrigação aplicada foi de 935mm em 187 dos 240 dias de ensaio. Nos demais 53 dias, todos os tratamentos receberam indiretamente a precipitação, determinada por pluviômetro instalado sob o telado. Quando a precipitação ocorrida era superior à lâmina repostada por irrigação, considerou-se como efetiva apenas 5mm, sendo o restante considerado como perda por percolação (Tabela 1). Dessa maneira, a lâmina total recebida pelo tratamento irrigado foi de 1200mm, sendo 935mm por irrigação e 265mm por precipitação efetiva. Para os tratamentos com hidrogel, a lâmina total foi de 265mm de precipitação efetiva sem reposição por irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando avaliado o desenvolvimento da parte aérea da muda de cafeeiro Iapar 59 (Tabela 2), observou-se que o CPA apresentou diferenças

significativas durante o ensaio, porém, ao final do ensaio, todos os tratamentos foram iguais estatisticamente. Notou-se que, nas avaliações dos 120 aos 210DAS, o tratamento sem hidrogel e sem irrigação (T2) apresentou sempre os menores valores em comparação aos demais. Ao final do ensaio, devido provavelmente à precipitação ocorrida, o tratamento T2 alcançou os valores de altura dos demais tratamentos. Isso demonstrou que a muda de cafeeiro teve a capacidade de aproveitar a umidade e recuperar seu desenvolvimento quando reidratada.

REZENDE et al. (2010), estudando o crescimento inicial em campo da cultivar 'Iapar 59' em diferentes regimes hídricos e dosagens de fertirrigação, observaram que CPA da planta adulta irrigada apresentou-se apenas 6% superior em relação à planta adulta não irrigada, comentam ainda que este valor em outras cultivares é em torno de 39%. Indicando que a cultivar estudada é pouco afetada pelo estresse hídrico.

Em relação ao NF e à MSPA (Tabela 2), não foram observadas diferenças significativas entre elas até a avaliação dos 120DAS. No período de 121-150 dias, ocorreu a primeira fase de deficiência hídrica severa (Tabela 1), ou seja, as mudas dos tratamentos sem irrigação receberam reposição de água de apenas 5mm devido à precipitação, utilizando a água retida pelo hidrogel para o seu desenvolvimento. Nesse período, a irrigação foi necessária em 29 dos 30 dias do intervalo para o tratamento irrigado. Devido a esse fato, o tratamento sem hidrogel e sem irrigação (T2) começou a apresentar menor desenvolvimento para o NF quando comparado aos demais. Essa tendência continua até o final do ensaio. Nota-se efeito semelhante após o período 180-210DAS, no qual não ocorre precipitação, e o tratamento T3 com 1g de hidrogel perde folhas e segue inferior aos demais, não conseguindo

Tabela 1 - Valores por período de precipitação sob o telado (mm), precipitação efetiva (mm), lâmina requerida (mm), lâmina de irrigação (mm), dias de ocorrência de precipitação e dias irrigados por período durante o ensaio. Presidente Prudente, 2008.

(Dias após a semeadura)	Duração (dias)	Precipitação		Dias com precipitação	Lâmina requerida (mm)	Irrigação (mm)	Dias irrigados
		Sob o telado (mm)	Efetiva (mm)				
0-50	50	190	110	22	250	140	28
51-90	40	111	60	12	200	140	28
91-120	30	48	40	8	150	110	22
121-150	30	8	5	1	150	145	29
151-180	30	40	20	4	150	130	26
181-210	30	0	0	0	150	150	30
211-240	30	66	30	6	150	120	24
Total	240	472	265	53	1200	935	187

Tabela 2 - Valores observados na parte aérea das mudas de cafeeiro, média de 20 repetições, de comprimento da parte aérea (CPA em cm); número de pares de folhas verdadeiras (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA em g) durante o ensaio aos 90; 120; 150; 180; 210 e 240 dias após a semeadura (DAS). Presidente Prudente, 2008.

Tratamento	90DAS	120DAS	150DAS	180DAS	210DAS	240DAS
-----Comprimento da parte aérea (CPA em cm)-----						
1 (0g irrigado)	5,79a	6,42b	8,00b	12,00a	15,35a	20,60a
2 (0g sem irrigar)	5,16a	6,33b	7,69b	10,95b	14,25b	20,05a
3 (1g sem irrigar)	5,46a	7,69a	9,72a	12,40a	15,10a	20,00a
4 (2 g sem irrigar)	5,52a	6,89a	8,30b	13,03a	15,45a	20,00a
5 (3 g sem irrigar)	5,80a	7,47a	9,03a	12,98a	15,35a	19,20a
-----Número de pares de folhas verdadeiras (NF) -----						
1 (0g irrigado)	2,22a	3,64a	4,45a	5,55a	5,70a	6,23a
2 (0g sem irrigar)	1,86a	3,30a	3,94b	4,37b	4,73b	5,40b
3 (1g sem irrigar)	2,19a	3,93a	4,95a	4,32b	4,43b	5,47b
4 (2 g sem irrigar)	2,11a	3,65a	4,55a	5,62a	5,66a	5,98a
5 (3 g sem irrigar)	2,18a	3,75a	4,72a	5,70a	5,65a	5,65b
-----Massa seca da parte aérea (MSPA em g) -----						
1 (0g irrigado)	0,19a	0,32a	0,72a	1,18a	1,86a	3,01a
2 (0g sem irrigar)	0,16a	0,32a	0,52b	0,87b	1,12b	2,37b
3 (1g sem irrigar)	0,15a	0,37a	0,58b	0,97b	1,21b	2,18b
4 (2 g sem irrigar)	0,17a	0,33a	0,47b	1,11a	1,33a	2,95a
5 (3 g sem irrigar)	0,20a	0,40a	0,66a	1,10a	1,12b	2,57b

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

desenvolvimento foliar, indicando que a dose não foi suficiente para permitir a disponibilidade necessária de água no substrato até o final da formação da muda. No período de 210-240 dias, esse tratamento tem uma recuperação no NF, devido à precipitação ocorrida, mas mantém-se inferior ao irrigado e ao tratamento com 2g de hidrogel (T4).

O tratamento com 3g de hidrogel (T5) apresentou, ao final do ensaio, grumos de gel, o que pode ter prejudicado o total desenvolvimento da muda, fato observado pela queda e posterior estagnação do NF a partir da avaliação dos 180DAS. Na produção de mudas cítricas, VICHATO et al. (2004) também observaram que a adição de polímero hidroabsorvente mostrou-se prejudicial ao desenvolvimento das mudas na fase inicial, quando aplicado em doses excessivas. Aos 240DAS, ou seja, quando a muda estava pronta para o transplante em campo, apenas o tratamento com 2g de hidrogel (T4) apresentou-se significativamente igual ao tratamento irrigado. A redução do número de pares de folhas para a menor lâmina está possivelmente relacionada a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse hídrico, limitando não só o tamanho de folhas individuais, mas também o número de folhas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Segundo SOARES et al. (2011), para permitir a mensuração das alterações no crescimento vegetal sob estresse hídrico, o acúmulo de matéria seca é o parâmetro mais significativo, uma vez que resulta da associação de vários outros componentes. Para a MSPA, notou-se comportamento semelhante ao NF. Apenas o T5, com 3g de hidrogel, conseguiu MSPA significativamente igual ao tratamento irrigado (T1) até a avaliação, aos 150DAS, ou seja, apesar do T4 possuir NF igual ao irrigado, estas folhas não estavam totalmente desenvolvidas. Ao final do ensaio, quando ocorreu o déficit hídrico com irrigação em 80 dos 90 últimos dias, o tratamento com 2g de hidrogel (T4) foi o único que se igualou ao tratamento irrigado, disponibilizando a água retida em seu interior para as plantas.

A determinação dos parâmetros do sistema radicular é fundamental na avaliação de plantas sob estresse hídrico, pois um sistema radicular bem desenvolvido pode proporcionar melhores condições de suprimento da demanda de água pela planta, principalmente nas primeiras semanas, quando as condições adversas podem comprometer a sua sobrevivência. Na variável massa seca de raiz (MSR), apresentada na tabela 3, os resultados obtidos inicialmente foram significativamente iguais para ambos os tratamentos até os 120DAS.

Nas avaliações aos 150 e 180DAS, o tratamento T4 apresenta valores inferiores aos tratamentos T3 e T5, pois, nesse período de crescimento intenso, as mudas do tratamento T3, sob estresse hídrico, apresentaram expansão radicular em massa de raízes absorventes, provavelmente em busca de água para posterior expansão foliar. Essa resposta é conhecida como um mecanismo de “tolerância” à seca por TAIZ & ZEIGER (2009) para deficiência hídrica moderada, quando as plantas fecham os estômatos e aprofundam o sistema radicular para explorar um volume maior de substrato. Nesse mesmo período, o tratamento T5 começa a demonstrar que o excesso de hidrogel também leva ao estresse, devido aos grumos formados no solo, levando também a uma expansão do sistema radicular.

Após os 180DAS, os tratamentos sem irrigação já se encontravam em deficiência hídrica severa, ou seja, sem a reposição hídrica requerida, devido à não ocorrência de precipitação. Nesses tratamentos, a água disponível encontrava-se no hidrogel. Nessa situação, o T3 reduziu a expansão radicular e o T4 (2g de hidrogel por saco de polietileno) permitiu o crescimento abundante de raízes absorventes por todo substrato, obtendo maiores valores, quando comparado com os outros tratamentos.

É importante ressaltar que o tratamento T4 foi superior inclusive ao irrigado, proporcionando mudas de boa qualidade, conforme explicado por SOARES et al. (2011). Segundo eles, mudas de boa qualidade devem ter, primeiramente, um sistema radicular bastante desenvolvido, necessário para suprir as exigências nutricionais e de água em campo. HENRIQUE et al. (2011) completam ainda que mudas vigorosas são caracterizadas por apresentar folhas verdes e brilhantes, caule espesso e sistema radicular abundante de raízes absorventes.

Quando se avaliou o CR (Tabela 3), resultados obtidos até os 90 DAS, observou-se que o tratamento com maiores valores foi o T1 (irrigado sem hidrogel). Quando as mudas estavam em desenvolvimento e buscaram a água disponível em um volume maior de substrato, o hidrogel forneceu essa água em todo o volume do saco de polietileno, igualando-se ao tratamento irrigado e permitindo o alongamento. A partir da avaliação aos 180DAS, ocorreu a deficiência hídrica mais severa no ensaio, quando as mudas dos tratamentos sem irrigação não receberam reposição de água por precipitação até os 210DAS e, dos 210 até os 240DAS receberam 30mm, devido à precipitação dos 150mm requeridos, utilizando, dessa maneira, a água retida pelo

Tabela 3 - Valores observados para o sistema radicular das mudas de cafeeiro e relação, média de 20 repetições, de massa seca de raiz (MSR em g); comprimento de raiz (CR em cm) e relação massa seca de parte aérea por massa seca de raiz (MSPA/MSR) durante o ensaio aos 90; 120; 150; 180; 210 e 240 dias após a semeadura (DAS). Presidente Prudente, 2008.

Tratamento	90DAS	120DAS	150DAS	180DAS	210DAS	240DAS
-----Massa seca da raiz (MSR em g)-----						
1 (0g irrigado)	0,05a	0,10a	0,15b	0,26c	0,35c	0,82c
2 (0g sem irrigar)	0,06a	0,10a	0,17b	0,28c	0,34c	0,81c
3 (1g sem irrigar)	0,05a	0,12a	0,26a	0,41a	0,44b	1,04b
4 (2g sem irrigar)	0,04a	0,11a	0,15b	0,33b	0,82a	1,36a
5 (3g sem irrigar)	0,06a	0,12a	0,24a	0,48a	1,03a	1,04b
-----Comprimento de raiz (CR em cm)-----						
1 (0g irrigado)	13,30a	13,94b	16,60a	16,90a	17,10b	17,90b
2 (0g sem irrigar)	8,56b	13,56b	14,83b	15,93b	17,00b	18,80b
3 (1g sem irrigar)	9,84b	15,06a	16,89a	17,85a	18,20a	20,25a
4 (2g sem irrigar)	9,43b	14,16b	16,22a	16,80a	18,85a	20,05a
5 (3g sem irrigar)	8,72b	15,17a	17,06a	17,40a	18,95a	20,40a
-----MSPA/MSR-----						
1 (0g irrigado)	3,80a	3,21a	4,81a	4,54a	5,31a	3,67a
2 (0g sem irrigar)	2,67c	3,22a	3,07b	3,11b	3,29b	2,93b
3 (1g sem irrigar)	3,00b	3,09a	2,23c	2,37c	2,75b	2,10b
4 (2g sem irrigar)	4,25a	3,02a	3,13b	3,36b	1,62c	2,17b
5 (3g sem irrigar)	3,33b	3,33a	2,75b	2,29c	1,09c	2,47b

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

hidrogel para o seu desenvolvimento. Nesse período, os tratamentos com 1, 2 e 3g de hidrogel foram significativamente iguais e maiores que o tratamento irrigado. THOMAS (2008) explicou que o hidrogel melhora a sobrevivência das mudas, pois permite que as raízes das plantas cresçam por dentro dos grânulos do polímero hidratado, com maior superfície de contato entre raízes, água e nutrientes.

Os maiores valores da relação MSPA/MSR foram encontrados para o tratamento irrigado (Tabela 3). Esses resultados poderiam indicar que os demais tratamentos sofrem os efeitos do estresse hídrico, como explicado por VALLONE et al. (2010), que, estudando os diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros, observaram que mudas sob estresse apresentaram menor relação massa seca de parte aérea por massa seca de raiz. Porém SAMÔR et al. (2002) recomendaram não analisar isoladamente essa característica.

CONCLUSÃO

Para as condições do ensaio, o uso do hidrogel como substituto da irrigação na dose de 2g por saco de polietileno proporcionou mudas de mesma qualidade que aquelas irrigadas. A relação massa seca de parte aérea por massa seca de raiz foi superior para o tratamento irrigado.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, T.L.F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1239-1243, 2002. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/2271/1771>>. Acesso em: 16 fev. 2012.
- BATISTA, L.A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.475-481, 2010. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/826>>. Acesso em: 10 fev. 2012.
- HENRIQUE, P.C. et al. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.5, p.458-465, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n5/02.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012. doi: 10.1590/S0100-204X2011000500002.
- MARANA, J.P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.39-45, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n1/a07v38n1.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000100007.
- MARCOLAN, A.L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia/EMATER, 2009. 61p. (Sistema de Produção, 33). Disponível em: <http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/sp33_cafe.pdf>. Acesso 26 jun. 2012.
- OLIVEIRA, R.A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.160-163, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n1/v8n1a23.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2009. doi: 10.1590/S1415-43662004000100023.
- PREVEDELLO, C.L.; LOYOLA, J.M.T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, v.8, n.3, p.313-317, 2007. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/agraria/article/viewFile/8592/7997>>. Acesso em: 08 jun. 2009.
- REZENDE, R. et al. Initial growth of two coffee cultivars in different hydric regimes and fertigation dosages. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p. 447-458, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000300009>. Acesso em: 10 mar. 2011. doi: 10.1590/S0100-69162010000300009.
- SAMÔR, O.J.M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.26, n.2, p.209-215, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000300020&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 mar. 2012. Acesso em: 10 mar. 2011. doi: 10.1590/S0100-67622008000300020.
- SOARES, L.A.A. et al. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.203-212, 2011. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/827>>. Acesso em: 10 mar. 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TATAGIBA, S.D. et al. Desempenho de clones de eucalipto em resposta a disponibilidade de água no substrato. **REVENG**, v.17, n.3, p.179-189, 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/viewFile/134/60>>. Acesso em: 10 mar. 2012.
- 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**, v.6, n.384, p.312-317, 2008. Disponível em: <<http://www.isfae.org/scientificjournal/2008/issue3/pdf/agriculture/a25.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.
- THOMAS, D.S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, v.255, n.3-4, p.1305-1314, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112707008341>>. Acesso em: 20 fev. 2011. doi: 10.1016/j.foreco.2007.10.035.
- VALLONE, H.S. et al. Diferentes recipientes e substrato na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência e Agrotecnologia**,

v.34, n.1, p.55-60, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n1/06.pdf>>. Acesso em: 02 de mar. 2011. doi: 10.1590/S1413-70542010000100006.

VICHIATO, M. et al. Crescimento e composição mineral do porta-enxerto tangerineira 'Cleópatra' cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.748-756, 2004. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n4/04.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2010. doi: 10.1590/S1413-70542004000400004.

ZONTA, J.H. et al. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* pierre). **IDESIA (Arica)**, v.27, n.3, p.29-34, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292009000300005>. Acesso em: 10 mar. 2011. doi: 10.4067/S0718-34292009000300005.