

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE POLIMERO HIDRORETENTOR NA
PRODUTIVIDADE DO RABANETE**

**NATANE BONFIM LIMA
PATRICIA DOS SANTOS ZOMERFELD**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2017

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE POLIMERO HIDRORETENTOR NA
PRODUTIVIDADE DO RABANETE**

NATANE BONFIM LIMA

PATRICIA DOS SANTOS ZOMERFELD

Orientador: PROF^o. DR^o. GUILHERME AUGUSTO BISCARO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados
como parte das exigências para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

Dourados

Mato Grosso do Sul

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L732a Lima, Natane Bonfim

Avaliação do Efeito de Polímero Hidroretentor na Produtividade do Rabanete / Natane Bonfim Lima, Patricia dos Santos Zomerfeld -- Dourados: UFGD, 2017.

31f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Guilherme Augusto Biscaro

TCC (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Irrigação por gotejamento. 2. Hidrogel. 3. Raphanus sativus L.. I Patricia dos Santos Zomerfeld II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

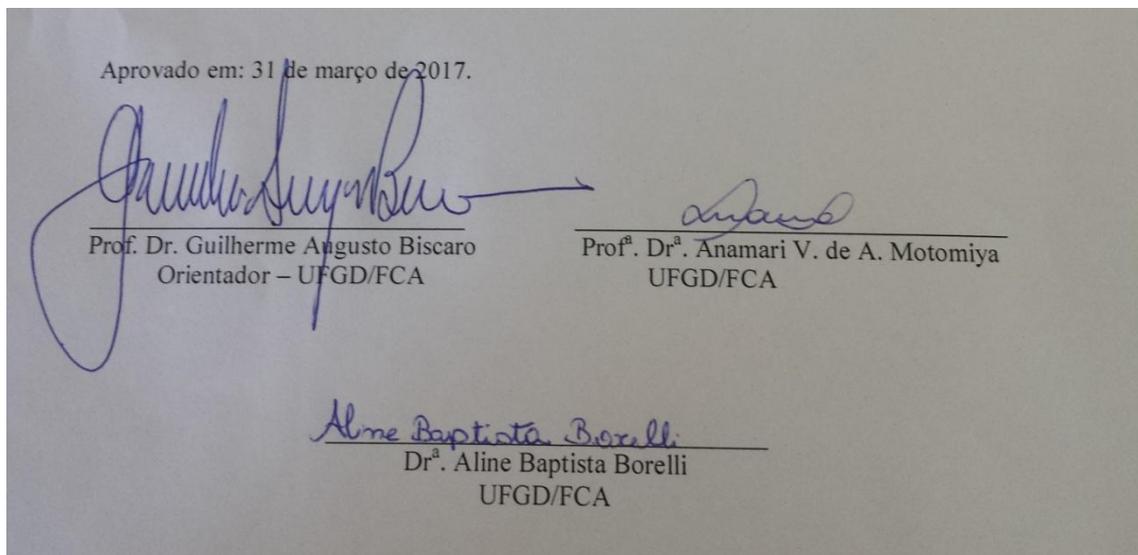
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE POLIMERO HIDRORETENTOR NA PRODUTIVIDADE DO RABANETE

Por

Natane Bonfim Lima

Patricia Dos Santos Zomerfeld

Trabalho de conclusão de curso apresentada como parte dos requisitos exigidos para o
título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA



AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos proporcionou sabedoria para a realização deste trabalho.

Aos nossos pais e amigos pelo incentivo, apoio e carinho, essa conquista também é deles.

Ao Prof. Dr. Guilherme Augusto Biscaro pela orientação, por seus ensinamentos e a amizade.

À Prof.^a Dr.^a Anamari Viegas de Araújo Motomiya, por sua amizade, carinho, compreensão e por toda a sua ajuda.

Às queridas amigas Dr.^a Aline Baptista Borelli, Dr.^a Kamila Monaco e Thamiris Barbizan, o nosso muito obrigado pela amizade, carinho e gentileza em nos auxiliar durante todo o nosso trabalho.

Aos funcionários da Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados, que ajudaram na realização deste trabalho em especial ao senhor Valmir Rosa de Siqueira (Sasá).

Aos professores membros da banca de defesa, por aceitarem o nosso convite, por nos presentear com seu tempo, sua atenção e suas sugestões que irão contribuir e permitir o enriquecimento científico deste trabalho.

À UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados – Pela oportunidade, apoio e disponibilidade de infraestrutura para a realização da graduação.

Por fim, agradecemos a todas as pessoas que fizeram parte desta etapa decisiva em nossas vidas.

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA PRODUTIVIDADE DO RABANETE

RESUMO. O cultivo de hortaliças é caracterizado como uma atividade altamente intensiva na utilização do solo, de água, de insumos e de mão de obra. Essas plantas geralmente apresentam ciclo curto, tornando-se uma atividade com rápido retorno econômico. Com a necessidade de aumentar a produção de alimentos tem-se estimulado cooperativas e produtores a buscarem técnicas alternativas para a melhoria da produtividade e redução de custos. Deste modo, os polímeros hidrotentores passaram a ser pesquisados como forma de minimizar os problemas associados à baixa produtividade, geralmente provocada pela disponibilidade irregular ou deficitária de água e má estruturação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade do rabanete, submetidas a diferentes doses de polímero hidrotentor, e a diferentes lâminas de água. O delineamento foi em esquema fatorial 3X2, sendo três lâminas de irrigação (50%, 75% e 100% da Eto) e duas doses de hidrogel (40 e 60 g m²) com quatro repetições. Foram avaliados os parâmetros de número de folhas (folhas planta⁻¹), diâmetro horizontal e vertical da raiz (mm), comprimento total e da parte aérea (cm), massa fresca da raiz e da parte aérea (g) e massa seca da raiz e da parte aérea (g). Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Como resultado obteve-se que a produção de raízes de rabanete foi influenciada pelas lâminas de água aplicadas sendo significativas todas as variáveis e algumas variáveis influenciadas pelas doses de polímero hidrotentor como comprimento total (CT) e da parte aérea (CPA) e massa seca da raiz (MSR).

Palavras chave: Irrigação por gotejamento, hidrogel, *Raphanus sativus* L.

ABSTRACT

The cultivation of vegetables is characterized as a highly intensive activity in the use of the soil, water, inputs and labor. These plants usually present short cycle, becoming an activity with fast economic return. With the need to increase food production, cooperatives and producers have been encouraged to seek alternative techniques to improve productivity and reduce costs. In this way, the hydroelectric polymers began to be investigated as a way of minimizing the problems associated with the low productivity, usually caused by the irregular or deficient availability of water and bad structuring of the soil. The objective of this work was to evaluate radish productivity, submitted to different doses of water-retaining polymer, and to different water slides. The design was in a 3X2 factorial scheme, with three irrigation slides (50%, 75% and 100% Eto) and two hydrogel doses (40 and 60 g / m²) with four replications. The parameters of leaf number (leaves plant⁻¹), horizontal and vertical root diameter (mm), total and shoot length (cm), fresh root and shoot mass (g) and dry mass of Root and aerial part (g). All variables were submitted to analysis of variance by Tukey test at 5% probability. As a result it was obtained that radish root production was influenced by the applied water slides being significant all the variables and some variables influenced by the doses of hydroelectric polymer as total length (CT) and aerial part (CPA) and dry mass Of the root (MSR).

Key- words: Drip irrigation, hydrogel, *Raphanus sativus* L.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 A cultura do Rabanete.....	3
2.2 Exigências hídricas da cultura.....	3
2.3 Sistema de irrigação por gotejamento	4
2.4 Polímero Hidroretentor (hidrogel)	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Evapotranspiração e necessidades hídricas	12
4.2 Parâmetros produtivos.....	12
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
QUADRO 1. Análise química do solo da área experimental. Dourados-MS, 2016.....	8
QUADRO 2. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto) diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), número de folhas (NF), comprimento parte aérea (CPA), comprimento total (CT), em relação à forma de irrigação por lâminas de água por gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2016.....	12
QUADRO 3. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto) massa fresca raiz (MFR), massa fresca parte aérea (MFPA), massa seca raiz (MSR) e massa seca parte aérea (MSPA) em relação à forma de irrigação por lâminas de água por gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2016.....	13
QUADRO 4. Médias do diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rabanete ciclo de cultivo (julho/agosto) relacionadas lâminas de água aplicadas (50%, 75% e 100% da Eto). Dourados-MS, 2017.....	13
QUADRO 5. Médias do comprimento da parte aérea, comprimento total e massa seca da raiz, no segundo ciclo de cultivo (abril/maio), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial em diferentes lâminas de água. Dourados-MS, 2016.....	14
QUADRO 6. Médias de interação entre os fatores F1 (lâminas de água) e F2 (doses de polímero hidroretentor) em relação ao diâmetro horizontal e vertical, comprimento total e comprimento da parte aérea no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto). Dourados-MS, 2016.....	15
QUADRO 7. Médias de interação entre os fatores F1 (lâminas de água) e F2 (doses de polímero hidroretentor) em relação à massa fresca da raiz, massa fresca da parte aérea e massa seca da raiz no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto). Dourados-MS, 2016.....	16

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 1. Vista parcial do experimento. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS, 2016.	8
FIGURA 2. a) Aplicação do polímero hidroretentor no solo; b) incorporação do polímero hidroretentor no solo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.....	9
FIGURA 3. Detalhe do sistema de irrigação localizada por gotejamento superficial. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016	9

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produção de alimentos, aliada à globalização do comércio e à competitividade dos produtos agrícolas, tem estimulado cooperativas e produtores a buscarem técnicas alternativas para a melhoria da produtividade e redução de custos. Deste modo, os polímeros hidroretentores passaram a ser pesquisados como forma de minimizar os problemas associados à baixa produtividade, geralmente provocada pela disponibilidade irregular ou deficitária de água e má estruturação do solo.

Esses polímeros, arranjo de moléculas orgânicas, quando secos, possuem forma granular e quebradiça. Quando hidratados, transformam-se em gel, cuja forma macia e elástica possibilita absorver cerca de cem vezes o seu peso em água.

O polímero hidroretentor agrícola de poliacrilamida é um produto sintético, derivado de petróleo, que apresenta propriedades físico-químicas capaz de reter água. Sua utilização na agricultura brasileira tem crescido nos últimos anos, principalmente na silvicultura, fruticultura e na composição de substratos para produção de mudas. De acordo com Azevedo et al. (2002), essa consolidação se deve, pela capacidade que o polímero hidroretentor possui de armazenar e disponibilizar água para as plantas.

O cultivo de hortaliças é caracterizado como uma atividade altamente intensiva na utilização do solo, de água, de insumos e de mão de obra (FILGUEIRA, 2008).

Essas plantas geralmente apresentam ciclo curto, tornando-se uma atividade com rápido retorno econômico principalmente para a agricultura familiar. Dentre essas hortaliças, o rabanete se destaca por ser uma tuberosa com tempo para a colheita bastante reduzido. O rabanete tem produção mundial estimada em sete milhões de toneladas por ano, sendo o Japão um dos grandes produtores (ITO e HORIE, 2008).

Sendo ainda uma cultura de pequena importância econômica, em termos da área plantada, o rabanete é cultivado em grande número por pequenas propriedades (LINHARES et al. 2010).

Segundo Silva et al. (2006), o rabanete também é amplamente utilizado em programas de pesquisa, devido ao seu curto ciclo de produção, que proporciona resultados em curto espaço de tempo.

Ao longo do ciclo, o teor de água útil no solo deve ser mantido próximo a 100% da capacidade de campo, evitando flutuações para que não ocorram rachaduras. Dentre as opções para se manter a água por mais tempo no solo, o uso de polímeros hidroretentores vem aumentando.

O manejo adequado da irrigação, que envolve a decisão de quando e quanto irrigar, visa maximizar a eficiência do uso da água, minimizar o consumo de energia e manter favoráveis as condições de umidade do solo (MAROUELLI et al., 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade do rabanete, submetidas a diferentes doses de polímero hidroretentor, e a diferentes lâminas de água.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A cultura do Rabanete

Pertencente à família *Brassicaceae* o rabanete (*Raphanus sativus L.*), possui porte pequeno, sendo as raízes globulares de coloração escarlate-brilhante as de maior aceitação e consumo no mercado brasileiro (LINHARES et al., 2010).

É originário da região mediterrânea da Europa, mostra-se cultura bastante expressiva em algumas regiões do Brasil, sendo utilizado em saladas e na fabricação de conservas. Nutricionalmente o rabanete é rico em vitaminas C e B6, ácido fólico, potássio, elevada quantidade de fibras alimentares, significativa atividade antioxidante e isotiocianatos, e possui baixa quantidade de calorías (CAMARGO et al., 2007).

O rabanete é uma das plantas cultivadas mais antigas que se tem notícia, havendo registros de que ele seja cultivado há mais de três mil anos (PEREIRA, 2002).

A raiz do rabanete comercialmente falando tem seu tamanho definido pelo mercado consumidor e como regra geral deve possuir coloração característica, ausência de danos físicos e de rachaduras. Seu valor nutritivo em grande parte dá à presença de vitaminas, especialmente a potássio e magnésio (EMBRAPA, 2014).

O ciclo do rabanete é um dos mais rápidos entre as hortaliças, com início das colheitas aos 20-30 dias, dependendo da estação do ano (FILGUEIRA, 2000). Segundo Souza Filho et al. (2005), o solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o de textura média, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes.

A cultura adapta-se melhor ao plantio no outono-inverno, tolerando bem o frio e geadas leves. O desenvolvimento da raiz tuberosa é favorecido por temperaturas baixas e dias curtos, condições estas que mantêm a planta vegetativa por mais tempo. Quando a temperatura se eleva e o fotoperíodo se alonga, as cultivares anuais pendoam, mesmo antes da formação da raiz (FILGUEIRA, 2007).

2.2 Exigências hídricas da cultura

A disponibilidade de água às culturas é variável de acordo com a espécie vegetal e o tipo de solo. Além disso, o manejo dado ao solo é muito importante no

aumento ou redução da disponibilidade hídrica dos solos. Segundo Azooz et al. (1996), a conservação da umidade do solo é uma questão crítica para a produção agrícola.

A água é fator limitante para o desenvolvimento agrícola e sua falta, tanto quanto o excesso, afeta o crescimento, a sanidade e a produção das culturas (MONTEIRO et al., 2006). Assim, deve-se considerar o uso racional dos recursos disponíveis no processo de produção, de forma a se obter os mais altos níveis de rendimento econômico (LIMA et al., 2012).

As variações de temperatura e umidade do solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes. Kang e Wan (2005) afirmam que tanto a produtividade como a qualidade do rabanete são influenciada por períodos de seca ou por irrigações manejadas de maneira inadequada.

Para Pereira et al. (1999), não somente a quantidade de água pode influenciar os parâmetros de produção e qualidade, mas também o manejo da irrigação. Os autores afirmam ainda que a umidade do solo deva ser mantida elevada, próxima a 100% da capacidade de campo, ao longo de todo o ciclo da cultura de rabanete.

2.3 Sistema de irrigação por gotejamento

A irrigação é uma prática usada em agricultura com a finalidade de suprir as necessidades hídricas das culturas, tendo em conta a precipitação que ocorre numa dada região e a distribuição temporal da mesma (RAPOSO, 1996).

De acordo com Biscaro, 2009 a irrigação localizada se caracteriza por ser um método de irrigação de alta frequência, ou seja, apesar da água ser aplicada em pequenas quantidades, o solo é mantido constantemente úmido. Para a escolha correta do emissor, deve-se primeiramente conhecer a cultura a ser irrigada suas características fisiológicas e nutricionais as necessidades hídricas.

O manejo adequado da irrigação, que envolve a decisão de quando e quanto irrigar, visa maximizar a eficiência do uso da água, minimizar o consumo de energia e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas (MAROUELLI et al., 1996).

O sistema de irrigação por gotejamento caracteriza-se pela presença de emissores (gotejadores) através dos quais a água escoia após ocorrer dissipação de pressão ao longo de uma rede de condutos. As vazões de cada emissor geralmente

variam de 2 a 20 L h⁻¹ (MANTOVANI et al., 2007). Segundo Souza et al. (2005), entre os sistemas de irrigação, o gotejamento possui as melhores condições de proporcionar alto controle e alta uniformidade na aplicação de água e fertilizantes.

O movimento de água no solo sob irrigação localizada com ponto de emissão superficial é utilizado como um índice para o dimensionamento e o manejo da água de irrigação, devido seu conhecimento ser essencial para a determinação do espaçamento entre os emissores. O espaçamento dos emissores deve ser de tal maneira que uma faixa molhada se forme, porém a sobreposição exagerada, além do maior custo devido ao maior número de emissores, diminuirá a eficiência de aplicação da água de irrigação (MAIA et al., 2003).

Para realização do manejo de irrigação via clima é necessário se conhecer o consumo de água pelas culturas diante de sua evapotranspiração (Etc), que representa a lâmina que deve ser aplicada ao solo para manter o crescimento e a produtividade em condições ideais (PEREIRA et al., 1997).

O manejo otimizado da irrigação requer uma estimativa sistemática do estado energético de água no solo para que sua lâmina e, conseqüentemente, o tempo de irrigação seja apropriado. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos, em que a água disponível para a planta não seja limitada enquanto a lixiviação, quando for conveniente, seja previamente definida (MORGAN et al., 2001).

2.4 Polímero Hidroretentor (hidrogel)

O polímero hidroretentor é um condicionador de solo e serve como reservatório de água no solo, aumentando sua disponibilidade às plantas (SAMPAT, 1973 citado por BALENA, 1998). Quando seco, este produto possui forma granular, e quando em contato com água, cada grânulo incha como uma partícula gelatinosa, elástica e macia, absorvendo e armazenando em água (BALENA, 1998).

O polímero hidroretentor, 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 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).

O surgimento dos primeiros hidrogéis a base de poliacrilamida ocorreu na década de 1950, quando a capacidade de retenção de água deionizada era de 20 vezes a sua massa. Em 1982, após melhorias tecnológicas, as propriedades de retenção de água do polímero foram elevadas para até 400 vezes a sua massa seca. Os trabalhos de pesquisa com o uso de hidrogéis para fins agrícolas e silviculturais tiveram início no exterior na década de 1980. No Brasil, a pesquisa com esses produtos tiveram início no final da década de 1990 (AZEVEDO et al., 2002).

Conforme Balena (1998), os polímeros hidroretentores, cuja forma quando secos é granular e quebradiça, passam a formar gel quando são hidratados e sua forma macia e elástica permite que absorvam cerca de cem vezes o próprio peso em água.

Segundo Azevedo (2000), presença do hidrogel no substrato permite ampliar os intervalos entre irrigações, sem comprometer o crescimento da planta por déficit de água. Quando esses polímeros são incorporados ao substrato hortícolas, os efeitos do hidrogel têm provocado resultados variados nas características de retenção de água, no consumo de água e na resposta das plantas (FONTENO & BILDERBACK, 1993).

No Brasil alguns polímeros hidroretentores são utilizados na produção de frutas, hortaliças e mudas de diversas espécies, tal como na formação de gramados em jardins, campos de futebol e de golfe. No entanto, as informações científicas de seu uso como condicionadores de solo são poucas, sendo necessário conhecer e quantificar a contribuição advinda da aplicação desses polímeros na disponibilidade de água em diferentes tipos de solo (OLIVEIRA et al. 2004).

A resposta das plantas ao uso do hidrogel depende de sua intensidade e duração e é variável em cada espécie e fase de desenvolvimento, sendo, também, fortemente influenciada pela condição ambiental dos locais de estudo (TAIZ E ZEIGER 2009), o que evidencia a necessidade de se estudarem os efeitos do hidrogel em diferentes espécies e situações.

O processo de absorção de água em cada molécula do polímero hidroretentor é químico. A água é absorvida e retida pelo produto devido a um processo de repulsão eletrostática que ocorre entre as cargas na estrutura do polímero e o mesmo torna-se um gel (VARENNES et al., 1997).

Segundo Azevedo et al. (2002) os polímeros sofrem degradação em função da concentração de sais contidos nos solos, pela prática da adubação, bem como por radiação ultravioleta. Sua degradação resulta na liberação de dióxido de carbono, água e amoníaco. Não há nenhum problema relacionado à toxicidade residual.

Um fator limitante ao uso desses polímeros é o seu custo, ainda elevado, porém podem ser obtidos resultados positivos com doses baixas; essas pequenas doses podem trazer a melhoria das condições de retenção de água e nutrientes no substrato, propiciando mais uma alternativa na produção de mudas desta espécie, com menores custos (HAFLE et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento foi realizada na cidade de Dourados (MS), na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados, entre 05 de julho e 18 de agosto de 2016. A altitude média local é de 446 m, com latitude de 22° 11' 45" S e longitude 54° 55' 18" W (Figura 1).



FIGURA 1. Vista parcial do experimento. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS, 2016.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006). E conforme os dados da (Tabela 1) não foram realizadas nenhuma aplicação de fertilizante, pois o principal objetivo era avaliar as doses de polímero hidroretentor.

QUADRO 1. Análise química do solo da área experimental. Dourados-MS, 2016.

Profundidade m	pH*	P g dm ⁻³	MO g dm ⁻³	K -----cmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
										%
0,0-0,2	4,9	9,73	21,45	0,30	6,83	2,42	6,69	9,55	12,23	58,8
0,2-0,4	5,3	8,06	19,18	0,32	8,90	3,10	5,35	12,32	17,67	69,7

*pH em CaCl₂

O preparo da área foi realizado 30 dias antes da semeadura, com uma aração e uma gradagem no solo. A limpeza da área consistiu-se na eliminação de ervas daninhas. Aos 10 dias antes da semeadura o solo foi encanteirado.

A aplicação do polímero hidroretentor no solo foi realizado três dias antes da semeadura com o produto não hidratado, e sua incorporação foi feita com auxílio de rastelos para homogeneizar o produto no solo (Figura 2). Após a incorporação do polímero hidroretentor e preparo dos canteiros, foi instalado o sistema de irrigação e aplicada lâminas de água, em quantidade suficiente para hidratar as doses de polímero hidroretentor.



FIGURA 2. a) Aplicação do polímero hidroretentor no solo; b) incorporação do polímero hidroretentor no solo. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado, do tipo gotejamento, da marca Petroísa, modelo Manari, com mangueiras espaçadas de 30 cm entre si e gotejadores espaçados em 20 cm (Figura 3). O sistema de irrigação foi instalado três dias antes da semeadura que foi realizada no dia 05 de julho de 2016 utilizando-se a variedade de rabanete Early Scarlet Globe, da Empresa Hortíceres sementes.



FIGURA 3. Detalhe do sistema de irrigação localizada por gotejamento superficial. Área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS 2016.

O manejo da irrigação foi realizado diariamente através da estimativa da evapotranspiração de referência (E_{To}), baseado no método de Penman-Monteith (MONTEITH, 1973) (Equação 1).

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900 U_2}{T + 273} \right) (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (1).$$

Em que,

E_{To} : evapotranspiração de referência (mm dia^{-1});

R_n : radiação líquida ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$);

G : fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$);

Δ : declinação da curva de saturação do vapor da água ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);

U_2 : velocidade média do vento a 2 m acima da superfície do solo (m s^{-1});

T : temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$);

$(e_s - e_a)$: déficit de pressão de vapor (kPa);

γ : constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Os dados foram obtidos na Estação Meteorológica Automatizada Dourados-A721 (INMET), latitude $-22^{\circ}11'34''$, longitude $-54^{\circ}54'41''$. O manejo da irrigação é realizado por meio de balanço hídrico, e as lâminas utilizadas para a condução do experimento foram 50%, 75% e 100% da Eto.

O delineamento experimental foi em esquema fatorial 3X2, sendo três lâminas de irrigação (50%, 75% e 100% da Eto) e duas doses de hidrogel (40 e 60 g m²) com quatro repetições. Os canteiros de cada parcela experimental possuíam 2,0 m de comprimento e 1,0 m de largura. Foram utilizadas três linhas de plantas espaçadas de 30 cm entre si e 50 cm entre plantas, cada subparcela foi constituída por 40 plantas, sendo úteis as dez plantas centrais.

Para a definição de quais as doses de polímero hidroretentor seriam aplicadas nos tratamentos, baseou-se no trabalho realizado por Borelli, 2016 no qual se verifica que a dose mais indicada para a cultura é de 40 g m² com uso de gotejamento superficial que se mostrou mais adequado para a cultura.

Aos 44 dias após a sementeira, foi realizada a colheita de 10 plantas por linha central de cada parcela, para avaliação das seguintes variáveis: número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA) (cm), comprimento total (CT) (cm), diâmetro vertical (DV) e horizontal (DH) das raízes (cm), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca das raízes (MFR) (g) e massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) (g). Utilizou para a medição de diâmetro das raízes o paquímetro eletrônico, para medir a altura usou-se régua métrica e para pesar as amostras usou-se balança analítica de precisão.

Após a determinação da massa fresca das folhas e das raízes as amostras foram acondicionadas em sacos de papel etiquetados e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C até que atingissem massas constantes. Com auxílio de uma balança analítica de precisão (0,01g), foram determinadas as suas massas em gramas.

Para as análises estatísticas, utilizou-se o programa Assistat 7.7. O efeito dos tratamentos e da relação entre as variáveis foram avaliados por meio de análise de variância, verificando-se a significância pelo teste F. Quando significativos (5%) realizou-se o teste de Tukey para avaliações de médias (SILVA, 2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evapotranspiração e necessidades hídricas

A evapotranspiração de referência (Eto) média ao longo do experimento foi de 2,75 mm dia⁻¹ acumulada durante os 43 dias da cultura no campo. A umidade relativa mais alta durante o experimento foi de 80,72 %, e a maior temperatura média durante o experimento foi de 25,08 °C, e a radiação global de 28,07 MJ m⁻². Sendo esses fatores climáticos, os maiores responsáveis pelo poder evapotranspirativo das plantas (ALLEN et al., 1998).

A quantidade de água (chuva + irrigação) aplicada durante o experimento foi 131,34; 98,48; 65,9 para os tratamentos de 100%, 75% e 50% da Eto, somando 295,72 mm. Desse total de água aplicado a chuva foi responsável por 53,2 mm. Diante das lâminas aplicadas juntamente com a precipitação pluviométricas, as plantas de rabanete não passaram por estresse hídrico.

4.2 Parâmetros produtivos

Conforme os resultados da análise de variância (Quadro 2) verifica-se que as lâminas utilizadas influenciaram as variáveis de diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca parte aérea (MSPA).

Já para às doses do polímero hidrotentor hidrogel foram significativas apenas as variáveis de comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento total (CT) e massa seca da raiz (MSR), sendo as outras variáveis não significativas ao teste de variância.

E com relação à interação entre as lâminas e as doses combinadas, as doses do polímero hidrotentor houve influencia significativa para as variáveis de diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da raiz (MSR).

QUADRO 2. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto) diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), número de folhas (NF), comprimento parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca raiz (MFR), massa fresca parte aérea (MFPA), massa seca raiz (MSR) e massa seca parte aérea (MSPA) em relação à forma de irrigação por lâminas de água por gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2016.

FV	GL	DH	DV	NF	CPA	CT	MFR	MFPA	MSR	MSPA
Lâmina	2	40,13 **	41,03 **	19,27**	31,47**	38,40**	47,66 **	42,06 **	40,46 **	37,45 **
Dose	1	0,38 ns	3,30 ns	1,25 ns	4,70*	5,04*	3,31 ns	2,14 ns	6,04 *	2,71 ns
CV%		9,75	9,38	6,79	8,46	8,13	20,86	19,54	21,99	19,63

1 Fonte de variação, 2 Graus de liberdade, ns, * e **: Não significativo, significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Em relação às lâminas aplicadas (50%, 75%, 100%), houve efeito significativo para todas as variáveis avaliadas (Quadro 2). Já em relação às doses de polímero hidroretentor tiveram significância apenas as variáveis de comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT) e massa seca da raiz (MSR), as outras variáveis não obtiveram efeito significativo ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

QUADRO 3. Médias do diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rabanete ciclo de cultivo (julho/agosto) relacionadas às lâminas de água aplicadas (50%, 75% e 100% da Eto). Dourados-MS, 2017.

Lâmina	DH	DV	NF	CPA	CT	MFR	MFPA	MSR	MSPA
100%	23,50 c	25,44 b	6,13 b	10,25 c	12,67 c	7,96 c	3,55 c	0,43 b	0,39 c
75%	32,53 b	35,78 a	7,27 a	12,55 b	16,03 b	19,69 b	6,88 b	1,15 a	0,77 b
50%	36,72 a	39,04 a	7,51 a	14,40 a	18,20 a	25,84 a	9,50 a	1,36 a	1,00 a

Observa-se que de todas as lâminas aplicadas, à lâmina de 50% da Eto foi a que obteve as melhores médias. As médias referentes à lâmina de 100% da Eto tiveram as menores médias, esse efeito pode estar relacionado com um possível estresse hídrico causado por um excesso de umidade relacionado às doses de polímero

hidroretentor, provavelmente, por a associação dos efeitos do polímero hidroretentor ter alterado as propriedades físicas e químicas do solo, alterando a porosidade e diminuindo o movimento da solução por elevar a capilaridade minimizando então a relação água/ar, gerando condições desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas.

A extensão dos danos decorrentes do encharcamento do solo depende de vários fatores, incluindo a duração do período de saturação, o estágio de desenvolvimento da planta, a espécie e as condições ambientais (SCHOFFEL et al., 2001; SEVERINO et al., 2005).

Para a cultura do rabanete, os resultados encontrados nesse trabalho estão de acordo com as afirmações feitas por Pereira et al. (1999) os quais deixaram evidente que o estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura pode alterar seu desenvolvimento, modificando a fisiologia, morfologia e, principalmente, afetando as relações bioquímicas da planta.

QUADRO 4. Médias do comprimento da parte aérea, comprimento total e massa seca da raiz, no segundo ciclo de cultivo (abril/maio), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial em diferentes lâminas de água. Dourados-MS, 2016.

Dose	CPA	CT	MSR
60 g	12,86 a	16,22 a	1,09 a
40 g	11,93 b	15,05 b	0,87 b

Para o comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT) e massa seca da raiz (MSR) as maiores medias foram encontras na dose de 60 g m² de polímero hidroretentor, de acordo com Costa et al. (2006), os autores afirmam que variações de umidade e temperatura no solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes. E segundo Pereira et al. (1999) o rabanete exige um elevado teor de água útil no solo, próximo a 100%, ao longo de todo o ciclo. Sendo que, flutuações no teor hídrico do solo acarretam rachaduras nas raízes (FILGUEIRA, 2000).

A adição de polímeros hidroretentores no solo melhora o armazenamento de água, reduz as perdas por lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem

do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas.

Por outro lado, Balena (1998) e Coelho et al. (2008) afirmam que o uso de hidrogel pode diminuir progressivamente a permeabilidade dos solos devido ao aumento da concentração de polímeros sugerindo uma limitação quanto ao seu uso em relação ao aspecto de infiltração de água no solo.

QUADRO 5. Médias de interação entre os fatores A (lâminas de água) e B (doses de polímero hidrorretentor) em relação ao diâmetro horizontal e vertical, comprimento total e comprimento da parte aérea no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto). Dourados-MS, 2016.

A	B							
	DH		DV		CT		CPA	
	60 g	40 g						
100%	23,75 cA	23,26 bA	26,61 cA	24,27 bA	12,75 cA	12,60 bA	10,32 cA	10,17 bA
75%	30,65 bA	34,40 aA	34,32 bA	37,24 aA	15,91 bA	16,16 aA	12,58 bA	12,51 aA
50%	39,49 aA	33,95 aB	42,82 aA	35,26 aB	20,00 aA	16,41 aB	15,68 aA	13,12 aB

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas para a coluna e letras maiúsculas para linha.

A partir dos resultados obtidos pela análise de variância, podemos observar a diferença entre as médias dos tratamentos. Para o diâmetro horizontal a lâmina de água que deu melhor resultado foi a de 50% da Eto com a dose de 60 g m², para as lâminas de 75% e 100% da Eto não houve diferença nas lâminas, mas não nas doses de polímero hidrorretentor aplicadas. O diâmetro vertical as lâminas de 75% e 50% da Eto não tem diferença estatística, e para as doses as lâminas de 100% e 75% da Eto obtiveram melhores resultados.

Para o comprimento total a melhor lâmina de água foi a de 50% da Eto, mas em relação às dose de 60 g m² de polímero hidrorretentoras as lâminas de água não tiveram diferença entre as médias. Já para a dose de 40 g m², as melhores lâminas de

água foram as de 75% e 50% da Eto, e as melhores doses foram às lâminas de 100% e 75%. Para o comprimento da parte aérea na dose 60 g m² não houve diferença entre as doses de polímero hidretentor sendo a melhor lâmina de água a de 50% da Eto. Para a dose de 40 g m² os melhores tratamentos foram de 100% e 75% da Eto para a dose aplicada, e referente à lâmina as melhores médias foram as de 75% e 50%.

De acordo com Sá et al. (2004) a capacidade de drenagem é uma das principais características do solo que pode afetar o desenvolvimento e rendimento das plantas, visto que o excesso de água armazenada na faixa de solo explorada pelo sistema radicular das plantas afeta diretamente a taxa respiratória, uma vez que, nestas condições, o excesso de umidade interfere na aeração do solo, diminuindo a disponibilidade de oxigênio para a planta e as células da parte aérea são as primeiras a sentirem o estresse hídrico.

QUADRO 6. Médias de interação entre os fatores A (lâminas de água) e B (doses de polímero hidretentor) em relação à massa fresca da raiz, massa fresca da parte aérea e massa seca da raiz no ciclo de cultivo do rabanete (julho/agosto). Dourados-MS, 2016.

A	B					
	MFPA		MFR		MSR	
	60 g	40 g	60 g	40 g	60 g	40 g
100%	3,62 cA	3,49 bA	8,53 cA	7,39 bA	0,47 cA	0,39 bA
75%	6,47 bA	7,29 aA	17,19 bA	22,18 aA	1,13 bA	1,17 aA
50%	11,01 aA	7,99 aB	31,92 aA	19,77 aB	1,67 aA	1,05 aB

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas para a coluna e letras maiúsculas para linha.

Referente à massa fresca da parte aérea, para a dose de 60 g m² não houve diferença entre os tratamentos referente à dose, mas o que difere é a lâmina aplicada sendo a melhor a de 50% da Eto. Para a dose de 40 g m² as melhores lâminas de água foram a de 75% e 50% da Eto, e as melhores doses aplicadas foram a de 100% e 75%.

Para a massa fresca da raiz, os tratamentos com a dose de 60 g m² não se diferem na dose, mas diferem na lâmina de água sendo o tratamento de 50% da Eto o melhor. Já para a dose de 40 g m² as melhores doses são os tratamentos de 100% e 75%. E a melhor lâmina de água são os tratamentos 75% e 50%.

Na massa seca da raiz os tratamentos não se diferem entre si, referente à dose aplicada de 60 g m², mas na lâmina de água o tratamento de 50% da Eto tem a melhor média. Para a dose de 40 g m², os tratamentos 100% e 75% são melhores nas doses aplicadas, mas nas lâminas de água os tratamentos 75% e 50% são melhores.

Uma possível explicação para a influencia das doses de polímero hidroretentor nos parâmetros avaliados seria devido sua composição química contendo acrilato de sódio e potássio (Borelli, 2016).

Ainda de acordo com Borelli, 2016 a aplicação de doses de polímero hidroretentor na cultura do rabanete, de modo geral, se mostra satisfatória e benéfica e os resultados obtidos nesse trabalho se encaixam com os apresentados pelo autor.

Segundo Borelli, 2016 à escassez de informações científicas com relação ao uso de polímero hidroretentor na cultura do rabanete, A maior parte das pesquisas realizadas mostrou-se favorável ao emprego de polímeros nos solos, apresentando como vantagem a melhor utilização da água, uma vez que os polímeros retêm a água e estocam, dessa forma a raiz da planta pode absorvê-la através de seus pelos absorventes, mantendo-a nessa situação por um período melhor de tempo.

5. CONCLUSÃO

- A cultura do rabanete respondeu significativamente as doses de polímero hidroretentor somente para alguns parâmetros avaliados, como comprimento total e da parte aérea e massa seca da raiz.
- A dose mais indicada é de 60 g m^2 com uso da lâmina de 50% da Eto, que se mostrou mais adequado para a cultura.
- A melhor lâmina de água para todos os parâmetros avaliados foi a de 50% da Eto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, 1998. 301 p.

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

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

AZOOZ, R.H.; ARSHAD, M.A. & FRANZLUEBBERS, A.J. Pore size distribution and hydraulic conductivity affected by tillage in northwestern Canada. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60, p. 1197-1201, 1996.

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

BISCARO, Guilherme Augusto. **Sistemas de Irrigação por Aspersão**. Dourados, MS: Editora da UFGD, 2009. 134 p.

BORELLI, Aline Baptista. **Aplicação de polímero hidroretentor na cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial**. Dourados, MS: UFGD, 2016.

CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, p. 181-195, 2007.

COELHO, J. B. M.; Barros, M. F. C.; Correa, M. M.; Wanderley, R. A.; Coelho Júnior, J. M.; Figueredo, J. L. C. Efeito do polímero hidratassolo sobre propriedades físico-hídricas de três solos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.253-259, 2008.

COSTA, C.C.; OLIVEIRA,C.D; SILVA, C.J.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, I.C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 118-122, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMBRAPA. **Hortaliças em números: Situação da produção de hortaliças no Brasil**, 2008. Disponível

http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm. Acesso em: 18/01/2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402p., 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3º ed. Viçosa: UFV, 421p., 2007.

FILGUEIRA, F.A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG: UFV, 2008. 421 p.

FONTENO, W.C.; BILDERBACK, T.E. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. **Journal American Society Horticulture Science**, v.118, n.2, p.217-22, 1993.

HAFLE O.M.; CRUZ M.C.M; RAMOS, J.D.; RAMOS, O.S.; SANTOS, V.A. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidroretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**; v. 3, n. 3, p. 232-236, 2008.

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

ITO, H.; HORIE, H.A. A Chromatographic Method for Separating and Identifying Intact 4- Methylthio-3-Butenyl Glucosinolate in Japanese Radish (*Raphanus sativus* L.). **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 42, n. 2, p. 109-114, 2008.

KANG, Y.; WAN, S. Effect of soil water potential on radish (*Raphanus sativus* L.) growth and water use under drip irrigation. **Scientia Horticulturae**, v. 106, p. 275-292, 2005.

LINHARES, P.C. F.; PEREIRA, M. F. S.; OLIVEIRA, B. S; HENRIQUES, G. P. S. A.; MARACAJÁ, P.B. Produtividade de Rabanete em Sistema Orgânico de Produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p.94-101. 2010.

LIMA, AR.M., FRANÇA, F.M.C., GONDIN, R.S. Novo modelo de irrigação para a região Nordeste do Brasil. In: OLIVEIRA, T.S., ASSIS JR., R.N., ROMERO, R.E. & SILVA, J.R.C. (eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: SBCS, p.347-355. 2012.

LOPES, J.L. W. et al. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MAIA, C.E., LEVIEN, S.L.A., MEDEIROS, J.F., MATOS, J.A., FERNANDES, A.M., MENDONÇA JÚNIOR, C.F, SILVA, C.A., SILVA, F. V. Bulbo úmido em Neossolo Quartzarênico sob irrigação por gotejamento superficial em função da vazão do emissor e tempo de aplicação da água. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**, 13. Juazeiro-BA, 2003. Anais... Juazeiro-BA, ABID, 2003a. CD ROM.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2007. 358p

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, 1996. 72p.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory – And field – Derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, v.234, p.153-157, 2001.

MONTEIRO, R. O. C.; COLARES, D. S.; COSTA R. N. T.; LEÃO, M. C. S.; AGUIAR, J.V. Função de resposta do meloeiro a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, p.455-459, 2006.

MONTEITH, J. L. **Evaporation and environment**. **Symposia of the Society for Experimental Biology**, v.19, p.205-234, 1973.

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.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA. G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: Fealq, 1997.

PEREIRA, A. J.; BLANK, A. F.; SOUZA, R. J.; OLIVEIRA, P. M.; LIMA, L. A. Efeito dos níveis de reposição e frequência de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 117-120, 1999.

PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plásticos com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba. 2002.

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.

RAPOSO, J. R. A Rega – **Dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega**. 1ª Edição. Edição da Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1996. p.88-148.

SÁ, J. S.; CRUCIANI, D. E.; MINAMI, K. Efeitos de inundações temporárias do solo em plantas de ervilha. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.50- 54, 2004.

SCHOFFEL, E. R.; SACCOL, A. V.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.31, p. 7-12, 2001.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. A. **Comportamento da mamoneira sob encharcamento do solo**. Campina Grande, 2005. 14 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57).

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2012.

SILVA, C.J.; COSTA, C.C.; DUDA, C.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, I.C. Crescimento e produção de rabanete cultivado com diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino. **Revista Ceres**, v.53, p. 25-30. 2006.

SOUZA, E.A.; COELHO, E.F.; PAZ, V.P.S.; COELHO FILHO, M.A. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com fósforo por gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 495-499, 2005.

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

VARENNES, A de; BALSINHAS, A. de; CARQUEJA, M.J. Effects of two Na polymers on the hydrophysical and chemical properties of a sandy soil, and on plant growth and water economy. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.20, n.4, 1997.