UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

APLICAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA CULTURA DO RABANETE IRRIGADO VIA GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL

ALINE BAPTISTA BORELLI

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016

APLICAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA CULTURA DO RABANETE IRRIGADO VIA GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL

ALINE BAPTISTA BORELLI
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. GUILHERME AUGUSTO BISCARO

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B726a	Borelli, Aline Baptista. Aplicação de polímero hidroretentor na cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial. / Aline Baptista Borelli. – Dourados, MS : UFGD, 2016. 51f. Orientador: Guilherme Augusto Biscaro. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Disposição de mangueiras. 2. Hidrogel. 3. Irrigação localizada. 4. *Raphanus sativus*. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

APLICAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA CULTURA DO RABANETE IRRIGADO VIA GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL

por

ALINE BAPTISTA BORELLI

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTORA EM AGRONOMIA

Aprovada em: 13/04/2016

Dr. Guilherme Augusto Biscaro
UFGD/FCA

Drª. Anamari Viegas de Araujo Motomiya
UFGD/FCA

Dr. Luciano Oliveira Geisenhoff
UFGD/FCA

Drª. Alessandra Mayumi Tokura Alovisi
UFGD/FCA

Dr. Eber Augusto Ferreira do Prado
UEMS/NUCET

Simone P. Bottega

Drª. Simone Priscila Bottega
UEMS

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, meu pai criador;

Jesus, mestre da minha vida;

Minha mãe, Vera L. Baptista Borelli, minha guerreira;

Meu pai, Luiz Carlos Borelli, meu exemplo de luta e humildade;

E ao meu irmão, Diogo Baptista Borelli, meu amigo pra vida inteira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por ter me dado o dom da vida, a sabedoria e a força para superar as dificuldade e realizar este trabalho.

A JESUS, meu mestre que ilumina meu caminho todos os dias.

A minha família por ser sempre meu apoio, exemplo, sustento e fonte de amor incondicional.

Ao Professor Guilherme Augusto Biscaro pela orientação, por seus ensinamentos pessoais e a grande amizade.

Á professora Anamari Viegas de Araújo Motomiya, por sua amizade, carinho, compreensão e por toda a sua ajuda.

Á minha maravilhosa equipe de amigos e de trabalho: Antonio Rodrigues, Amilcar Niz, Francielli Schwerz, Juliana Mattos, Mirian Analy Alves e Gabriel Queiroz de Oliveira, por toda a ajuda, companheirismo e amizade de cada um.

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

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

A UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados – Pela oportunidade, apoio e disponibilidade de infraestrutura para a realização do Doutorado.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO x

ABSTRACT..... xii

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA..... 3

2.1 A cultura do rabanete 3

2.2 Parâmetros de qualidade para hortaliças 5

2.3 Efeitos da irrigação na produtividade e qualidade de rabanete 7

2.4 Sistema de irrigação por gotejamento..... 8

2.5 Uso da irrigação por gotejamento subsuperficial..... 9

2.6 Polímero Hidroretentor (hidrogel)..... 11

3 OBJETIVOS..... 15

3.1 Objetivo Específico..... 15

3.2 Hipótese..... 15

4 MATERIAL E MÉTODOS..... 16

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 22

6 CONCLUSÕES..... 43

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 44

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 1. Estrutura química do polímero..... 13

FIGURA 2. Médias por decêndio das temperaturas (máximas e mínimas) e precipitação total na época de desenvolvimento do experimento, UFGD, Dourados - MS, 2013 2014..... 16

FIGURA 3. a) Preparo dos canteiros; b) incorporação do polímero hidroretentor no solo. Area de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourado-MS..... 18

FIGURA 4. Vista parcial do experimento no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro). Area de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS, 2013..... 18

FIGURA 5. Detalhe do sistema de irrigação localizada por gotejamenteo superficial. Area de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS..... 19

FIGURA 6. Número de folhas de rabanete, nos diferentes ciclos de cultivo, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 24

FIGURA 7. Diâmetro de raiz, nos diferentes ciclos de cultivo, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 26

FIGURA 8. Comprimento de parte aérea, nos diferentes ciclos de cultivo, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 27

FFIGURA 9. Comprimento de raiz, no segundo ciclo de cultivo (abril/maio), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento

superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 28

FIGURA 10. Massa freca de raiz, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 29

FIGURA 11. Massa freca de parte aérea, no primeiro ciclo de cultivo do rabanete (outubro/novembro), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 31

FIGURA 12. Massa freca de parte aérea, no segundo ciclo de cultivo do rabanete (abril/maio), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 32

FIGURA 13. Massa seca de raiz, no primeiro ciclo de cultivo do rabanete (outubro/novembro), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 33

FIGURA 14. Massa seca de parte aérea (MSPA), nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 34

FIGURA 15 Firmeza (textura) das raízes, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 38

FIGURA 16. Acidez nas raízes, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 40

FIGURA 17. Acidez nas raízes, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104..... 41

APLICAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA CULTURA DO RABANETE IRRIGADO VIA GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de polímero hidroretentor (hidrogel) na produtividade e na qualidade da cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial. Os tratamentos foram constituídos por duas posições de instalação das linhas gotejadoras, superficial e subsuperficial, e seis doses de polímero hidroretentor (0, 20, 40, 60, 80 e 100 $g.m^2$) em um Latossolo Vermelho Distroférrico. O experimento foi conduzido em dois ciclos de cultivo no período de outubro a novembro de 2013 e de abril a maio de 2014, na área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas com cinco repetições. Aos 33 dias após a semeadura (DAS) foi realizada a colheita, sendo avaliados os parâmetros de produtividade: número de folhas ($folhas.planta^{-1}$), diâmetro da raiz (mm), comprimento da parte aérea e da raiz (cm), massa fresca da parte aérea e de raiz (g), massa seca da parte aérea e raiz (g). E parâmetros de qualidade: pH, e teores de sólidos solúveis totais (°Brix) nas raízes, firmeza e acidez. Todas as variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F. E aplicou-se para fonte de variação doses de polímero hidroretentor a comparação através de modelo de regressão. Concluiu-se que a produção de raízes de rabanete, foi influenciada pela posição das mangueiras gotejadores, sendo que a irrigação por gotejamento superficial foi estatisticamente superior ao gotejamento subsuperficial para o número de folhas e massa fresca de raiz no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro) e para comprimento de parte aérea no segundo ciclo de cultivo (abril/maio). Com relação às doses de polímero hidroretentor, pode-se concluir que a cultura do rabanete respondeu significativamente as doses nos dois ciclos de cultivo.

Palavras-chave: disposição de mangueiras, hidrogel, irrigação localizada, *Raphanus sativus*.

POLYMER HIDRORETENTOR APPLICATION IN CULTURE RADISH IRRIGATION DRIP VIA SURFACE AND SUBSUPERFICIAL

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of hidroretentor polymer doses (hydrogel) on productivity and quality of irrigated radish, via surface and subsurface drip. The treatments consisted of two positions of installation of gotejadoras lines, surface and subsurface and six hidroretentor polymer doses (0, 20, 40, 60, 80 and 100 g.m2) in a Hapludox. The experiment was conducted in two crop cycles in the period from October to November 2013 and April-May 2014, in the area of Irrigation and Drainage, the Faculty of Agrarian Sciences (FCA) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD) in Dourados-MS. The experimental design was a randomized block in split plot with five repetitions. At 33 days after sowing (DAS) harvest was performed and evaluated the productivity parameters: number of leaves (leaves.plant-1), root diameter (mm), length of shoot and root (cm) fresh weight of shoot and root (g), dry weight of shoot and root (g). And quality parameters: pH, and total soluble solids (° Brix) in the roots, firmness and acidity. All variables were subjected to analysis of variance by F test and applied to source of variation polymer doses hidroretentor comparison using regression model. It was found that the production of radish roots, was influenced by the position of drip hoses, and the irrigation surface drip was statistically superior to subsurface drip to the number of leaves and fresh root mass in the first cycle (October / November) and shoot length in the second growing season (April / May). With respect to hidroretentor polymer doses, it can be concluded that radish culture responded significantly doses in two cycles of cultivation.

Key-words: arrangement of hoses, hydrogel, localized irrigation, *Raphanus sativus*.

1. INTRODUÇÃO

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), exigindo altos investimentos por hectare. Essas plantas geralmente apresentam ciclo curto, tornando-se uma atividade com rápido retorno econômico. Dentre essas hortaliças, o rabanete (*Raphanus sativus L.*) se destaca por ser uma tuberosa com tempo para a colheita bastante reduzido, quando comparada aos tradicionais cultivos de cenoura e beterraba. Pertencente à família *Brassicaceae* e originária da região mediterrânea, o rabanete tem produção mundial estimada em sete milhões de toneladas por ano, sendo o Japão um dos grandes produtores (ITO e HORIE, 2008). No Brasil, sua produção ainda é pouco expressiva, sendo os estados do Sul e Sudeste os maiores produtores. Na região Nordeste, os estados que vêm se destacando na produção dessa raiz são Bahia e Pernambuco (IBGE, 2006).

Apesar da pequena importancia, em termos de área, é cultivado em grande numero por pequenas propriedades nos cinturoes verdes (CARDOSO e HIRAKI, 2001). Suas raízes apresentam altos teores de P, Ca, vitamina C e fibras, alem de baixo valor calorico, Luengo et al. (2000) o que torna interessante o seu estudo e aproveitamento como fonte alimentar.

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

A quantidade de água disponível no solo é um fator crucial para a qualidade e eficiência do crescimento das plantas, uma vez que ela participa diretamente de inúmeras reações tanto no solo como nos vegetais. Grandes quantidades de águas de chuvas e irrigações são perdidas pela infiltração e pela evaporação e os nutrientes são arrastados para fora das zonas das raízes. Nesse sentido, vem crescendo às necessidades atuais de novas tecnologias que apresentem maior eficiência na aplicação da água e aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Uma das maneiras de se promover o aumento da área irrigada de forma sustentável é optar, sempre que técnica e economicamente viável, pela implantação de sistemas de irrigação de baixo consumo de água e energia, como os sistemas de irrigação por gotejamento.

O sistema de irrigação por gotejamento se caracteriza pela aplicação da água na forma de gotas, diretamente sobre a superfície do solo, permitindo fornecer água em pequenas quantidades, próximo às raízes das plantas, não molhando as entrelinhas. Por isto o consumo de água é reduzido quando comparado a outros sistemas de irrigação (FONTES, 2002).

A irrigação por gotejamento pode ser usada tanto na superfície do solo, quanto enterrada, recebendo neste caso o nome de irrigação por gotejamento subsuperficial. Segundo Phene e Ruskin (1995), a irrigação por gotejamento subsuperficial aperfeiçoa a eficiência de aplicação uma vez que o volume armazenado pode ser maior do que nos outros sistemas de irrigação. Esse método vem sendo comparado com outros sistemas de irrigação para diferentes tipos de cultura.

Outra técnica, ainda pouco estudada, que visa aumentar a capacidade de retenção de água no solo, propiciando melhor qualidade para as plantas, é a adição de polímeros hidroretentores como condicionadores hídricos de solo. O polímero hidroretentor é caracterizado pela capacidade de absorver e liberar água e nutrientes solúveis. A natureza do arranjo das moléculas confere a esse material uma forma granular, quando secos, e ao serem hidratados, os grânulos dilatam-se, transformando-se em partículas de gel (PREVEDELLO e BALENA, 2000; AKHTER et al., 2004).

Segundo Balena (1998), a aplicação dos polímeros hidroretentores tem produzido resultados que variam de acordo com as propriedades físico-químicas dos solos, condições climáticas, culturas, propriedades dos polímeros, etc. Na literatura encontram-se trabalhos de pesquisa utilizando o polímero hidroretentor para a produção de mudas de café e eucalipto (VALLONE et al., 2004; VALE et al., 2006; ZONTA et al., 2009). Em culturas hortícolas são poucos os trabalhos com o uso dessa técnica.

Apesar das propriedades promissoras que os polímeros hidroretentores apresentam, são necessários estudos para a determinação de seus reais efeitos nas propriedades do solo e comportamento das plantas.

Diante dessas exposições, desenvolveu-se o trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de doses de polímero hidroretentor e a eficiência da irrigação superficial e subsuperficial para a cultura do rabanete.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do rabanete

Originário da região mediterrânea da Europa, o rabanete (*Raphanus sativus L.*) mostra-se uma cultura bastante expressiva em algumas regiões do Brasil, sendo utilizado em saladas e na fabricação de conservas. É uma planta pertencente à família Brassicaceae, possuindo porte pequeno e, atualmente, as raízes globulares de coloração escarlate-brilhante são as de maior aceitação e consumo no mercado brasileiro (LINHARES et al., 2010).

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

Entre 1990 e 2006 o crescimento na produção de hortaliças cresceu 63%, principalmente devido ao aumento da produtividade e da demanda, que foi em torno de 54% para o mesmo período (KOETZ et al., 2013), no entanto, ainda é uma cultura com produção pouco expressiva no Brasil (PULITI et al., 2009). Cardoso e Hiraki (2001) citam que, em termos de área plantada, o rabanete é cultivado em grande número de pequenas propriedades dos cinturões verdes das regiões metropolitanas.

A raiz do rabanete comercial tem seu tamanho definido pelo mercado consumidor e como regra geral deve possuir coloração característica, ausência de danos físicos e de rachaduras. 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 calorias (CAMARGO et al., 2007).

A cultura adapta-se melhor a solos leves, sendo a faixa de pH 5,5 a 6,8 a mais favorável. É intolerante ao transplante, necessitando ser semeado diretamente no canteiro definitivo, em sulcos de até 1,5 cm de profundidade. Deve-se efetuar o desbaste quando as plantas atingirem 5 cm de altura, deixando as mais vigorosas espaçadas de 8 a 10 cm. 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. Outra forma de prevenção de rachaduras e isoporização é a colheita precoce, antes de atingirem o tamanho máximo.

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 temperatura é o fator climático que maior influência exerce sobre a cultura, sendo frequentemente, também o principal fator limitante dessa atividade, influenciando também na temperatura do solo, estando diretamente relacionados à temperatura. A luz solar é um fator relevante para o desenvolvimento, pois promove o processo da fotossíntese. O aumento da intensidade luminosa corresponde uma elevação na atividade fotossintética, resultando em maior produção de matéria seca nas plantas (FILGUEIRA, 2007).

A cultura adapta-se melhor ao plantio no outono-inverno, tolerando bem ao frio e geadas leves. O desenvolvimento da raiz tuberosa é favorecido por temperaturas baixas e dias curtos, condições estas que se mantém 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).

Uma das vantagens de se cultivar esta espécie é a possibilidade de auferir ganhos durante o tempo transcorrido em comparação a outras culturas de ciclo mais longo, pois além de ser relativamente rústica, apresenta ciclo muito curto com rápido retorno (TORRES et al., 2003), tornando-se uma alternativa econômica para pequenos produtores.

Por se caracterizar, dentre as hortaliças, como cultura de ciclo curto, chegando a 30 dias, dependendo da variedade, torna-se uma opção ao produtor rural, por garantir um retorno rápido. Sendo ainda uma cultura de pequena importância econômica, em termos da área plantada, o rabanete é cultivado em grande número por pequenas propriedades dos cinturões verdes (LINHARES et al., 2010).

Além disso, é amplamente utilizado em programas de pesquisa, igualmente por causa de seu ciclo curto de produção, que proporciona resultados em curto espaço de tempo (SILVA et al., 2006).

2.2 Parâmetros de qualidade para hortaliças

As condições de plantio e condução da cultura podem ter efeito sobre índices físicos, químicos e físico-químicos de qualidade, determinantes da maturidade de frutas e hortaliças. Segundo Chitarra e Chitarra (1990), os principais índices para caracterização das transformações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nos vegetais podem ser divididos em:

a. índices físicos:

- forma (diâmetro longitudinal e transversal ou comprimento)
- espessura de casca (característico da cultivar)
- número de sementes (importante apenas em alguns frutos)
- peso
- rendimento em suco ou polpa (produtos destinados à indústria)
- relação polpa/casca ou polpa/caroço (produtos destinados à indústria)

b. índices químicos e físico-químicos:

- pH
- acidez
- sólidos solúveis
- relação sólidos solúveis/acidez
- açucares redutores (glicose e frutose)
- açúcares não redutores (sacarose)
- açúcares totais (redutores + sacarose)
- substâncias pécticas
- vitamina C (ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico)
- carotenóides
- respiração

Em relação aos índices físicos, Torres et al. (2003) avaliaram os efeitos da densidade de plantio sobre o peso e diâmetro de raízes de rabanete. Não se observou diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo que o peso de matéria fresca médio variou de 22,04 g a 28,63 g e o diâmetro médio variou de 31,49 mm a 33,57 mm. Pereira et al. (1999), pesquisando diferentes níveis de reposição de água na cultura de rabanete, encontraram valores médios de peso de matéria fresca de 16,07 g a 12,27 g,

significativamente diferentes, respectivamente para níveis de reposição de 100% e 60% da capacidade de campo.

A relação entre ácidos orgânicos e sólidos solúveis muitas vezes é utilizada como critério de avaliação do sabor. Segundo Chitarra e Chitarra (1990), os ácidos orgânicos dissolvidos no vacúolo das células contribuem para a acidez e para o aroma característico das plantas, pela volatilidade de alguns de seus componentes. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir com a maturação, em decorrência da respiração ou de sua conversão em açúcares, constituindo uma excelente fonte de reserva energética do fruto, através de sua oxidação no ciclo de Krebs. Os teores de acidez geralmente não excedem 2,0% em frutos e hortaliças, com raras exceções como no espinafre e limão, que podem conter teores maiores que 3%.

Sólidos solúveis indicam a quantidade de sólidos dissolvidos no suco ou polpa, com tendência de aumento com a maturação.

Segundo Hernandes (1995), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação, o teor de sólidos solúveis em melão aumentou proporcionalmente ao nível de estresse hídrico sofrido pela cultura. Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira et al. (1999), trabalhando com diferentes níveis de reposição da capacidade de campo em rabanete. Os autores observaram teores de sólidos solúveis de 4,53, 4,04 e 3,95 oBrix, respectivamente, para níveis de reposição da capacidade de campo 60%, 80% e 100%.

Chitarra e Chitarra (1990) afirmam que a vitamina C é um dos componentes nutricionais mais importantes e que cerca de 90% das necessidades dessa vitamina no homem advêm de frutos e hortaliças. Segundo os autores, seu teor médio em rabanetes é de 28 mg em 100 g de raízes. Fersini (1976) cita valores próximos, de 24 mg em 100 g de raízes. Aguila (2004) trabalhando com processamento mínimo e refrigeração de rabanetes, cita valores de 22,45 mg de ácido ascórbico em 100 g de raízes antes do início dos tratamentos (rabanete “in natura”, em temperatura ambiente).

Além de índices físico-químicos de maturidade, pode-se avaliar a qualidade de frutas e hortaliças através de atributos como aparência, textura, “flavor” (sabor e aroma), valor nutritivo e segurança.

A textura (firmeza) está diretamente relacionada ao “flavor”, pois os compostos liberados, perceptíveis ao paladar, estão relacionados com a estrutura do tecido vegetal. Os principais componentes químicos dos tecidos vegetais, responsáveis pelas mudanças de textura em frutos e hortaliças, são as substâncias pécticas, que se

encontram sob diferentes formas, caracterizadas por diferentes solubilidades (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Segundo os autores, a avaliação da textura pode ser realizada por métodos subjetivos (associação dos sentidos olfato, paladar e tato) ou objetivos, em que a textura é expressa numericamente através de equipamentos apropriados como penetrômetro, pressurômetro ou testadores de compressão, cisalhamento e tensão.

2.3 Efeitos da irrigação na produtividade e qualidade de rabanete

No Brasil, pouca ênfase tem sido dada ao estudo do consumo de água na cultura do rabanete, à sua resposta ao "déficit" hídrico e aos demais fatores relacionados à otimização da irrigação no cultivo (PEREIRA et al., 1999). Azevedo (2008) afirmam que são raros os trabalhos sobre manejo da irrigação em rabanete; no entanto, a cultura é extremamente sensível às flutuações de umidade no solo, sofrendo distúrbios fisiológicos na menor falta ou excesso de água.

Segundo Leite (1976), variações nas condições 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 de rabanete são altamente influenciadas 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 dessa 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.

Sanders (1997) afirmam que não existe um período crítico para irrigação da cultura e que todo o ciclo deve ser manejado com atenção. O autor sugere que o manejo em solos arenosos seja realizado por tensiometria, efetuando-se a irrigação sempre que o aparelho indicar uma tensão de -25 kPa.

Em rabanete, períodos de seca podem causar redução da qualidade mesmo que a produtividade não seja afetada. Grandes flutuações na umidade do solo durante o período de expansão das raízes podem ocasionar rachaduras. Estas rachaduras geralmente ocorrem quando pouca água é fornecida às plantas durante um período e repentinamente a planta recebe água em excesso. Portanto, a melhor maneira de

prevenir rachaduras em raízes é manter um fornecimento de água uniforme (SANDERS, 1997). Nesse sentido, Kramer (1969) afirma que o estresse hídrico sofrido pelas plantas pode alterar o seu desenvolvimento, modificando a fisiologia, morfologia e, principalmente, afetando as reações bioquímicas.

Os cultivos perdem água diariamente por evapotranspiração, fenômeno que envolve tanto a transpiração através das folhas das plantas como a evaporação da água do solo. As plantas precisam de uma faixa adequada de umidade no solo para poderem absorver os nutrientes necessários ao seu crescimento e desenvolvimento, pois uma carência de água pode tornar deficiente e até mesmo interromper a síntese e o transporte de nutrientes no interior dos vegetais. Assim, é essencial um fornecimento adequado de água aos cultivos para se promover o melhor desenvolvimento das plantas (SEGOVIA e LOPES FILHO, 2004).

2.4 Sistema de irrigação por gotejamento

Sistemas de irrigação localizada são aqueles em que a água é aplicada diretamente na região radicular, em pequenas intensidades e alta freqüência, podendo ser por microaspersão ou gotejamento. O sistema de irrigação por gotejamento caracteriza-se pela presença de emissores (gotejadores) através dos quais a água escoa 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).

A técnica de irrigação por gotejamento surgiu em Israel, principalmente devido à escassez de recursos hídricos (MANFRINATO, 1985). A irrigação por gotejamento tem se desenvolvido rapidamente desde os anos 60 com o advento das modernas indústrias de plástico. Nos Estados Unidos teve início aproximadamente em 1959, especialmente na Califórnia e Hawai, sendo que de 1981 ate 1995 a área irrigada por gotejamento passou de 185.000 ha para mais de 1.000.000 ha (5% do total da área irrigada) (AYARS et al., 1999).

Quando bem manejada, a irrigação por gotejamento, permite uma maior eficiência de aplicação de água e nutrientes. Este sistema pode ser utilizado de duas formas: na superfície ou enterrado, também chamado de sistema de irrigação subsuperficial (BARROS et al., 2010).

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., 2010).

Horton et al. (1982) e Kang & Wan (2005) reafirmam a capacidade dos sistemas de irrigação por gotejamento em apresentar elevados valores de uniformidade de aplicação de água, destacando que o sistema propicia a minimização de flutuações no potencial de água no solo, permitindo que culturas como o rabanete se desenvolvam em condições ótimas de produtividade e qualidade.

2.5 Uso da irrigação por gotejamento subsuperficial

O sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial é definido por Azevedo (1986) e Keller e Bliesner (1990) como o tipo de sistema de irrigação que tem o solo como meio de propagação da água, no qual os emissores ficam sob a superfície do solo e dentro da camada que representa a profundidade efetiva do sistema radicular das plantas. De acordo com Gornat e Nogueira (2003), o interesse por esse sistema cresce devido ao aumento de produção, da eficiência do uso da água e dos nutrientes.

A primeira instalação de sistema de irrigação subsuperficial ocorreu na década de 60, em Israel. O sistema apresentou problemas com entupimento, especialmente por penetração de raízes em emissores tipo espiral (Dasberg e Bresler, 1985). De acordo com Dasberg e Bresler (1985); Keller e Bliesner (1990); Tallens (1994); Ayars et al. (1999) e Juan (2000) a técnica da irrigação subsuperficial foi redescoberta apresentando como principais vantagens:

- possibilidade do uso do mesmo sistema para diferentes culturas;

- redução do total de água requerida;

-melhor aproveitamento de água e nutrientes devido à aplicação diretamente na zona de maior massa radicular das plantas;

- redução da evaporação de água, da população de plantas daninhas e do acúmulo de sais na superfície devido à manutenção de 15-20 cm de solo seco na superfície;

- menor interferência em tratos culturais (capinas, pulverizações etc.) e na colheita das culturas;

- redução de danos mecânicos ao sistema de irrigação;

- percolações desprezíveis de água e sais solúveis abaixo da zona radicular;

- sistema radicular mais profundo e menores perdas de nitrato abaixo da zona radicular;

- eliminação do problema de crostas superficiais impermeabilizantes do terreno, e de escoamento superficial, com aumento da uniformidade de infiltração;

- menor incidência de doenças por evitar o contato da água com as folhas.

Gornat e Nogueira (2003) comentam que, com relação às tubulações e conexões, os principais problemas na irrigação localizada relacionam-se ao corte ou desligamento provocado por instrumentos de trabalho manuais ou mecanizados usados nos tratos culturais. No sistema de gotejamento subsuperficial, esse tipo de problema praticamente não ocorre pois as linhas de gotejadores estão enterradas. Por outro lado, o sitema necessita de alguns cuidados específicos, Gornat e Nogueira (2015) relatam que os sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial exigem boa filtragem e é imprescindível o uso de ventosas de duplo efeito em todos os pontos altos do sistema para prevenir sucção e entrada de solo na tubulação, especialmente em declives acentuados. A instalação de tubos secundários de lavagem que conectam os finais de todas as laterais facilita a limpeza rápida das mesmas. Existem gotejadores com dispositivos anti-sucção, estes gotejadores são constituídos de uma esfera que se movimenta dentro do pequeno tubo que compõe o corpo do gotejador, vedando totalmente a entrada de ar e de solução de solo.

As partículas de solo, precipitados químicos e partículas biológicas podem causar entupimentos, tornando o sistema de filtração uma das partes críticas do sistema. Quando o pH da água for muito alto, ocorrerá a precipitação de substâncias químicas, como carbonato de cálcio. Para minimizar esta formação de precipitados geralmente é injetado ácido na água de irrigação para abaixar seu pH. Para Ayers e Westcot (1991), o método mais eficaz para se impedir as obstruções provocadas pela precipitação de $CaCO_3$, é controlar o pH da água e limpar periodicamente o sistema, com ácido clorídrico ou ácido sulfúrico. Já as partículas biológicas como algas e lodo de bactéria são eliminadas através de injeção de cloro (RESENDE et al., 2004).

A profundidade ideal para instalação das mangueiras gotejadoras, depende de vários fatores, especialmente das características físicas, hídricas e químicas do solo.

Assim, solos profundos, férteis e com alta condutividade hidráulica não saturada permitem maiores profundidades de instalação da lateral (MAROUELLI e SILVA, 2002).

A irrigação por gotejamento subsuperficial é utilizada em diversas culturas, tais como cana-de-açúcar, algodão, melão, batata e numerosas hortaliças, comprovando-se que aumenta a produção e a qualidade, diminui os custos de produção e se adapta bem a uma ampla variedade de climas e solos (BUCKS et al., 1981; DASBERG e BRESLER, 1985; JUAN, 2000).

Vários autores constataram vantagens da irrigação por gotejamento subsuperficial sobre outros sistemas de irrigação em várias condições de manejo. Ao comparar a irrigação por gotejamento subsuperficial com sistemas de irrigação por gotejamento superficial, pesquisas desenvolvidas em várias partes do mundo constataram aumento na produtividade das culturas sob irrigação por gotejamento subsuperficial (PHENE et al., 1987; BUCK et al., 1981; CAMP, 1998; ORON et al., 1991; HUTMACHER et al., 1998).

2.6 Polímero Hidroretentor (hidrogel)

O polímero hidroretentor é um condicionador de solo (qualquer substância que adicionada ao solo melhora suas propriedades físicas) 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 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). Segundo Azevedo et al. (2002), os polímeros hidroretentores funcionam como uma alternativa para situações em que não haja disponibilidade de água no solo, circunstâncias de estresse hídrico ou em longos períodos de estiagem, ocasiões em que a baixa umidade do solo afeta, de forma negativa, o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Etimologicamente polímero é uma palavra composta por duas outras de origem grega: poli (muitos) e mero (parte) ou “muitas partes”. Polímeros são definidos como uma combinação de um número não determinado de unidades que se repetem na sua estrutura molecular os “monômeros” (ROSA et al., 2013).

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). Segundo 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.

No entanto, os hidrogéis externamente podem parecer semelhantes, mas a sua constituição química e estrutura física podem ser muito diferentes e isto irá afetar a maneira como ele absorverá, reterá e irá liberar água e nutrientes. Os polímeros, por essa razão são classificados em três diferentes grupos, que são: Grupo I: a água fica irreversivelmente confinada por uma forte ligação H-H, permanecendo, portanto, 100% dentro do hidrogel, ou seja, nenhuma água é liberada; Grupo II: tem a capacidade de absorver enorme quantidade de água, mas uma fraca ligação física evita a permanência da água no hidrogel por longos períodos. A água é perdida em poucos dias; Grupo III: a água é confinada por fraca ligação de hidrogênio. Portanto, absorve e libera a água por longos períodos de tempo (TERRACOTTEM; VILJOEN, 1977). Os polímeros utilizados na agricultura são pertencentes ao terceiro grupo.

Dentro deste terceiro grupo, existem três grupos principais de polímeros utilizados em aplicação em agricultura que são os co-polímeros de amido (poliacrilonitrila-amido); polivinil alcois; e poliacrilamidas (co-polimero de acrilamida sódica-acrilato) (TITTONELL, et al., 2002).

De acordo com Viljoen (1997), os polímeros absorventes apresentam copolímeros de ligação cruzada de ácido acrílico e acrilamida, que são neutralizados com sal de potássio para dar um pH neutro. O grupo carboxílico ao longo da cadeia do polímero (Figura 1), facilita a absorção de água, embora as ligações cruzadas presentes na cadeira evitem sua completa solubilização.

Segundo Wang e Gregg (1990), o grau de ligações cruzadas (proveniente de ácido acrílico) para manter unida a longa cadeia de acrilamida, determina o comportamento da poliacrilamida. O alto grau de ligações cruzadas resulta numa

relativa baixa capacidade de retenção de água, mas apresenta maior grau de resistência a danos causados por vários sais.

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 (DELATORRE et al., 1998).

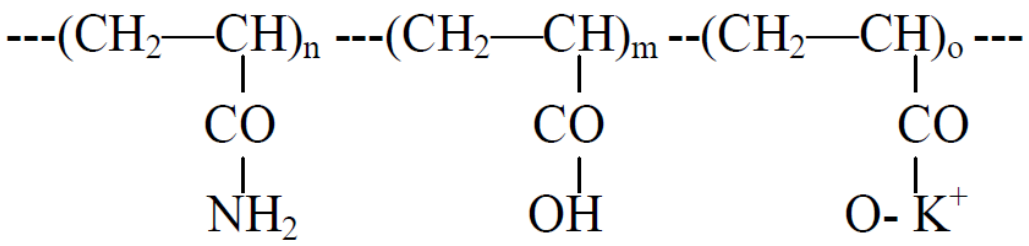


Figura 1 - Estrutura química do polímero.Fonte: DELATORRE et al. (1998).

O processo de absorção de água em cada molécula do polímero 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. No entanto, segundo estudos de Mendonça et al. (2012) a maioria desses hidrogeis é baseada em materiais sintéticos, como poliacrilamida e poliestireno, os quais, por não serem biodegradáveis geram resíduos no solo, provocando salinização do meio, o que confirma a necessidade de pesquisas relacionadas com o manejo e doses adequadas para cada cultura e tipo de solo.

No Brasil alguns polímeros hidroretentores têm sido 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).

Essa tecnologia foi testada na manutenção do status hídrico de diversas espécies, como o *Eucalyptus urophylla* (Souza et al. 2006), *Eucalyptus urograndis* (Saad et al. 2009, Lopes et al. 2010), Casuarina glauca Sieber (El Hady et al. 2008) e outras nove espécies arbóreas (Orikiriza et al. 2009), bem como em diferentes genótipos de *Brassica napus* (Tohidi-Moghadam et al. 2009), *Cucumis melon* (Demartelaere et al. 2009), *Coffea canephora pierre* (Zonta et al. 2009) e Coffea arabica L. (Marques et al. 2013), e, ainda, na sobrevivência de Jatropha curcas (Dranski et al. 2013), apresentando resultados variáveis. 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.

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. OBJETIVOS

Definir uma dose de polímero hidroretentor adequada para o rabanete e o posicionamento da mangueira gotejadora que melhor atende as exigências hídrica da cultura.

3.1 Objetivos específicos

Analisar a eficiência da irrigação localizada, com duas posições das mangueiras gotejadoras (superficial e subsuperficial), sob efeito doses de polímero hidroretentor na produtividade e qualidade da cultura do rabanete e gerar informações que permitam a alocação técnica e eficiente desses fatores, na região de Dourados-MS.

3.2 Hipótese

Pressupõe-se que a dose intermediaria do polímero hidroretentor proporcionará uma retenção de água mais adequada para as plantas e que a maior dose poderá submeter as plantas ao estresse hídrico por excesso de agua causando menor produtividade.

Com relação ao posicionamento das mangueiras gotejadoras, espera-se que a irrigação subsuperficial aumente a eficiência da irrigação e aproveitamento dos nutrientes pela planta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido, em duas épocas de plantio, no período de outubro a novembro de 2013 e de abril a maio de 2014 na área de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS, cujas coordenadas geográficas são 22º 11' 45" S e 54º 55' 18" W, com altitude de 446 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen Geiger, é do tipo Aw (PEEL et al., 2007) com médias anuais para precipitação pluviométricas e temperatura de 1425 mm e 22ºC, respectivamente. As precipitações pluviométricas e as temperaturas máximas e mínimas registradas em Dourados no período de estudo encontram-se na Figura 2.

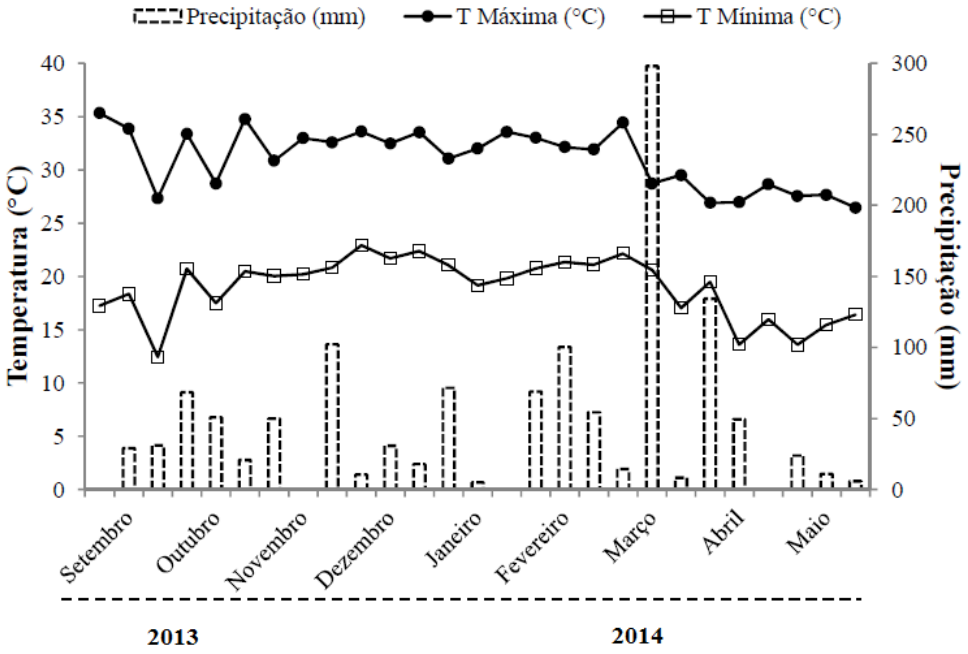


Figura 2. Médias por decêndio das temperaturas (máximas e mínimas) e precipitação total na época de desenvolvimento do experimento, UFGD, Dourados - MS, 2013-2014.

O solo da área onde foi instalado o experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, com classe textural muito argilosa (EMBRAPA, 2009), que apresenta as seguintes características: profundidade, acentuadamente ou fortemente drenado, muito poroso e permeável devido a sua estrutura granular (HEID,

2009). Na tabela 1 são apresentados os nutrientes presentes no solo antes da adubação de plantio.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental. Dourados-MS, 2013/2014.

Profundidade	pH*	P	MO	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
m		g dm^{-3}		----------$cmol_c$ dm^{-3}----------						%
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 $CaCl_2$

Para o preparo da área experimental, aos 30 dias antes da semeadura foi realizada uma aração e uma gradagem. A limpeza da área consistiu na eliminação de ervas daninhas, principalmente de capim-carrapicho (*Cenchrusechinatus* L.), caruru (*Amaranthusdeflexus* L.), trapoeraba (*Commelinabenghalensis* L.), tiririca (*Cyperusrotundus* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e capim-colonião (*Panicummaximum*Jacq.) com aplicação de Gliphosate com dose de 4,0 L ha-1 do produto comercial (360 g i.a. L-1).

Aos 10 dias antes da semeadura o solo foi e encanteirado e nos canteiro houve a incorporação das doses (Figura 3), conforme o delineamento experimental, de um polímero hidroretentor comercial da marca comercias Hidroterragel®, esse polímero é constituído por monômeros de carbono ligados por pontes de hidrogênio (Cross Linked), contém acrilato de sodios e de potássio em sua composição química, os quais que tem a capacidade de absorver e armazenar uma enorme quantidade de solução do solo. A aplicação do polímero hidrotetentor no solo foi realizada com o produto não hidratado e sua incorporação foi feita com auxilio de enxadas para homogeneizar o solo com o produto aplicado. Após a incorporação do polímero e preparo dos canteiro, foi instalado o sistema de irrigação e aplicadas lâminas de água, em quantidade suficiente para hidratar as doses de polímero hidroretentor. Três dias após esse processo de hidratação foi realizada a semeadura.

Figura 3. a) Preparo dos canteiros; b) incorporação do polímero hidroretentor no solo. Area de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas com cinco repetições, resultando em 60 unidades experimentais (figura 4). Os tratamentos foram constituídos da combinação de dois fatores: duas posições de instalação das linhas gotejadoras (superficial e subsuperficial) e seis doses de polímero hidroretentor (hidroterra) incorporados no solo nas respectivas quantidades: doses (0, 20, 40, 60, 80 e 100 g/m^2). Totalizando 12 tratamentos.

Foram utilizados canteiros de 0,20 m de altura, com 0,90 m de largura e 1,0 m de comprimento, contendo três fileiras longitudinais espaçadas de 0,30 m entre linhas e 0,10 m entre plantas, considerando como útil a fileira central do canteiro. As capinas foram realizadas semanalmente e não houve a necessidade de aplicação de defensivos agrícolas.

Figura 4. Vista parcial do experimento no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro). Area de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS, 2013.

Foram utilizadas sementes de rabanete da cultivar Early Scarlet Globe, sendo feito o desbaste 6 dias após a emergência.

Foi utilizado um sistema de irrigação localizada por gotejamento (Figura 5) com mangueira gotejadora Petroísa, modelo Manari, com mangueiras espaçadas a 30 cm entre si e gotejadores espaçados de 20 cm e vazão de 1,31 L h^{-1}, sendo instalada uma mangueira para cada fileira de plantas.

Figura 5. Detalhe do sistema de irrigação localizada por gotejamenteo superficial. Area de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados-MS.

Os gotejamentos corresponderam a emissores auto-compensantes, tipo in-line, ou seja, emissores inseridos no tubo por um processo de extrusão, a equação fornecida pelo fabricante que relaciona a vazão dos emissores (q) com a pressão de serviço (PS) é apresentada na equação 01:

$$q = 0{,}463\ PS^{0{,}503} \qquad (01)$$

Em que:

q- vazão dos emissores em L h^{-1} ;

PS- pressão de serviço do sistema de irrigação, em mca.

A pressão de serviço utilizada foi de 8 mca, controlada por uma válvula reguladora de pressão inserida na tubulação de derivação, onde estavam conectadas as mangueiras gotejadoras. A vazão nominal para a PS utilizada equivale a 1,31 L h^{-1}.

Os sistemas de gotejamento superficial e subsuperficial apresentaram as mesmas dimensões e tipo de mangueira gotejadora. No gotejamento subsuperficial, as magueiras gotejadoras foram instaladas cerca de 0,10 m abaixo da superfície do solo, enquanto que no gotejamento superficial as mangueiras permaneceram na superfície do solo.

Durante o ciclo da cultura, as irrigações foram realizadas através da estimativas da evapotranspiração de referência (ET0), baseado no método de Penman-Monteith conforme Allen et al., (1998).

Os valores de ET0 foram determinados utilizando os dados da estação meteorológica, os valores de evapotranspiração da cultura foram calculados por meio da equação 2.

$$ETC = ET0\ Kc \qquad (2)$$

Em que:

ET0 = evapotranspiração de referência, m d-1;

ETc = evapotranspiração de cultura, mm d-1

Kc = coeficiente de cultura, adimensional.

Os resultados obtidos com a utilização da equação foram convertidos em laminas de irrigação, utilizando-se uma planilha eletrônica. Os valores de coeficientes de cultura de cada fase de desenvolvimento utilizados, foram propostas por Marouelli et al. (2007), conforme descritos na tabela 2.

Tabela 2. Valores de coeficiente da cultura (Kc) para rabanete (MAROUELLI et al. 2007).

Estádio	**Duração**	**Kc**
	(Dias)	
Inicial (I)	7	0,70
Vegetativo (II)	14	0,80
Final do estádio vegetativo até inicio da maturação (III)	21	0,95
Maturação (IV)	28	0,85

Para a colheita foram consideradas as plantas das linhas centrais, sendo escolhidas aleatoriamente, 20 plantas para avaliações. As plantas foram separadas e acondicionadas em sacolas plásticas previamente identificadas, em seguida foram

transportadas para os Laboratórios de Irrigação da FAC/UFGD para análise dos parâmetros de crescimento e de produção: comprimento de parte aérea (cm) e comprimento de raiz (cm), massa fresca parte aérea (g), massa fresca de raízes comerciais (g), massa seca parte aera (g), massa seca raízes comerciais (g), número de folhas, diâmetro das raízes (mm). Os instrumentos utilizados foram: régua, paquímetro, e balança digital.

A raiz de cada planta foi limpo logo após a colheita, utilizando um pano, em seguida pesadas em balança de precisão (0,01 g), determinando-se a massa fresca da raiz (MFR). Para determinação da massa seca da raiz (MSR), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70 °C ±1 ºC, até atingir peso constante.

Para o número de folhas (NF) foram consideradas apenas àquelas que apresentavam mais de 70% com coloração verde.

Foram destinados duas raizes por parcela para as análises de qualidade.

Determinação do pH foi feita através do método potenciométrico, após calibrar o potenciômetro com soluções tampão (pH 4,0 e 7,0), a 25 ºC, imergindo-se, em seguida, o elétrodo em béquer contendo a amostra e lendo o valor indicado no visor do aparelho, com os resultados expressos em unidades de pH.

Firmeza das raízes (FIR) foi medida por meio da resistência à penetração usando penetrômetro (Mc Cormick modelo FT 327; valor máximo de leitura 30 Ib/pol^2), em regiões equatoriais.

Acidez titulável (AT), determinada por titulação da amostra com solução de NaOH a 0,1M até o pH 8,1, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), e os resultados expressos em porcentagem de ácido málico.

Teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado no suco em refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltd, Japan) com correção automática de temperatura e resultados expressos em porcentagem (%) ou °Brix.

Todas as variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, quando as mesmas foram no mínimo significativos no nível de 5% de probabilidade aplicou-se o teste de Tukey, para comparação das médias para as fonte de variação gotejamento, e aplicou-se o para fonte de variação doses de polímero hidroretentor comparação através de modelo de regressão, utilizando-se o software ASSISTAT 7.6 beta (SILVA, 2012).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros de crescimento e produtividade

Conforme os resultados da análise de variância (Tabela 3 e Tabela 4) verifica-se que a forma de disposição das mangueiras gotejadoras influenciou apenas as variáveis de número de folhas (NF) e massa fresca raiz (MFR) para o primeiro ciclo de cultivo realizado na estação primavera (outubro/novembro) e para o segundo ciclo de cultivo, realizado na estação outono (abril/maio), houve apenas resposta significativa para comprimento da parte aérea (CPA). Já com relação as doses do polímero hidroretentor (hidrogel) nota-se que a maioria das variáveis apresentaram significância em diferentes niveis, exceto o comprimento de raiz (CR) e massa fresca raiz (MFR) no primeiro ciclo de cultivo e massa seca de raiz (MSR) no segundo ciclo de cultivo. E com relação a interação entre gotejamento superficial e subsuperficial combinados as doses de polímero hidroretentores houve influencia significativa para as variáveis número de folhas (NF) e Massa seca de raiz (MSR) no primeiro ciclo de cultivo e no segundo ciclo de cultivo apenas para número de folhas (NF).

Tabela 3. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro), número de folhas (NF), diâmetro de raiz (DR), comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR), 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 gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2013.

Fv	Gl	NF	DR	CPA	CR	MFR	MFPA	MSR	MSPA
Bloco	4	0.0773^{ns}	10.4478^{ns}	0.5622^{ns}	15.7232^{ns}	42.0209*	1.3132^{ns}	0.2450*	0.0560^{ns}
Gotejamento	1	1.2906*	3.2044^{ns}	2.7692^{ns}	29.6160^{ns}	30.9544*	4.3024^{ns}	0.0060^{ns}	0.6201^{ns}
Resíduo (a)	4	0.0906	4.8650	3.4310	8.7014	3.4413	1.0214	3.2718	0.3589
CV (%)		6.16	7.43	13.28	19.23	12.79	20.27	49.11	23.70
Dose	5	0.4854**	46.4267**	15.3077**	1.4052^{ns}	21.5146^{ns}	5.30827**	19.102**	3.8117**
gotXdose	5	0.3486**	12.6030^{ns}	4.8696^{ns}	13.7988^{ns}	13.8963^{ns}	1.95231^{ns}	3.1352*	0.5525^{ns}
Resíduo (b)	40	0.0834	5.7703	2.5759	6.8395	9.5696	0.9413	1.1955	0.3445
CV (%)		5.91	8.09	11.51	17.05	21.33	19.46	29.68	23.21

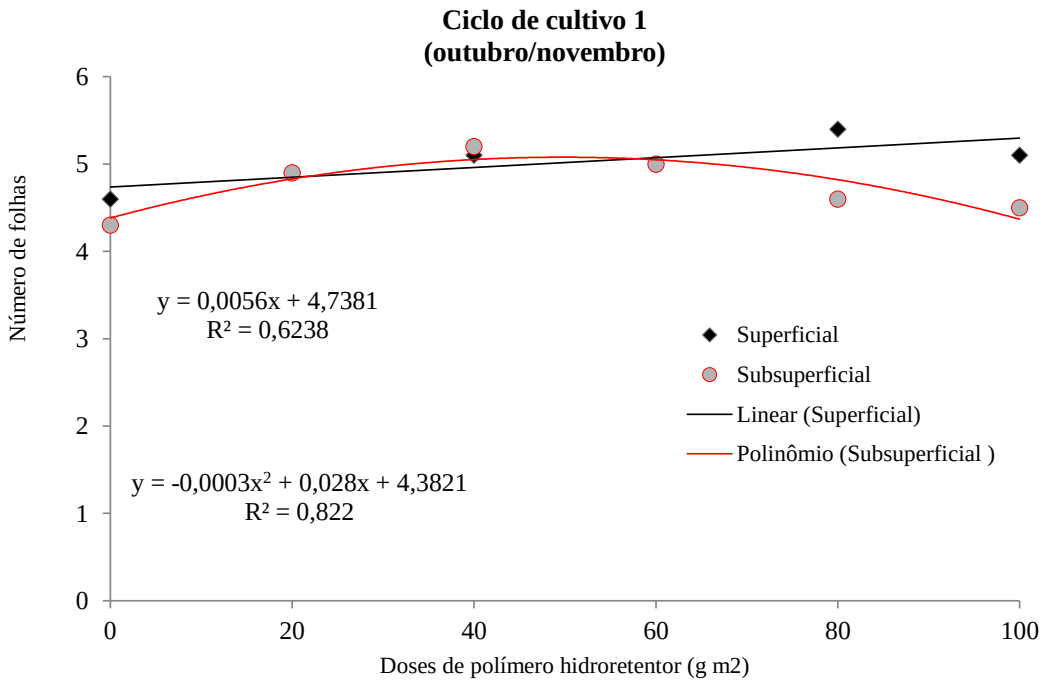
1 Fonte de variação, 2 Graus de liberdade, ns, * e **: Não significativo, significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 4. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no segundo ciclo de cultivo (abril/maio), número de folhas (NF), diâmetro de raiz (DR), comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR), 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 gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2014.

Fv	Gl	NF	DR	CPA	CR	MFR	MFPA	MSR	MSPA
Bloco	4	0.0450*	3.6491^{ns}	2.20538^{ns}	0.6794^{ns}	1.9508^{ns}	1.0384^{ns}	1.9508^{ns}	0.2285^{ns}
Gotejamento	1	2.0166^{ns}	25.589^{ns}	15.4635*	0.0117^{ns}	13.1377^{ns}	0.8027^{ns}	0.8330^{ns}	0.4730^{ns}
Resíduo (a)	4	0.4983	8.9635	1.5554	0.5138	63.05324	1.3022	0.4647	0.0782
CV (%)		14.46	10.10	10.79	20.13	43.22	23.27	18.78	10.04
Dose	5	1.2086**	29.3822**	29.7709**	1.5866*	567.597**	25.3290**	0.3096^{ns}	1.8520**
gotXdose	5	0.9430*	4.0861^{ns}	1.0167^{ns}	0.6299^{ns}	6.01492^{ns}	2.7016**	0.5980^{ns}	0.6930^{ns}
Resíduo (b)	40	0.2968	8.0763	1.26463	0.5408	14.56259	0.7587	0.50921	0.3876
CV (%)		11.16	9.58	9.73	20.65	20.77	17.76	19.66	22.35

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

Em relação ao número de folhas (Figura 6), houve efeito significativo para as formas de gotejamento (superficial e subsuperficial) e para as doses de polímero hidroretentor aplicadas. Observa-se que nos dois ciclos de cultivo ocorreu um comportamento semelhante com relação as doses de polímero, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão com a maior media de número de folhas encontrada na dose de 46,3 g.m^2, com exceção do gotejamento superficial no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro), que apresentou um ajuste linear e a maior media de número de folhas foi obtida na dose 80 g.m^2 de polímero.



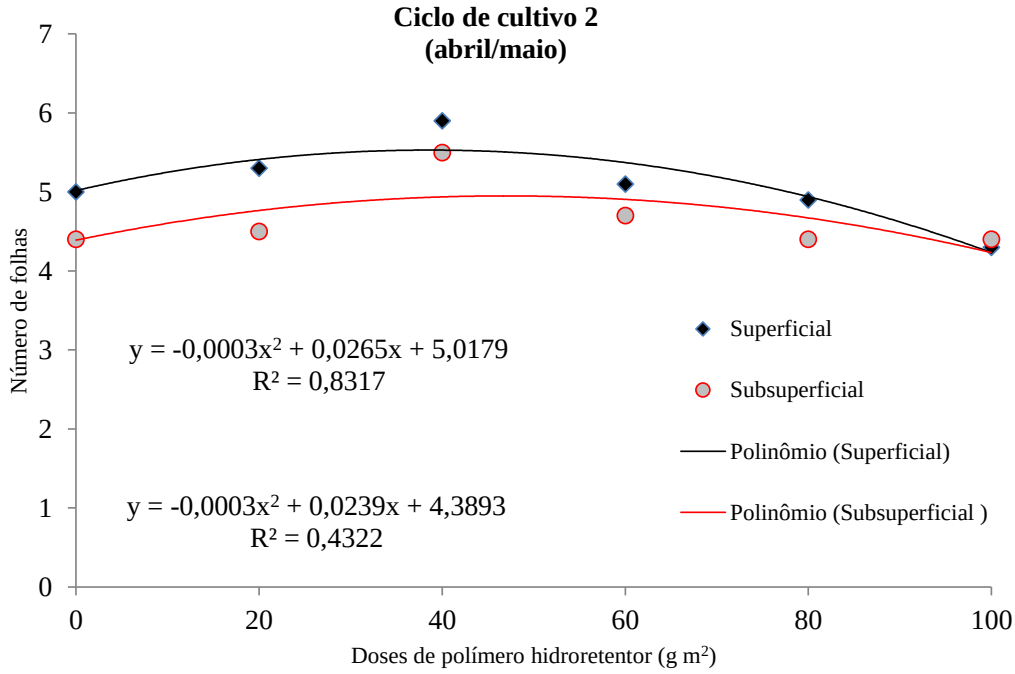


Figura 6. Número de folhas de rabanete, nos diferentes ciclos de cultivo, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

Ainda sobre o número de folhas, no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro), a irrigação superficial propiciou medias estatisticamente superiores a irrigação subsuperficial (Tabela 5). Esse comportamento, provavelmente está relacionado com a profundidade de raiz e a capacidade de absorção de água pela

planta. Segundo Barros et al. (2009) muitas vezes a área superficial molhada, em sistemas enterrados disponibilizaram água para este solo, a uma distância maior do emissor. Segundo Silva et al. (2003) dentre outros fatores a umidade do solo pode interferir na formação do bulbo, sobretudo nos sistemas enterrados, encontrada abaixo de 0,15 m de profundidade, zona próxima à aplicação das vazões (10 cm) e além disso, os sistemas enterrados proporcionam ascensão da água, fator que deve ser considerado na escolha da profundidade de instalação das linhas; outro fator importante seria a possível perda de água ocasionada pelo sistema enterrado, caso fosse inserida uma cultura de sistema radicular pouco profundo adaptando-se, neste caso, o sistema de gotejamento superficial.

Tabela 5. Medias do número de folhas de rabanete do primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro) relacionadas as disposições da mangueiras gotejadora (superficial e subsuperficial). Dourados-MS, 2013.

Gotejamento	Número de folhas
Superficial	5.03333 a
Subsuperficial	4.74000 b
dms =	0.21605

Para o diâmetro de raíz as maiores medias foram encontras na dose de 51 g. m^2 de polímero hidroretentor no gotejamento superficial e na dose de 74 $g.m^2$ no gotejamento subsuperficial em ambos os ciclos de cultivos, ajustando-se ao modelo quadrático (Figura 7). Abaixo dos valores de doses citadas (51 e 74 $g.m^2$), para cada tipo de gotejamente, nota-se uma queda nos valores médios do diâmetro de raiz, esse fato pode estar 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, 2003).

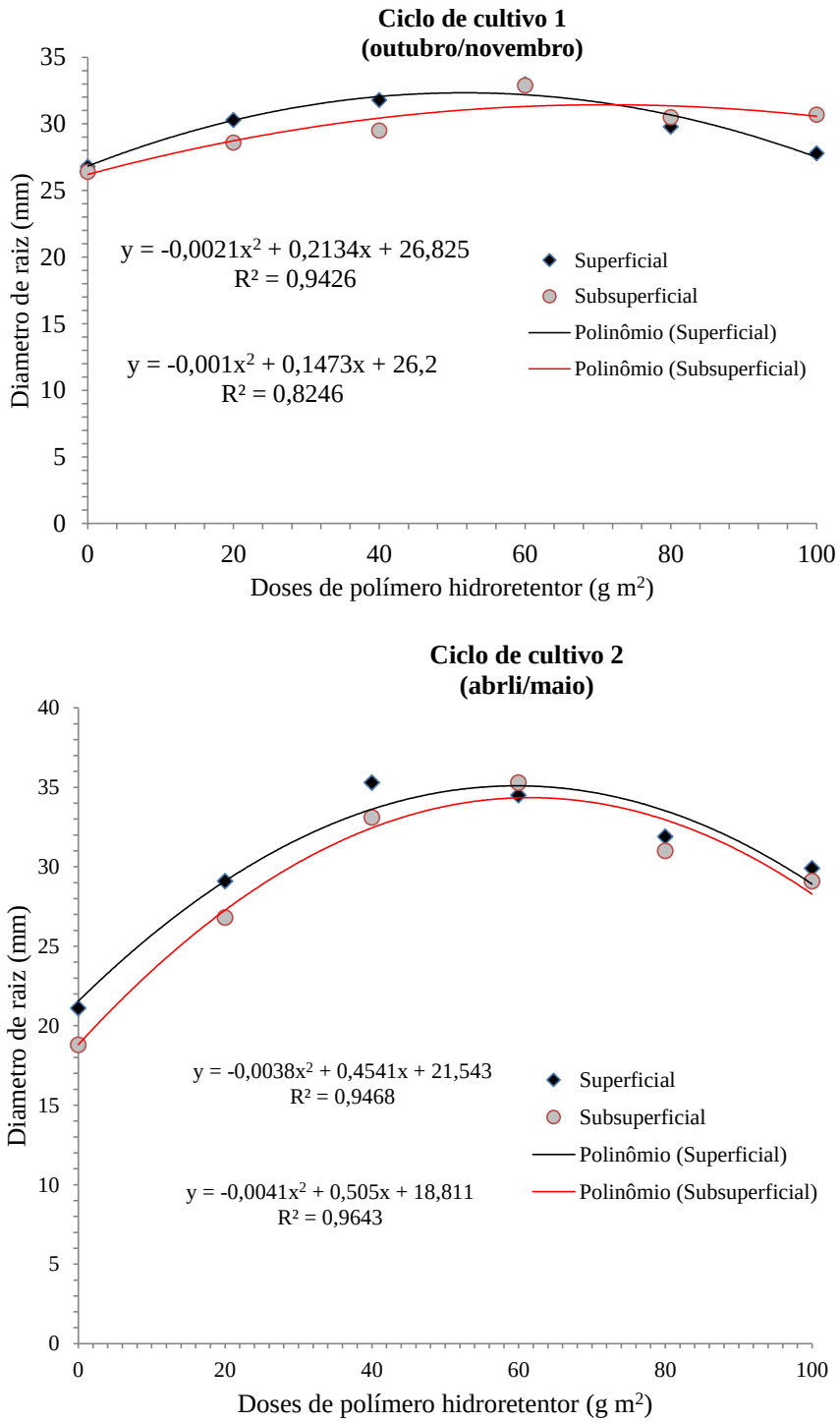
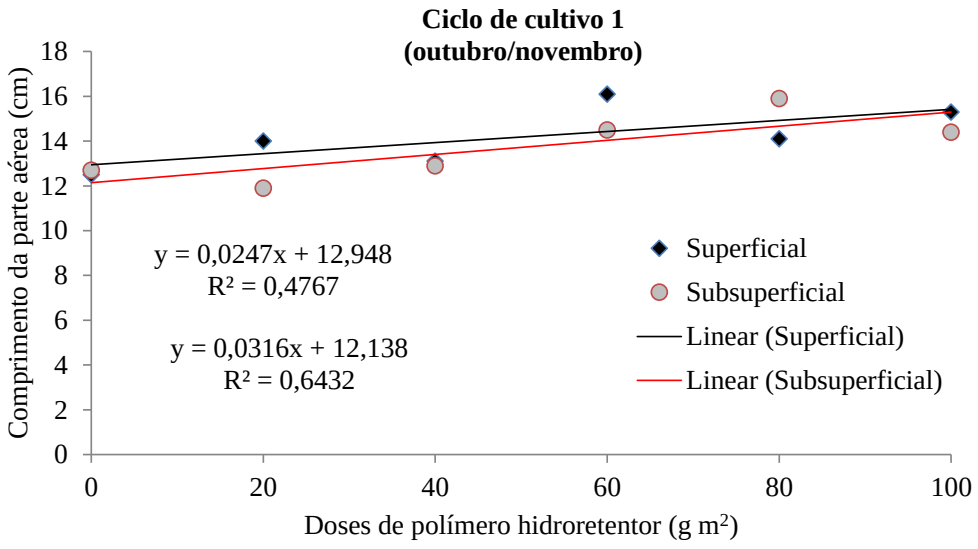


Figura 7. Diametro de raiz, nos diferentes ciclos de cultivo, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

O comprimento de parte aérea variou de formas diferentes entre os ciclos de cultivos (Figura 8). Para o primeiro ciclo (outubro/novembro) houve uma resposta linear crescente, nas duas formas de gotejamenteo (superficial e subsuperficial), conforme o aumento as doses de polímero hidroretentor aplicadas. E já para o segundo

ciclo de cultivo (abril/maio) o ajuste de regressão foi quadrático, sendo o ponto máximo foi observado na dose de 55,3 g.m^2 para o gotejamento superficial e na dose de 62,5 g.m^2 para o subsuperficial.



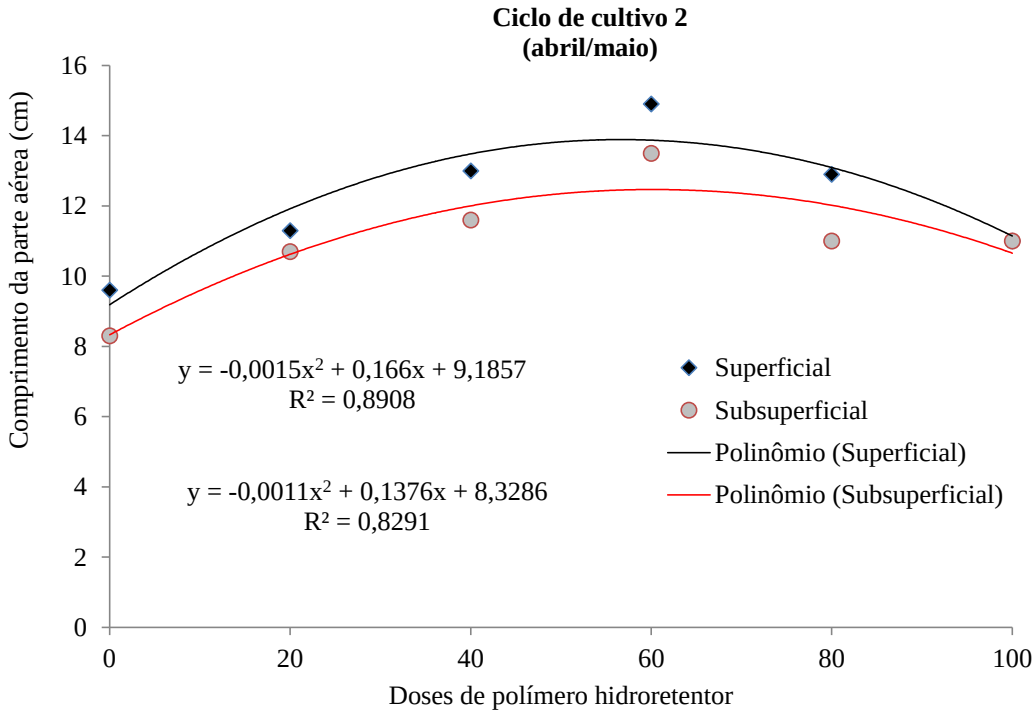


Figura 8. Comprimento de parte aérea, nos diferentes ciclos de cultivo, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

O comprimento de parte aérea no segundo ciclo de cultivo (abril/maio) apresentou os maiores valores com os gotejadores em superfície diferindo estatisticamente do gotejamento subsuperficial (Tabela 6).

Tabela 6. Médias do comprimento de parte aérea de rabanete do segundo ciclo de cultivo (abril/maio) relacionadas as disposições da mangueiras gotejadora (superficial e subsuperficial). Dourados-MS, 2013/2104.

Gotejamento	Comprimento de aérea (cm)
Superficial	12.06200 a
Subsuperficial	11.04667 b
dms =	0.89487

Com relação ao comprimento de raiz, apenas no segundo ciclo de cultivo (abril/maio) houve efeito significativo das doses de polímero hidroretentor nas duas formas de gotejamento, sendo que no superficial as maiores medias foram encontradas na dose 60 g.m^2 e no subsuperficial na dose de 40 g.m^2 (Figura 9).

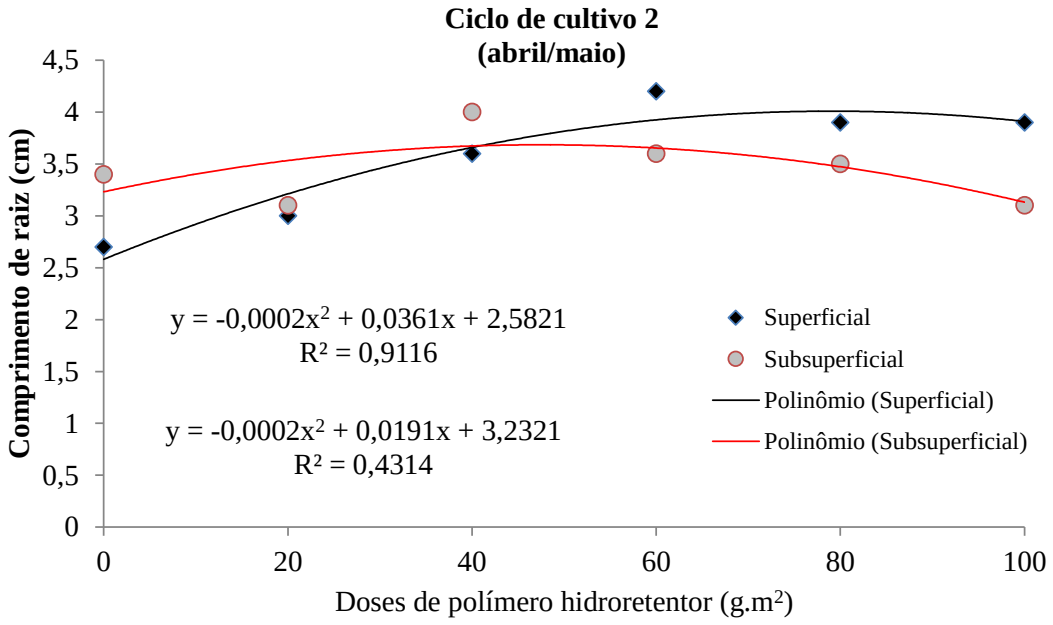


Figura 9. Comprimento de raiz, no segundo ciclo de cultivo (abril/maio), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2104.

A adição de polímeros hidroretentores (hidrogéis) no solo melhora o armazenamento de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema

radicular e da parte aérea das plantas (VLACH, 1991; HENDERSON e HENSLEY, 1986; LAMONT e O'CONNELL, 1987).

Os resultados encontrado para massa fresca de raiz estão de acordo com as afirmações desses autores, evidenciando que para a cultura do rabanete, as doses de polímero hidroretentor tem efeito positivo, com ajuste quadrático de regressão, até a dose de 60 g.m^2 para as duas formas de gotejamenteo (superficial e subsuperficial) no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro) e para o segundo ciclo de cultivo (abril/maio) atá a dose 40 g.m^2 para o gotejamento superficial e 60 g.m^2 no subsuperficial (Figura 10).

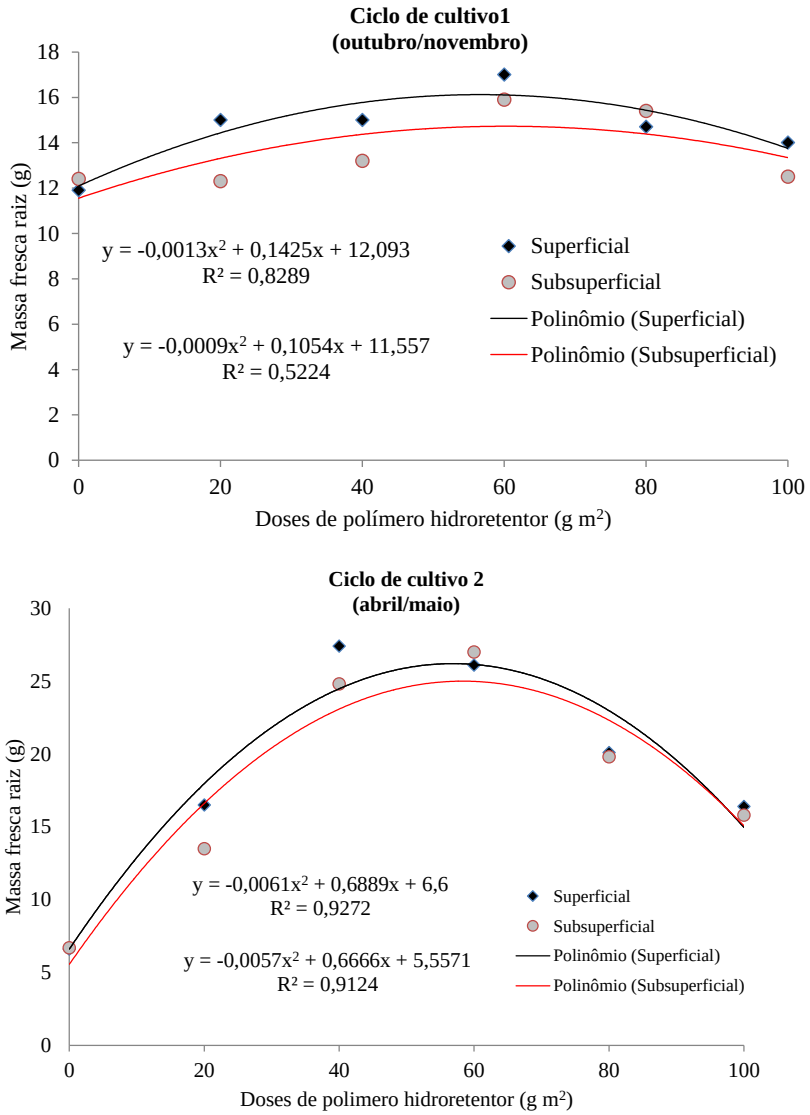


Figura 10. Massa freca de raiz, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

Ainda com relação a massa fresca de raiz, o gotejamenteo superficial profundidade propiciou maior massa fresca média de raiz, no qual foi estatisticamente superior ao gotejamento subsuperficial (Tabela 7). Este resultado se deve provavelmente ao gotejamento em superfície ser o mais adequado para obtenção de máxima produtividade do rabanete devido o melhor aproveitamento e absorção de água e nutrientes pela cultura em camada mais superficial do solo, uma vez que a profundidade efetiva do sistema radicular (Z) do rabanete no estagio de desenvolvimento máximo varia entre 20 a 30cm.

A irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial vem sendo comparada em diversas culturas e apresentando diferentes resultados, como por exemplo, em um trabalho realizado na cultura da alface americana (*Lactuca sativa* L.), cultivar "Lucy Brow", onde Gomes (2001) observou que os parâmetros diâmetro da cabeça, massa fresca total e massa fresca da cabeça, apresentaram melhores respostas aos valores de baixo potencial de água no solo quando irrigados por gotejamento subsuperficial. Esse resultado contradiz com a resposta encontrada para rabanete neste trabalho, porém evidencia que as decisões a respeito da instalação, operação e manejo desse sistema deverão ser tomadas com embasamento em informações oriundas de pesquisa para cada tipo de cultura.

Tabela 7. Medias de massa fresca de raizes de rabanete do primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro) relacionadas as disposições da mangueiras gotejadora (superficial e subsuperficial). Dourados-MS, 2013/2104.

Gotejamento	Massa fresca raiz (g)
Superficial	15.22000 a
Subsuperficial	13.78347 b
dms =	1.33105

Para a massa fresca da parte aérea o comportamento entre as formas de gotejamento, com relação às doses de polímero hidroretentor, foi semelhante nos dois ciclos de cultivo, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão. Observa-se que no primeiro ciclo (outubro/novembro) as maiores medias de massa fresca de parte aérea (7,1 e 5,1 g) foram encontradas na dose de 60 $g.m^2$ de polímero e as doses maior provocaram uma diminuição das medias (Figura 11). O mesmo ocorreu no segundo

ciclo (abril/maio) de forma mais acentuada, onde a maior media para gotejamento superficial (7,5g) foi obtida na dose de 40g.m2 de polímero e no gotejamento subsuperficias a melhor media (7,4g) foi na dose de 60g.m2 e as doses acima desse valor também provocaram diminuição das medias de massa fresca de parte aérea (Figura 13). Esse efeito pode estar realacionado com um possível estress hídrico causado por um excesso de umidade nas doses mais elevadas, 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 agua/ar, gerando condições desfavoraeis ao desenvolvimento das plantas. 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. E segundo Lopes et al. (2010) os solos argilosos têm maiores forças de retenção, e isso implica em maior esforço da planta para a absorção de água.

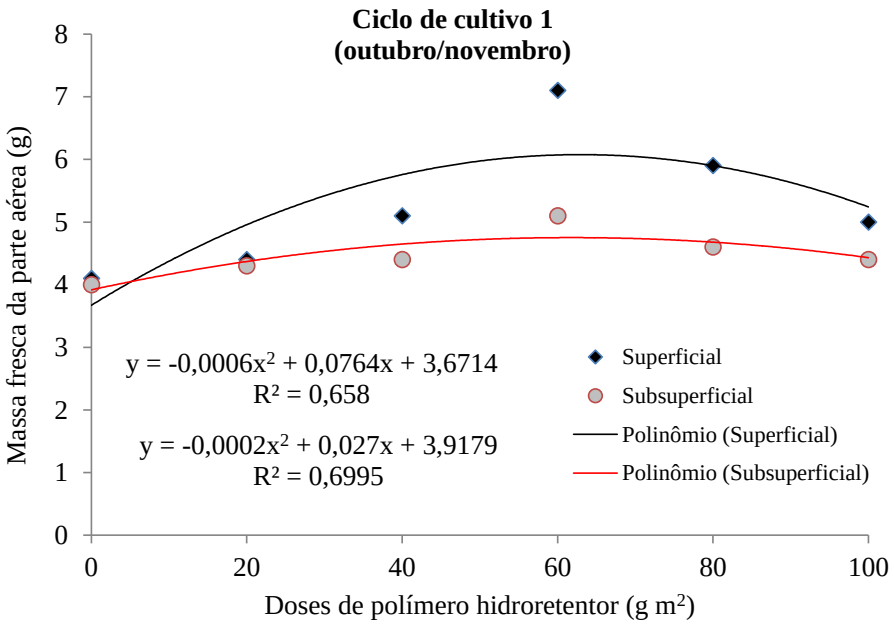


Figura 11. Massa freca de parte aérea, no primeiro ciclo de cultivo do rabanete (outubro/novembro), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013.

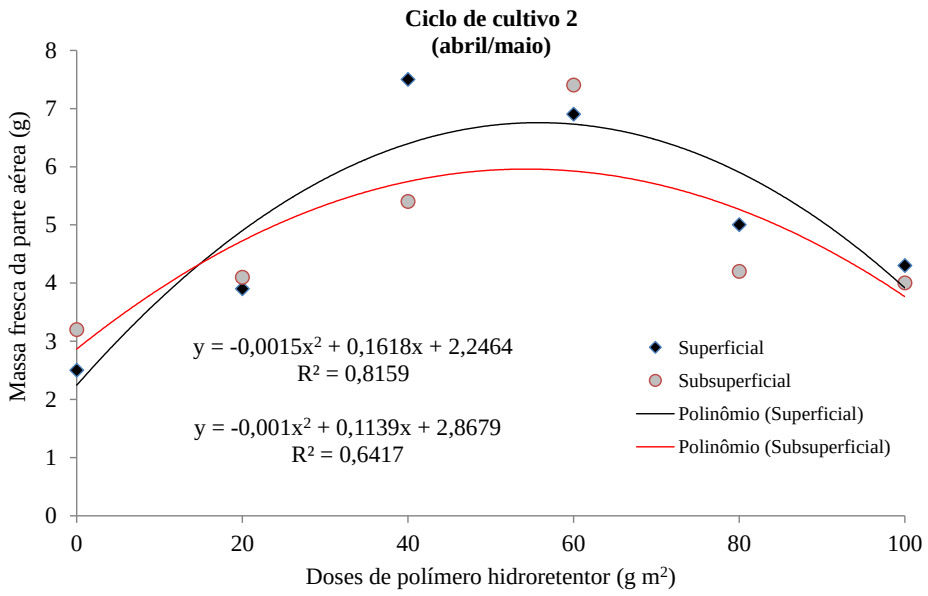


Figura 12. Massa freca de parte aérea, no segundo ciclo de cultivo do rabanete (abril/maio), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013.

A maioria das pesquisas realizadas na área agrícola com o uso do polímero hidroretentor se mostrou favorável à utilização em solos, apresentando como principal fator de convergência a eficiência da utilização da água (VOLKMAR; CHANG, 1995). Por outro lado, Huttermann et al. (1999) comentam que alguns hidrogéis não apresentaram efeitos benéficos à sobrevivência de árvores sob condições de seca, os quais podem ser até prejudiciais devido a concentração excessiva de sais e a absorção de água do substrato pelo polímero. Vale et al. (2006) relatam que alguns resultados de pesquisas mostram que para a utilização desses polímeros hidroretentores, devem ser considerandos vários fatores que afetam o seu desempenho, tais como modo de aplicação, disponibilidade de água, concentração de sais presentes no solo e na água a ser usada e resistência que o meio oferece à expansão do polímero.

As hortaliças são consideradas sensíveis a saturação hídrica do solo, fato este já comprovado em diversas espécies, como ervilha (SÁ et al., 2004), alface (MINGOTI et al., 2006). A extensão dos danos decorrentes do encharcamento do solo depende de vários fatores, incluindo a duração do período de saturação, o estádio 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) onde deixam 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.

Quanto a massa seca de raiz, houve resposta significativa apenas no primero ciclo de cultivo (outubro/novembro), com ajuste quadrático de regressão. Pode-se observa (Figura 13) que, tanto no gotejamento superficial tanto no gotejamento subsuperficial, as doses de polímero hidroretentor influenciaram as médias de massa seca de raiz. Sendo que no gotejamento superficial a maior média obtida foi de 5,92 g na dose de 40 g.m^2 e no gotejamento subsuperficial uma média de 5,82 g na dose de 60 g.m^2.

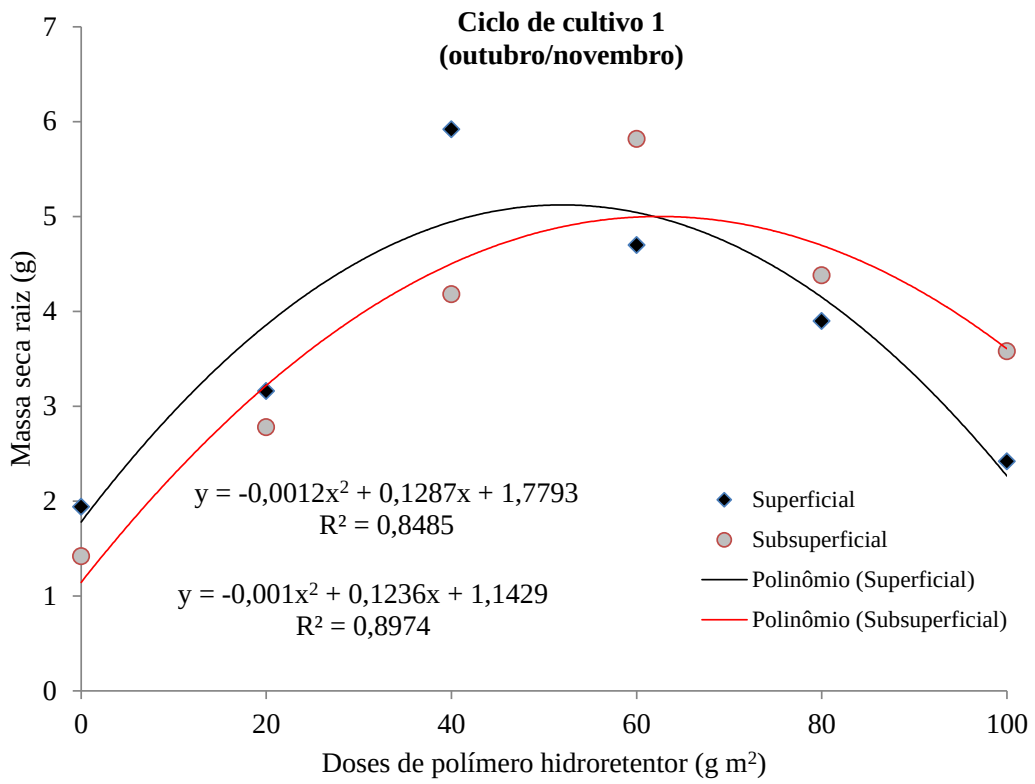
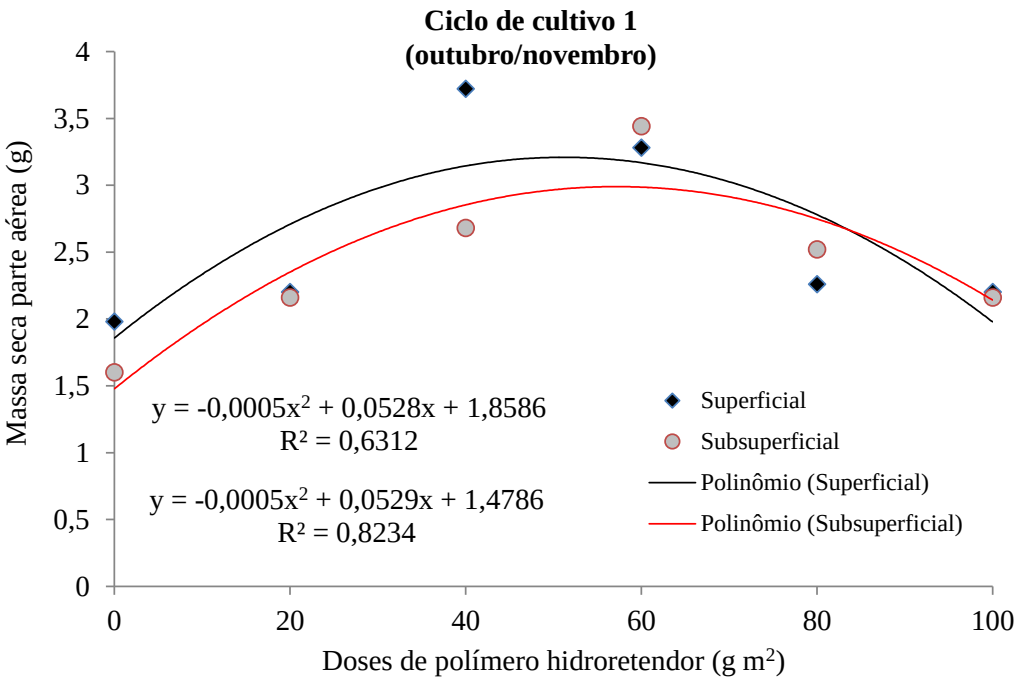


Figura 13. Massa seca de raiz, no primeiro ciclo de cultivo do rabanete (outubro/novembro), em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013.

A massa seca da parte aérea, os dois ciclos de cultivos apresentaram comportamentos semelhantes com relação as doses de polímero hidroretentor e se ajustaram ao modelo quadrático de regressão. Nas duas épocas de cultivo o gotejamenteo superficial apresentou maiores medias de massa seca na dose de 40 g.m^2 e no gotejamenteo subsuperficial as maiores medias foram obtidas na dose de 60 g.m^2 (Figura 14).



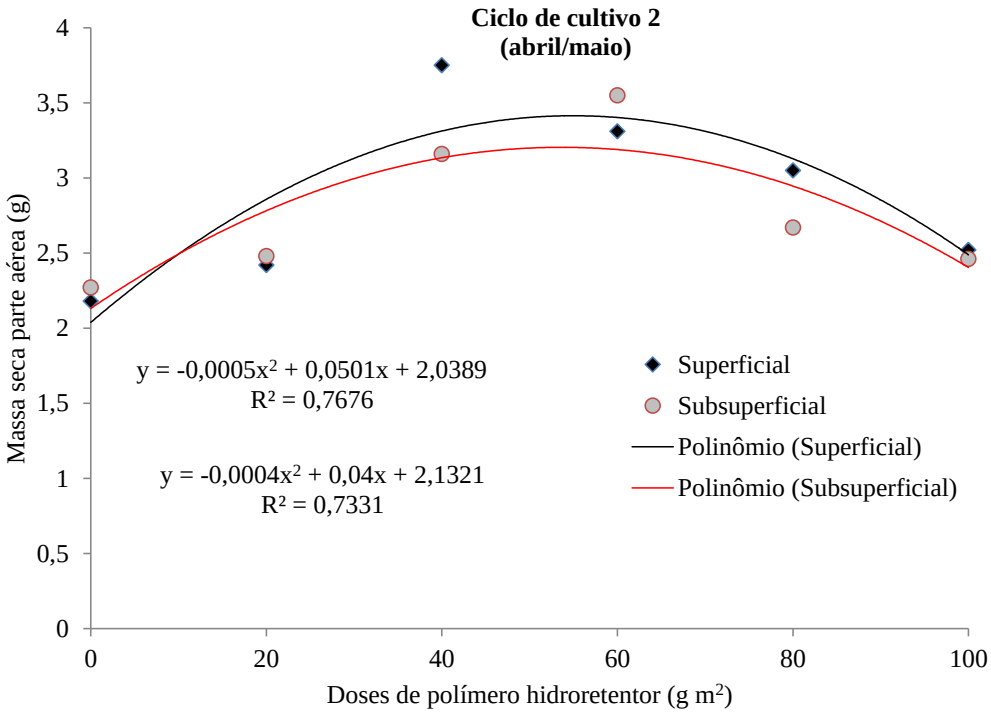


Figura 14. Massa seca de parte aérea (MSPA), nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

A aplicação de doses de polímero hidroretentor na cultura do rabanete, de modo geral, foi satisfatória e benéfica até as doses de 40 g.m^2 para o gotejamento superficial e de 60 g.m^2 no subsuperficial com relação aos alguns parâmetros de

crescimento e produtividade observados nesse trabalho. Esse efeito positivo do polímero foi observado nas duas épocas de cultivo (primavera e outono). Devido a escassez de informações ciêntificas com relação ao uso de polímero hidroretentor na cultura do rabanete e em hortaliças, a pesquisa foi baseada em relatos do uso dessa técnica em outras culturas para avaliar sua viabilidade e limitações. A maior parte das pesquisas realizadas mostrou-se favorável ao emprego de polímeros nos solos agrícolas, apresentando como principal vantagem a melhor utilização da água, uma vez que os polímeros retêm a agua e estocam de forma que a raiz da planta possa absorve-la através de seus pelos absorventes, mantendo-a nessa situação por um período melhor de tempo. 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 agua no solo.

Nesse contexto e corroborando com os resultados apresentados, Lopes et al. (2009) estudaram o efeito da adição de hidrogel em brócolis obtendo os melhores resultados com a dose de 2 g L^{-1}. Demartelaere et al. (2009) testaram o uso de polímero hidroretentor em meloeiro associado a lâminas de irrigação e observaram maior produtividade e número de frutos por metro linear em função da aplicação do condicionador de solo. Bearce e McCollum (1993) encontraram um ganho significativo no peso de massa seca de plantas de crisântemo, quando estas foram cultivadas com polímero agrícola, havendo também um aumento na disponibilidade de água no solo que passou de 39% para 52% em valores relativos, quando tratado com polímero. Para os mesmos autores, no cultivo de lírio, além do ganho de peso de massa seca, houve também um aumento significativo no número de brotações, atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular, maior absorção da água armazenada pelo polímero e maior aeração do solo proporcionado pelos grânulos de polímero. E conflitando com as observações feitas, Flannery & Busscher (1982), ressaltam que apesar de toda a contribuição oferecida pelo polímero em relação à capacidade de retenção de água, o mesmo foi prejudicial para a planta de azaléia, não por ser tóxico e sim, pela falta de aeração no sistema radicular devido à presença do polímero hidratado no substrato, e isso foi mais evidente a medida em que se aumentou a dosagem de polímero no substrato.

Parâmetros de qualidade

A partir da análise de variância (Tabela 8 e 9) verificou-se efeito significativo dos tratamentos das diferentes formas de disposição das mangueiras gotejadoras (superficial e subsuperficial) para firmeza (FIR) e acidez titulável (AT) ao nível de significância de 1% de probabilidade para os dois ciclos de cultivo (primavera e outono). Já com relação as doses do polímero hidroretentor (hidrogel), houve efeito significativo ao nível de significância de 1% de probabilidade para Teor de Solidos Soluveis (BRIX°), firmeza (FIR) e acidez titulável (AT) nos dois ciclos de cultivos, enquanto que para pH não foi observado efeito significativo (p>0,05) em nenhum dos tratamentos. E com relação a interação entre gotejamento superficial e subsuperficial combinados as doses de polímero hidroretentores houve influencia significativa para as variáveis de Sólidos Slúveis (BRIX°), Firmeza e Acidez nos dois ciclos de cultivos.

Tabela 8. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no primeiro ciclo de cultivo (outubro/novembro), ph, Teor de Solidos Soluveis (BRIX°), Firmeza (FIR) e Acidez titulável (AT) em relação à forma de irrigação por gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2013.

Fv	GL	PH	SÓLIDOS SOLÚVIES (°BRIX)	FIRMEZA	ACIDEZ
Bloco	3	0.06802^{ns}	0.00187^{ns}	0.07854^{ns}	0.00342^{ns}
Gotejamento	1	0.13441^{ns}	0.00188^{ns}	4.62521**	0.82365**
Resíduo (a)	3	0.07043	0.00576	0.09910	0.00226
CV (%)		5.00	5.24	4.80	3.71
Dose	5	0.06932^{ns}	0.14621**	2.84771**	0.07356**
gotXdose	5	0.06843^{ns}	0.08187**	1.74171**	0.06666**
Resíduo (b)	30	0.03407	0.00449	0.04649	0.00194
CV (%)		3.48	4.63	3.29	3.44

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

Tabela 9. Quadrado médio dos parâmetros avaliados no segundo ciclo de cultivo (abril/maio), ph, Teor de Solidos Soluveis (BRIX°), Firmeza (FIR) e Acidez titulável (AT) em relação à forma de irrigação por gotejamento e as doses de polímero hidroretentor. Dourados, MS, 2014.

Fv	GL	PH	SÓLIDOS SOLÚVIES (°BRIX)	FIRMEZA	ACIDEZ
Bloco	3	0.17085^{ns}	0.04410^{ns}	0.42472^{ns}	0.00393^{ns}
Gotejamento	1	0.08250^{ns}	0.00021^{ns}	10.08333**	1.11865**
Resíduo (a)	3	0.21765	0.01243	0.25056	0.00373
CV (%)		8.83	7.66	7.59	4.76
Dose	5	0.20521^{ns}	0.11337**	2.21933**	0.03103**
gotXdose	5	0.19617^{ns}	0.10071**	2.05383**	0.07019**
Resíduo (b)	30	0.10134	0.01060	0.18814	0.00433
CV (%)		6.02	7.07	6.58	5.13

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

Os valores de pH não sofrem inflencia significativa dos tratamentos aplicados. Santos (2010), em seu estudo com alface, beterraba e cenoura sob diferentes formas de cultivo orgânico, obteve resultados semelhantes aos encontrados neste estudo, revelando que o meio externo exerce pouca influência no pH.

A firmeza é um atributo de qualidade importante, em razão das raízes com maior firmeza serem mais resistentes às injúrias mecânicas durante o transporte e a comercialização. Raízes colhidas com maior firmeza têm, geralmente, maior conservação e vida útil pós-colheita. Neste trabalho, nos dois ciclos de cultivo, ocorreu comportamento semelhante com relação doses de polímero hidrotetentor, com ajuste no modelo quadratico de regrassão (Figura 15). Foi verificado o gotejamento influenciou significativamente as medias de firmeza e observou-se um efeito inverso com relação aos parâmetros de crescimento e produtividade, onde o gotejamenteo

subsuperficial foi significativamente superior ao gotejamenteo superficial para as medias de firmeza. Esse efeito por estar associado ao processo de isoporização da raiz, sendo esse um processo negativo que diminuí a qualidade da raiz, as quais tornam-se duras e esponjosas. Esse comportamento pode estar relacionado a um maior estresse hídrico no gotejamento subsuperficial por excesso de umidade, maior retenção de agua associado as doses mais elevadas de polímero aumentando os níveis de firmeza.

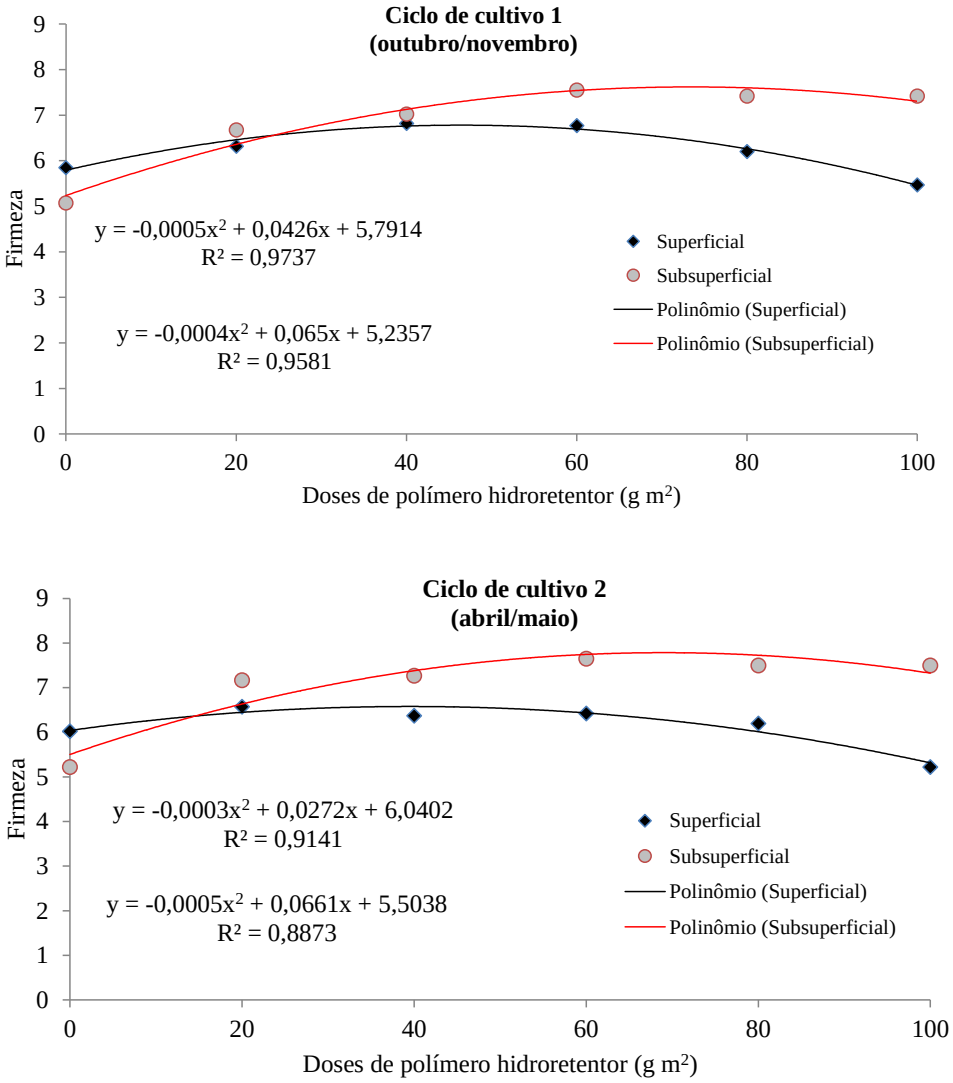


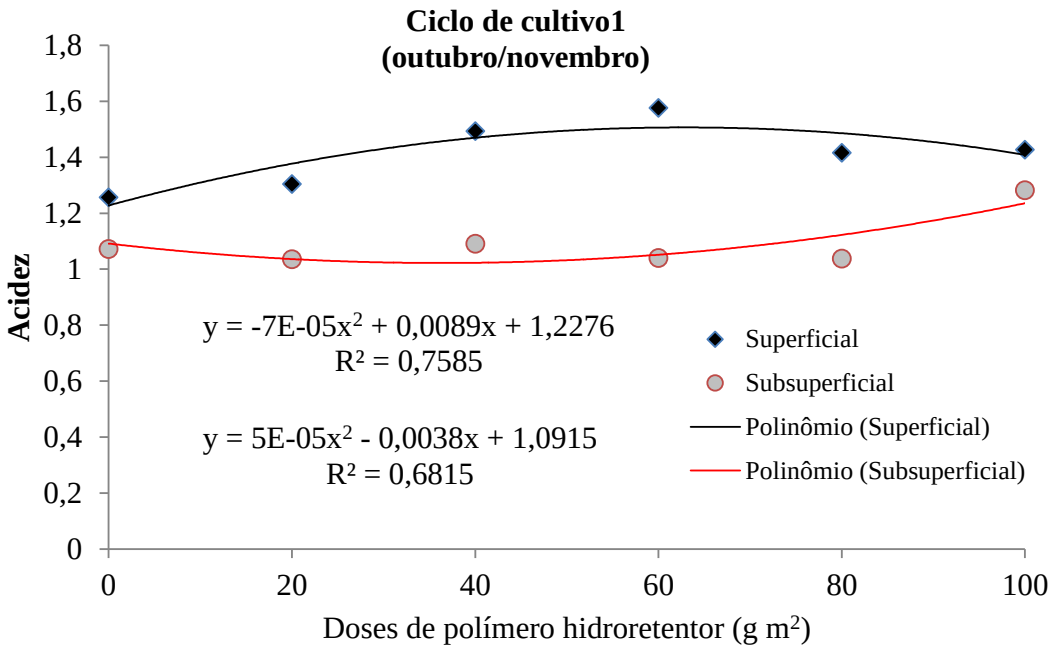
Figura 15. Firmeza (textura) das raízes, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

A acidez é um fator importante por influenciar juntamente com o teor de açúcar no sabor dos produtos. Em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc. (CHITARRA e

CHITARRA, 2005). O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir durante o processo de oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarboxilícos em decorrência do processo de respiração (BRODY, 1996).

Observa-se na Figura 16, que as doses influenciaram significativamente em resposta quadrática em relação a acidez das raízes nos dois ciclos de cultivos. Sendo que no primeiro ciclo (outubro/novembro) a maior media de acidez (1,5769) foi obtina na dose de 60 g.m^2 para o gotejamento superficial e no subsupercial a dose de 100 g.m^2 que foi responsável pelo maior valor de acidez (1,2829). E no segundo ciclo de cultivo (abril/maio) a dose de 60 g.m^2 correspondeu ao valor máximo de acidez (1,5744) no gotejamenteo superficial e para o subsuperficial a dose de 80 g.m^2 obteve o valor máximo de acidez (1,3435).

Os teores de acidez obtidos no trabalho, nos dois ciclos de cultivos, estão de acordo com Chitarra e Chitarra (1990), que afirmam que teores de acidez em frutas e hortaliças geralmente não excedem 2,0%, com raras exceções como no espinafre e limão, que podem conter teores maiores que 3%.



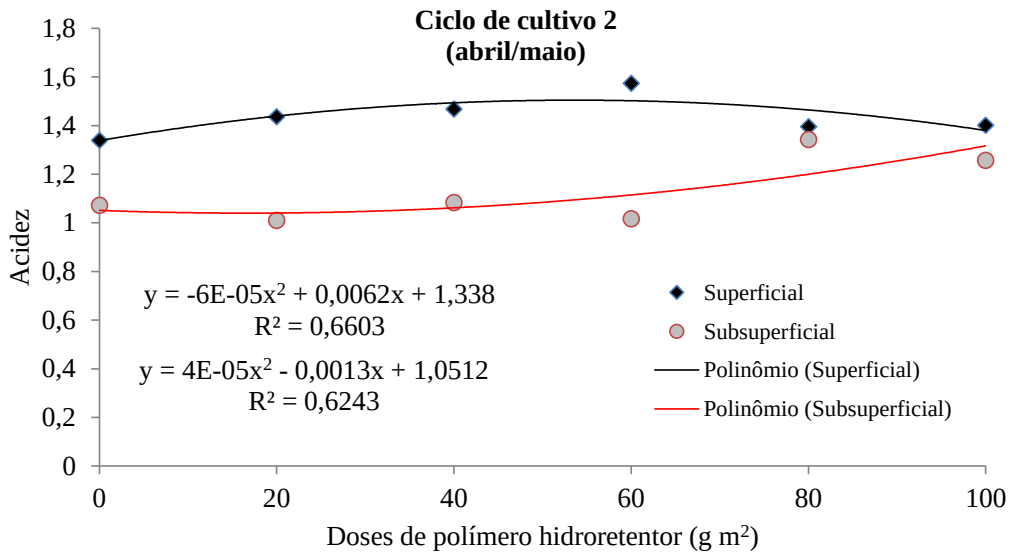
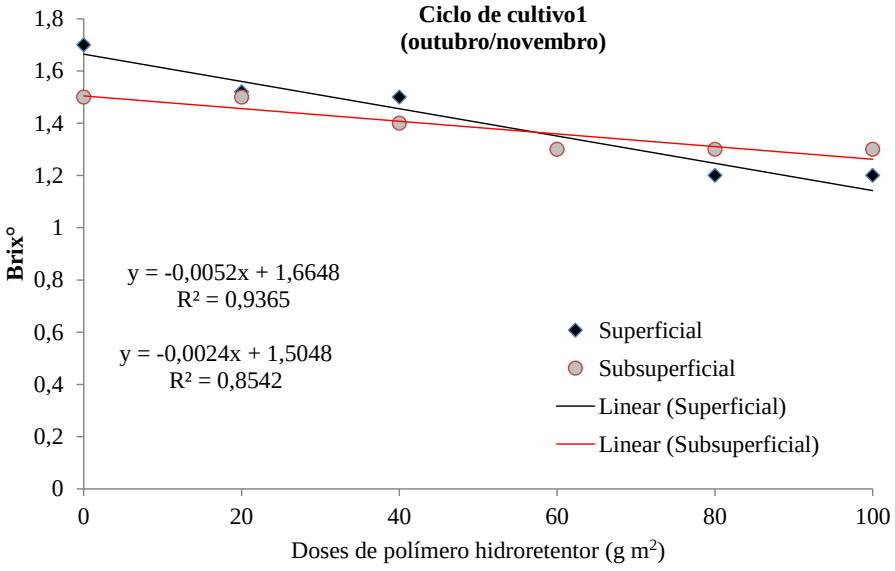


Figura 16. Acidez nas raízes, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, nos dois ciclos de cultivo, houve efeito significativo, porém negativo, tendo o aumento das doses de polímero hidroretentor causado redução nos valores de Brix°, enquadrando-se ao modelo linear de regressão (Figura 17). Esse efeito pode estar relacionado com a presença de postássio na composição química do polímero hidroretentor. Segundo Lopes (1998), o potássio é o nutriente capaz de influenciar nos teores de sólidos solúveis dos vegetais, aumentando a quantidade de açúcar e as reduções ocorridas a partir da concentração ótima podem estar associadas ao efeito fitotóxico nas plantas (HUETT, 1989).



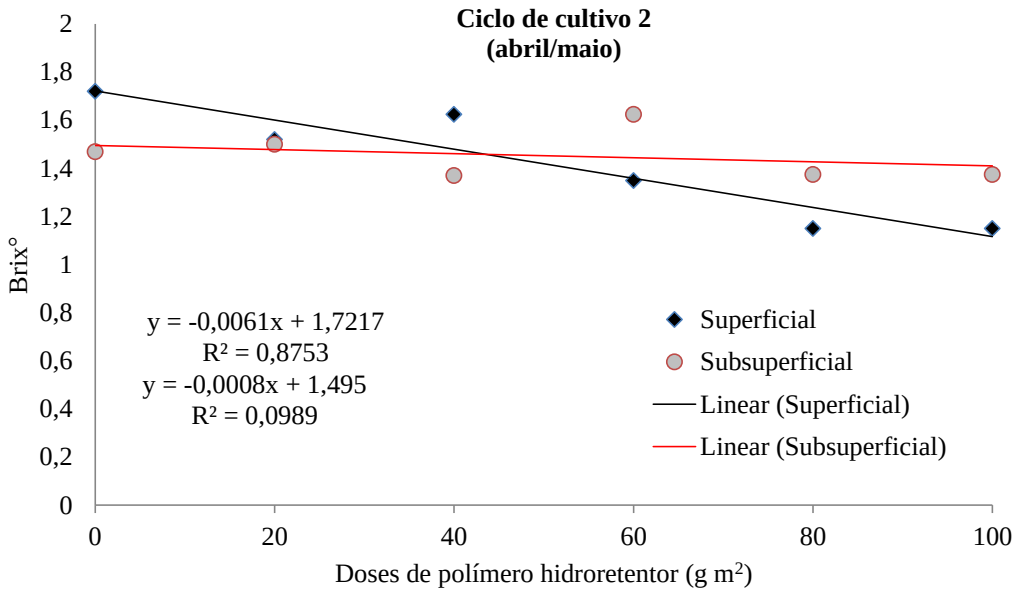


Figura 17. Brix° das raízes, nos diferentes ciclos de cultivo do rabanete, em função das doses de polímero hidroretentor para gotejamento superficial e subsuperficial. Dourados-MS, 2013/2104.

Uma possível explicação para a influencia das doses de polímero hidroretentor nos parâmetros de qualidade, seria devido sua composição química contendo acrilato de sódio e potássio e segundo Raij (1990) o potássio é considerado o nutriente da qualidade dos produtos agrícolas, com efeitos benéficos sobre atributos de cor, tamanho, acidez, resistência, valor nutritivo e qualidade industrial. Por outro lado, os efeitos negativos observados na qualidade do rabanete, podem estar relacionados a um estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura e a um possível efeito

fitotóxico nas plantas conforme o aumento das doses do polímero hidroretentor fato esses que podem ter alterado o desenvolvimento, modificando a fisiologia, morfologia e, principalmente, afetando as relações bioquímicas das plantas.

6. CONCLUSÕES

-A cultura do rabanete respondeu significativamente as doses de polímero hidroretentor nos dois ciclos de cultivos.

- Em relação aos parâmetros de qualidade, apenas o pH não foi influenciado pelas doses de polímeros.

-A dose mais indicada para a cultura é de 40 $g.m^2$ com uso de gotejamento superficial, que mostrou-se mais adequado para a cultura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, J.S. **Processamento mínimo de rabanete:** estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos. 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

AKHTER, J.; MAHMOOD,K.; MALIK1, K.A.; MARDAN, A.; AHMAD, M.; IQBAL, M.M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil Environ**, v. 50, n. 10, p. 463-469, 2004.

AYARS, J.E.; et al. Subsurface drip irrigation of rows crops: a review of 15 years of research at the water management research laboratory. **Agricultural Water Management,** n.42, p. 1-27, 1999.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

AZEVEDO, H.M. Irrigação localizada. **Informe Agropecuário**, v.12, n.139, p.40-53, julho 1986.

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

AZEVEDO, T. L. et al., Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v. 1, p. 23-31, 2002.

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.

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** (on line). Virginia, 1993. [cited nov. 1998]. Disponível em: http://www.hydrosource.com

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vazio.** Zaragoza: Acribia, 1996. 220 p.

BUCKS, D.A. et al. Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. **Trasactions of ASAE**, v.24, n.6, p.1482-1489, 1981.

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 Biossistemas**, v. 1, p. 181-195, 2007.

CAMP, C.R. Subsurface drip irrigation:a review. **Trasactions of ASAE**, v.41, n.5, p.1353-1376, 1998.

CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n 3, p. 328 – 331. 2001.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA,A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA,A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: **fisiologia e manuseio.** 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

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 deadubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 118-122, 2006.

DASBERG, S.; BRESLER, E. **Drip irrigation manual**. Israel: International Irrigation Information Center (IIIC), 1985. 95p. (IIIC Publication n 9)

DELLATORRE, J.; LANINO, M.; POBLETE, I.; MOLL, W. **Efecto de la aplicación de poliacrilamidas en suelo desérticos sobre los requerimientos hídricos del algodón (*Gossypium nisutum*).** [S. I.: s.d.], [19--?]

DRANSKI, J. A. L. et al. Sobrevivência e crescimento do pinhão-manso em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 537- 542, 2013.

EL-HADY, O.A.; GHALY, N.F.; WANAS, S.E. Hydrophobic-hydrophilic combination for sandy soil conditioning and plantation: 1. Growth response and water and fertilizers use efficiency by casuarina trees. **AmericanEurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, Dubai, v. 4, n. 3, p. 332-342, 2008.

EMBRAPA. **Sistemas brasileiros de classificação de solos.** 3. ed. Brasília: EMBRAPA Solos, 2009. 353p.

FERSINI, A. **Horticultura práctica**. México: Diana, 1976. 39p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3° 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.

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

FONTES, P.C.R; SILVA, D.J.H.; **Produção de Tomate de Mesa**, Viçosa, MG, 196p., 2002.

GOMES, E.P.; OLIVEIRA, G.Q.; SCHWERZ, F.; SILVA, P.A.; BISCARO, G.A.; SANTOS, R.C. Avaliação do medidor eletrônico de umidade do solo "Hidrofarm" em Latossolo Vermelho distroférrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.7, n. 1, p. 85-90, 2013.

GORNAT, B.; NOGUEIRA, L.C. **Avaliação da economia de água com irrigação localizada convencional e subterrânea em fruteiras tropicais**. Disponível em: <http://www.iica.org.uy/p2-4.htm>. Acesso em 20 jun. 2015.

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.

HERNANDES, F. B. T. **Efeitos da supressão hídrica nos aspectos produtivo e qualitativo da cultura do melão.** 1995. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

HORTON, R.; BEESE, F.; WIERENGA, P. J. Physiological response of Chile pepper to trickle irrigation. **Agronomic Journal**, v. 74, p. 551–555, 1982.

HUTMACKER, R.B. et al. Subsurface drip: improving alfafa irrigation in the west. **Irrigation Journal**, n.45, p.22-32, 1998.

HÜTTERMANN, A.; ZOMMORODI, M.; REISE, K. Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. **Soil and tillage research**, v.50, p.295-304, 1999.

HUETT, D.O. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. **Acta Horticulturae.** v. 247, p. 205 -209, 1989.

IBGE – Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, **Censo Agropecuário 2006**, 2006.

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.

JUAN, J.A.M.S. **Riego por goteo: teoría y práctica.** 4ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 302p.

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.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Avi Book, 1990.652 p.

KOETZ, M.; SANTOS, C. S. A.; BEZERRA, M. D. L.; MENEZES, P. C.; BONFIM-SILVA, E. M. Influência do volume de reposição de água no desenvolvimento e produtividade da cultura do rabanete. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p. 1732-1743, 2013.

LEITE, I.C. **Estudos ecológicos de *Raphanus sativus* L. cv. Crimson Giant no efeito do comportamento térmico do solo.** 1976. 122 f. Monografia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1976.

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**, 5:94-101, 2010.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fósforo. 2 ed. Piracicaba, 1998, 177p.

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.

LUENGO, R.F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. p.201-203.

MANFRINATO, H.A. A irrigação por gotejamento: influencia sobre as relações solo-água. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, n.22, p. 21-25, 1985.

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, 1996. 72p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Profundidade de instalação da linha de gotejadores em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.206-210, jun. 2002.

MARQUES, P.A.A.; BASTOS, R.O. Use of different doses of hidrogel for sweet pepper seedling production. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, 3(2):59-64, 2010.

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

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; CABRAL, F. F. P.; BACALHAU, F. B.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. In: Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingenieria Agricola, 10, 2012, Londrina, **Anais**... Jaboticabal: SBEA, v.1, 2012.

ORON, G. et al. Subsurface microirrigation with effluent. **Journal Irrigation and Drainage Engineering,** v.117, n.1, p.25-36, 1991.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.160-163, 2004.

PEEL, M.C.; FINLAYSON B. L.; McMAHONT. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, European Union, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PEREIRA, A.J.; BLANK, A. F.; SOUZA, R. J.; OLIVEIRA, P. M.; LIMA, L. A. Efeito dos níveis de reposição e freqüência 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 A. J.; BLANK A. F.; SOUZA R. J.; OLIVEIRA P. M.; LIMA L. A. 1999. Efeitos de níveis de reposição e frequências de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3 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.

PHENE, C.J. et al. advantages of subsurface drip irrigation for processing tomatoes. **Acta Horticulturae,** n.200, p. 101-113, 1987.

PHENE, C.J.; RUSKIN, R. Potential of subsurface drip irrigation for management of nitrate in wastewater. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, St. Joseph. **Proccedings...** St. Joseph: ASAE, p.155-161.,1995.

PREVEDELLO, C.L.; BALENA, S.O. Efeitos de polímeros hidroretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**; v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

PULITI, J. P. M.; REIS, H. B.; PAULINO, H. D. M.; RIBEIRO, T. C. M.; TEIXEIRA, M. Z.; CHAVES, A. S.; RIBEIRO, B. R.; MACIEIRA, G. A. A.; YURI, J. E. Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.3003-3008, 2009.

RAIJ, van B. **Potássio**: necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1990. 45p.

RESENDE, R.S. **Intrusão radicular e efeito de vácuo em gotejamento enterrado na irrigação da cana-de-açúcar.** 2003. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROSA, F.; BORDADO, J.M.; CASQUILHO, M. **Polímeros superabsorventes potencialidades e aplicações.** Disponível em: <http://web.ist.utl.pt/~ist11038/compute/_fitting/Ing98 DC_Quim8.pdf> Acesso em: dezembro. 2015.

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.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de Eucalyptus urograndis em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SANDERS, D. C. **Vegetable crop irrigation**. Horticulture information leaflet 33-E, North Carolina Cooperative Extension Service. North Carolina State University, 1997.

SANTOS, A.O. **Produção de olerícolas (alface, beterraba e cenoura) sob manejo orgânico nos sistemas mandalla e convencional**. Vitória da Conquista, 2010. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

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.

SILVA, R. T. da; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, F. de A. de; TARGINO, I. S. de O.; SILVA, M. L. do N. Tolerância do rabanete ao encharcamento do solo. **Mossoró/RN: Revista Verde**. v.7, n.1, p.25-33. 2012.

SILVA, E. T. da.; BYLLARDT, L. V. B.; GOMES, S.; WOLF, G. D. Comportamento da temperatura do ar sob condições de cultivo em ambiente protegido. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais,** Curitiba, v.1, n.1, p. 51-54. 2003.

SILVA, F. de A.S. **Assistat 7.6 beta**. DEAG-CTRN, Campina Grande, PB, Brasil, 2012.

SEGOVIA, J. F. O**.,** LOPES FILHO, R. P. **Irrigação de hortaliças no Estado do Amapá**. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2004. 13 p. (Circular Técnica, 33).

SOUZA FILHO, J.D. da C.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; COHEN, J.C. P. Mecanismos de controle da variação sazonal da transpiração de uma floresta tropical no nordeste da Amazônia. **Acta Amazônica**, v.35. p.223-229. 2005.

SOUZA, C. A. de et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

TALLENS, J.A.M**. Riego localizado y fertirrigacion.** Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1994. 363p.

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

TERRACOTTEM. **Guia técnico1.0** Pinhais PR. 1998. 45p.

TITTONELL, P. A.; GRAZIA, J. de; CHIESA, A.. **Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimento.** Hoticultura Brasileira. Vol. 20, Nº. 4, dez , 2002.

TORRES, C. A. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; SIQUEIRA, L. G; SILVA, J. C. G.; AMORIM, C. H. F.; CARDOSO, N. S. Avaliação da densidade de plantio sobre a produção e diâmetro de rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. Suplemento CD-ROM.

TOHIDI-MOGHADAM, H. R. et al. Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hydrogel application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 243-250, 2009.

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

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, J. de A.; FERREIRA, R. de S.;OLIVEIRA, S. de. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidroretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 593-599, maio/jun. 2004.

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.

VILJOEN, D. J.. **Superabsorbent polymers in the forestry industry.** In: Commanwealth forestry conference. South Africa, 1977.

WANG Y. T.; GREGG, L. L.. **Hydrophilic polymers - Their response to soil amendments and effect on properties of soilless potting mix.** J. Amer. Soc. Horticulture Science. V. 1115, n. 6, 1990.

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. 1, p. 29-34, 2009.