

**POLÍMEROS COMO CONDICIONADORES DE SUBSTRATO EM MUDAS
ASSOCIADOS A TRÊS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

VALTER ALVES PRADELA

**POLÍMEROS COMO CONDICIONADORES DE SUBSTRATO EM MUDAS
ASSOCIADOS A TRÊS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

VALTER ALVES PRADELA

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador:
Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques

633.61
P896p

Pradela, Valter Alves.

Polímeros como condicionadores de substrato em mudas associados a três lâminas de irrigação / Valter Alves Pradela. – Presidente Prudente, 2016. 45 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Tadeu Alcides Marques

1. Poliacrilamida. 2. Cana-de-açúcar – cultivo. 3. Muda - produção. 4. Irrigação agrícola. I. Título.

VALTER ALVES PRADELA

**POLÍMEROS COMO CONDICIONADORES DE SUBSTRATO EM MUDAS
ASSOCIADOS A TRÊS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Presidente Prudente, 9 de novembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente - SP

Banca: Prof. Dr. Oscar de Andrade Junior
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente - SP

Banca: Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT, UNESP
Dracena – SP

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa primeiramente a Deus que sempre esteve junto de mim, dando-me forças nas horas mais difíceis, acendendo luzes em momentos de escuridão, e acima de tudo me guiando a todos os momentos em minha caminhada fazendo com que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Tadeu Alcides Marques que, com muito carinho, paciência e rigidez de seus ensinamentos, me fez aprimorar meus conhecimentos podendo alcançar conquistas indescritíveis, além do mais me dar força e incentivar a busca de mais conhecimento, e pela enorme amizade que se estabeleceu.

“Insanidade é fazer sempre as mesmas coisas, esperando resultados diferentes [...]”

Albert Einstein

RESUMO

Polímeros como condicionadores de substrato em mudas associados a três lâminas de irrigação

O objetivo do projeto foi verificar a utilização de polímeros sintéticos hidroretentores como condicionadores de solo junto a formação de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar. A pesquisa foi conduzida na casa de vegetação da FATEC de Presidente Prudente - SP. O material estudado foi o cultivar RB 86 7515. O substrato utilizado foi o Bioplant®. Os tratamentos consistiram de oito doses (0; 1; 2; 3; 4; 8; 20; 40 g L⁻¹) de um polímero superabsorvente (Hidrogel®), adicionados ao substrato antes do enchimento dos tubetes. Os minirrebolos de cana-de-açúcar foram tratados termicamente e plantados em bandejas, dentro da casa de vegetação juntamente com o substrato, sendo irrigados diariamente (15mm por dia). Aos 10 dias, cada muda pré-brotada foi removida da bandeja e colocada em tubetes (290 mL). Aos 31 dias, as mudas foram transferidas para condição de pleno sol e submetidas a três diferentes lâminas de irrigação diária (5, 10 e 15 mm), permanecendo nessas condições até o final do experimento, totalizando 60 dias. Foi considerado o delineamento Fatorial, com oito tratamentos (dosagens), três lâminas de irrigação (5, 10, e 15 mm) e cinco repetições (mudas em tubetes), sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As regressões múltiplas foram realizadas utilizando software Microcal Origin, sendo utilizadas apenas as que apresentaram "F" significativo à 5%. Realizaram-se dois tipos de análise, sendo uma destrutiva, onde plantas foram amostradas e conduzidas ao laboratório, e outra de natureza não destrutiva, na qual as variáveis foram obtidas através de levantamentos. Constatou-se que a utilização de diferentes doses do polímero afeta negativamente a massa das raízes. A massa fresca da parte aérea foi positivamente afetada com a utilização de polímeros, já a massa seca apresentou uma relação inversa. As doses de 8 g L⁻¹ e 20 g L⁻¹ com irrigação de 15 mm apresentou melhores resultados para produção de parte aérea. Os valores de taxa fotossintética, concentração de CO₂ e condutância estomática foram afetados pelos tratamentos, sendo a dose de 4 g L⁻¹, com o menor nível de irrigação (5 mm), já apresentava diferenças. Com relação ao fluxo de água, tem-se que as lâminas de irrigação e as doses de polímero afetaram positivamente este parâmetro. As partes aéreas e raízes foram afetadas positivamente pela irrigação e negativamente pelo polímero.

Palavras-chave: *Saccharum* spp. Poliacrilamida. Condicionador de solo.

ABSTRACT

Polymers as substrate conditioners in seedlings associated with three irrigation blades

The objective of the project was to verify the use of synthetic hydro-seed polymers as soil conditioners together with the formation of pre-sprouted seedlings (MPB) of sugarcane. The research was conducted in the greenhouse of FATEC of Presidente Prudente - SP. The material studied was cultivar RB 86 7515. The substrate used was Bioplant®. The treatments consisted of eight doses (0; 1; 2; 3; 4; 8; 20; 40 g L⁻¹) of a superabsorbent polymer (Hidrogel®), added to the substrate prior to filling the tubes. The sugarcane minirrebolos were heat treated and planted in trays, inside the greenhouse along with the substrate, being irrigated daily (15 mm per day). At 10 days, each pre-budded seedling was removed from the tray and placed in tubes (290 mL). At 31 days, the seedlings were transferred to full sun condition and submitted to three different daily irrigation slides (5, 10 and 15 mm), remaining in these conditions until the end of the experiment, totaling 60 days. It was considered the Factorial design, with eight treatments (dosages), three irrigation slides (5, 10, and 15 mm) and five replicates (seedlings in tubes), the means being compared by the Scott-Knott test ($p < 0, 05$). Multiple regressions were performed using Microcal Origin software, with only those that presented significant "F" at 5%. Two types of analysis were carried out, one being destructive, where plants were sampled and conducted to the laboratory, and another one of non-destructive nature, in which the variables were obtained through surveys. It was found that the use of different doses of the polymer negatively affects the mass of the roots. The fresh mass of the aerial part was positively affected with the use of polymers, whereas the dry mass presented an inverse relation. The doses of 8 g L⁻¹ and 20 g L⁻¹ with irrigation of 15 mm presented better results for shoot production. The values of photosynthetic rate, CO₂ concentration and stomatal conductance were affected by the treatments, and the dose of 4 g L⁻¹, with the lowest irrigation level (5 mm), already presented differences. In relation to the water flow, it was observed that the irrigation slides and the polymer doses positively affected this parameter. The aerial parts and roots were positively affected by irrigation and negatively affected by the polymer.

Keywords: *Saccharum* spp. Polyacrylamide. Soil Conditioner.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	“Comprimento da parte aérea” (mm)	28
FIGURA 2 –	“Massa fresca de raízes” (g)	29
FIGURA 3 –	“Massa seca de raízes” (g)	30
FIGURA 4 –	“Massa fresca da parte aérea” (g)	31
FIGURA 5 –	“Massa fresca da parte aérea” (g)	33
FIGURA 6 –	“Fluxo de Água” ($\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Dez cultivares de cana-de-açúcar mais cultivadas nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul em 2015.....	17
TABELA 2 –	Comprimento da parte aérea”, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 DAP.....	28
TABELA 3 –	“Massa fresca de raízes”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 DAP.....	29
TABELA 4 –	“Massa seca de raízes”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 DAP.....	30
TABELA 5 –	Massa fresca da parte aérea”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 DAP	32
TABELA 6 –	“Massa seca da parte aérea”, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 DAP.....	33
TABELA 7 –	“Taxa Fotossintética”, em $\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 59 DAP.....	35
TABELA 8 –	“Concentração de CO_2 ”, em $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 59 DAP.....	36

LISTA DE SIGLAS

COPLACANA	- Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo
CONAB	- Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	- Centro de Tecnologia Canavieira
FATEC	- Faculdade de Tecnologia
IAC	- Instituto Agrônomo de Campinas
MPB	- Muda Pré-Brotada
PMGCA	- Programa Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar
RB	- República do Brasil
RIDESA	- Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético
SP	- São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

%	– Porcentagem
°C	– Grau Celsius
g	– Grama
L	– Litro
mm	– Milímetro
mL	– Mililitro
CO ₂	– Gás Carbônico
t	– Tonelada
h	– Hora
μmol	– Micromol
mmol	– Milimol
mol	– Mol
m ²	– Metro quadrado
s	– Segundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Cana-de-açúcar	15
2.2	Cultivar RB 86 7515.....	15
2.3	Formas de Plantio	16
2.4	Sistema de plantio utilizando mudas pré-brotadas.....	18
2.5	Tratamento Térmico.....	19
2.6	Polímeros	19
2.6.1	Utilização de polímeros na agricultura.....	21
2.7	A importância da água na formação de mudas	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Área de trabalho e espécie estudada	24
3.2	Procedimentos para o preparo das mudas.....	24
3.3	Análise das variáveis não destrutivas.....	25
3.4	Análise das variáveis biométricas destrutivas.....	26
3.5	Procedimentos estatísticos.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÃO	38
	AGRADECIMENTOS.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar tem gerado emprego, renda e divisas para o Brasil. A importância desta cultura no agronegócio brasileiro é indiscutível, apesar do destaque tecnológico nas diferentes etapas de produção, a pesquisa científica ainda tem muito a contribuir para a maximização do processo produtivo, desde a lavoura até a indústria (COSTA, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo que a produção estimada para esta cultura e que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira, na safra 2016/17, será de aproximadamente 690,98 milhões de toneladas. O Brasil terá um crescimento estimado em cerca 3,8% em relação à safra anterior. A área cultivada foi de 9,07 milhões de hectares, aumento de 4,8%, se comparada com a safra 2015/16 (CONAB, 2016).

No Brasil, dentre os estados produtores, São Paulo se destaca como o maior produtor com 55,2% (5,0 milhões hectares) da área plantada, seguido pelos seguintes estados: Goiás com 10,7% (970,88 mil hectares), Minas Gerais com 10,1% (916,44 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 7,0% (635,16 mil hectares), Paraná com 6,7% (607,94 mil hectares), Alagoas com 2,6% (235,92 mil hectares), Mato Grosso com 2,1% (190,55 mil hectares) e Pernambuco com 2,00% (181,47 mil hectares). Esses oito estados são responsáveis por 96,4% da produção nacional (CONAB, 2016).

Com a maior utilização da mecanização nas lavouras, e principalmente no plantio da cana-de-açúcar, ocorreu um aumento na utilização de mudas na fase da implantação da lavoura, sendo que no plantio mecanizado se utiliza 20 toneladas de mudas por hectare, dobrando a utilização de mudas, quando se compara com o plantio semimecanizado. Este aumento na utilização de mudas visa evitar falhas de brotação que ocasionam baixas produtividades do canavial. Em função deste contexto, surgiu a técnica de utilização de mudas de cana-de-açúcar, previamente brotadas e levadas ao plantio, denominadas de Mudas Pré-Brotadas (MPB), visando um melhor stand com maior sanidade e pureza genética, acarretando bons níveis de produtividade (LANDEL, 2014).

Polímeros hidroretentores à base de poliacrilamida, foram criados na década de 50 por uma empresa norte americana, com capacidade de reter água em 20 vezes a sua massa. Nos anos 70, uma empresa britânica melhorou as

propriedades de retenção de água deste polímero para 400 vezes. (WOFFORD JR; KOSKI, 1990). Este polímero seco possui forma granular e quebradiça, e quando em contato com água, cada grânulo incha como uma partícula gelatinosa, elástica e macia, absorvendo e armazenando a água, e sendo denominado polímero (BALENA, 1998)

Os polímeros, devido as suas características, são muito utilizados na produção de mudas de diversas espécies (AZEVEDO, 2000; AZEVEDO et al., 2002), e quando incorporado ao solo aumenta a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, atuando como condicionadores de solo (AZEVEDO, 2000; CORTÉS et al., 2007; CAMARA et al., 2011; BERNARDI et al., 2012).

Grande parte dos estudos com polímeros se refere à sua utilização no plantio das mudas em campo. (BUZETTO et al., 2002; SARVAS et al., 2007; THOMAS, 2008; DRANSKI et al., 2013; VENTUROLI et al., 2013).

A adição de polímeros ao substrato em viveiros produtores de mudas, tem mostrado efeito benéfico em algumas espécies, como o café (*Coffea arabica* L.) (LIMA et al., 2003; MELLO et al., 2005; MARQUES et al., 2013), amoreira (*Morus sp*) (MOREIRA et al., 2010) e eucalipto (*Corymbia citriodora*) (BERNARDI et al., 2012).

A cultura da cana-de-açúcar tem gerado emprego, renda e divisas para o Brasil. A importância desta cultura no agronegócio brasileiro é indiscutível, apesar do destaque tecnológico nas diferentes etapas de produção, a pesquisa científica ainda tem muito a contribuir para a maximização do processo produtivo, desde a lavoura até a indústria (COSTA, 2005). A avaliação da influência do polímero, em mistura com o substrato, na fase de produção de MPB, pode proporcionar maiores produtividades, lucratividade, geração de empregos e prosperidade no agronegócio canavieiro.

A hipótese do presente estudo foi que a utilização de polímero acrescido ao substrato durante a fase de produção de MPB, em tubetes, e associado a três diferentes lâminas de irrigação diária, podem proporcionar melhor desenvolvimento vegetativo e fisiológico.

O objetivo foi avaliar o desenvolvimento da biomassa aérea e radicular de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar, quando da utilização de diferentes doses de polímero em mistura com o substrato e três diferentes lâminas de irrigação diária (5, 10 e 15 mm).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) pertence à família Poaceae, é originária do Sudeste Asiático, na grande região da Nova Guiné e Leste da Indonésia (DANIELS; ROACH, 1987). A planta perfilha de maneira abundante, na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o auto-sombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do crescimento. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou ainda devido ao florescimento, sendo este processo indesejável em culturas comerciais (CASAGRANDE, 1991).

A cana-de-açúcar tem sido cultivada no Brasil desde 1532 (FIGUEIREDO, 2008), sendo considerada uma das melhores opções para a produção de energia renovável, com grande importância no cenário agrícola mundial (SOUZA et al., 2005). É uma cultura ideal para o plantio em regiões tropicais, adaptada as condições de altas temperaturas e alta intensidade luminosa. Utiliza grandes quantidades de água para suprir suas necessidades, pois dependendo de seu estado fenológico, 70% de seu peso é representado pela água. (TAIZ, ZEIGER, 2004).

2.2. Cultivar RB 86 7515

O cultivar RB 86 7515 foi lançado oficialmente como variedade comercial em março de 1997, pela Universidade Federal de Viçosa para solos arenosos e com restrições hídricas. Apresenta como as melhores características o alto teor de sacarose e alta produtividade agrícola, responsiva ao uso de maturador, podendo ser cortada em início de safra. Excelente desenvolvimento, com boa brotação na planta e socas, porte alto e baixo florescimento. Possui resistência ao carvão, escaldadura, mosaico, ferrugem e ao complexo broca-podridão. Apresenta resistência intermediária às estrias vermelhas, falsas estrias vermelhas e ao nematóide. Boa opção para plantio de cana-de-ano (RIDESA, 2011).

O censo varietal de 2015 foi realizado em 138 usinas de São Paulo e Mato Grosso do Sul (UFSCAR, 2015) e os cultivares mais utilizados são apresentados na Tabela 3.

TABELA 1 – Dez cultivares de cana-de-açúcar mais utilizados nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul em 2015.

Áreas de Cultivo			
Variedades	Área (ha)	%	Posição
RB 86 7515	1.020.696,04	26,0	1
RB 96 6928	380.798,14	9,7	2
SP 81 3250	317.986,07	8,1	3
RB 85 5453	235.545,24	6,0	4
RB 85 5156	227.693,73	5,8	5
RB 92 579	223.767,98	5,7	6
RB 85 5536	129.549,88	3,3	7
SP83 2847	117.772,62	3,0	8
CTC – 4	117.772,62	3,0	9
CTC – 15	102.069,60	2,6	10
OUTRAS	1.169.874,70	26,8	-
TOTAL	3.925.754,00	100,0	

Fonte: NOVACANA (2015)

2.3 Formas de Plantio

Por se tratar de uma cultura semiperene, o plantio para a cultura da cana-de-açúcar é fundamental, pois irá determinar a sua longevidade, produtividades e qualidade, onde qualquer problema nesta etapa poderá comprometer a sua produção no decorrer do seu ciclo (RIPOLI et al., 2007). Segundo Santos, Borém e Caldas (2010), a determinação de alguns fatores antes do plantio é de extrema importância para garantir a longevidade da cultura no campo.

De acordo com EMBRAPA (2016), para a implantação de um canavial, deve ser realizado um levantamento topográfico. Nos locais de plantio é realizado um trabalho de engenharia, conhecido como sistematização do terreno, no qual se subdivide a área em talhões e alocam-se os carregadores principais e secundários.

Atualmente, busca-se obter talhões planos otimizando assim as operações mecanizadas. Os princípios de conservação do solo e a execução de terraços devem orientar todo o planejamento da sistematização do terreno. O plantio da cana pode ser efetuado de forma convencional (operações manuais e mecanizadas) ou mecanizado (utilizando apenas máquinas).

No plantio semimecanizado, utiliza-se na maioria das vezes o espaçamento de 1,5 m, para se evitar o pisoteio das soqueiras pelos rodados das máquinas e unidades de transbordo, na colheita. Os colmos com idade de 10 a 12 meses são colocados no fundo do sulco e picados com facão em rebolos de aproximadamente de três gemas (RIPOLI et al., 2007).

A densidade do plantio é em torno de 12 gemas por metro linear de sulco, que dependendo do cultivar e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7 a 10 toneladas por hectare. É comum haver um gasto maior de mudas, pois através de um investimento relativamente pequeno, pode-se prevenir a presença de falhas que persistirão por quatro a cinco anos se houverem gemas inviáveis nas mudas utilizadas. Os rebolos são cobertos com uma camada de terra, por volta de sete centímetros, devendo ser ligeiramente compactada para eliminar bolsas de ar. Dependendo do tipo de solo e das condições climáticas reinantes, pode haver uma variação na espessura dessa camada (RIPOLI et al., 2007).

Devido ao seu elevado custo, atualmente as usinas deixaram de realizar o plantio semimecanizado da cana-de-açúcar, o plantio mecânico ganhou escala nos últimos anos. Porém vem acarretando uma redução na produtividade da cana planta, devido às falhas no nascimento do canavial. O excesso de mudas colocadas para reduzir estas falhas promove uma intracompetição por luz, água e nutrientes, com redução do vigor das touceiras e da produtividade.

As práticas de plantio devem sempre considerar as necessidades ecofisiológicas e do metabolismo da cultura, pois o plantio é sempre o investimento crucial na condução de qualquer cultura. Sejam quais forem as práticas de plantio adotadas, estas devem atender tais demandas. Um trabalho cuidadoso e criterioso trará sempre bons resultados ao final do empreendimento (RIPOLI et al., 2007).

2.4 Sistema de plantio utilizando mudas pré-brotadas

De acordo com pesquisas realizadas pelo IAC (Instituto Agronômico de Campinas), foi desenvolvido um sistema que está mudando o conceito de plantar cana-de-açúcar. O sistema de Mudanças Pré-Brotadas (MPB) de cana é uma tecnologia de multiplicação que poderá contribuir para a produção rápida de mudas, associando elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio. Outro grande benefício está na redução da quantidade de mudas que vai a campo. Para o plantio de um hectare de cana o consumo de mudas é da ordem de 20 toneladas no plantio mecanizado, já no modelo MPB, o consumo de mudas é de duas toneladas por hectare. “Trata-se de um novo conceito no método de multiplicação da cana-de-açúcar, reduzindo volume e levando para o campo, efetivamente, uma planta” (LANDEL, 2014).

As mudas pré-brotadas (MPB) permitem alcançar aumento de eficiência e ganho econômico na implantação de viveiros, replantio de áreas comerciais, expansão e renovação de áreas plantadas de cana-de-açúcar. Entretanto, para a implantação do sistema em grande escala, é necessário o esforço e cooperação entre instituições de pesquisa de melhoramento genético, fitotecnia e mecanização (NOVACANA, 2013).

Para produzir mudas pelo sistema MPB, utilizam-se colmos originados em viveiros básicos, isentos de doenças, sem mistura varietal e com idade de seis a dez meses. Estes viveiros deverão ser oriundos de tratamento térmico, acompanhado de procedimentos de roguing e amostras para diagnóstico de doenças. Para a produção das mudas MPB, são necessárias seis fases (NOVACANA, 2013).

Na primeira fase acontece a preparação dos minirrebolos (gema individualizada), onde é utilizado um sistema de guilhotina com lâmina dupla, gerando minirrebolos com 3 cm de comprimento. Os minirrebolos são inspecionados, eliminando aqueles com gemas onde o embrião foi danificado. Na segunda fase, os minirrebolos são imersos em uma solução fungicida a 0,1% de produtos à base de Azoxistrobina ou Pyraclostrobin por 3 minutos. Na terceira fase, os minirrebolos são colocados em caixa plástica cobertos com substrato e mantidos a 32 °C em casa de vegetação climatizada e irrigados por um período de 7 a 10 dias.

Na quarta fase as mudas são retiradas uma a uma das bandejas e colocadas dentro de tubetes. Nesta fase, as gemas que não brotaram são descartadas. Na quinta fase, as mudas serão aclimatadas em casa de vegetação por um período de 21 dias e com a irrigação controlada. Ocorre uma primeira poda foliar e todas as folhas são reduzidas a um terço do seu tamanho. Na sexta fase, com duração de aproximadamente 21 dias, as mudas são expostas a pleno sol visando sua adaptação às condições de plantio no campo e há um controle de irrigação com quatro turnos de rega, totalizando 4 mm dia⁻¹. Ocorrem três podas foliares nesta fase. (XAVIER, 2008).

2.5 Tratamento térmico

A obtenção de mudas saudáveis tem influência sobre todo o ciclo da cana-de-açúcar. Uma das doenças que causam um baixo desenvolvimento na cultura da cana-de-açúcar é o raquitismo de soqueira. É uma doença considerada grave para a cultura, pois não apresenta sintomas externos principalmente quando não temos períodos com deficiência hídrica no solo, o que por muitas vezes dificulta sua identificação (EMBRAPA, 2016).

O tratamento térmico da cana-de-açúcar é uma medida importante adotada para controlar o raquitismo das soqueiras provocada pela bactéria *Leifsonia xyli subsp. xyli* (Davis et al., 1980). Pode ser feito em minirrebolos com o objetivo de controlar o raquitismo da soqueira. Consiste em submeter os minirrebolos a uma temperatura de 52°C, por 30 minutos (SANGUINO et al., 1996), e posteriormente mergulhá-los em uma solução fungicida com Azoxistrobina a 0,1% por três minutos.

2.6 Polímeros

O surgimento dos polímeros hidroretentores à base de poliacrilamida se deu na década de 50 por uma empresa americana. Na época, a capacidade de retenção de água deionizada não ultrapassava 20 vezes a sua massa. Com a expiração da patente nos anos 70, uma empresa britânica melhorou as propriedades de retenção de água do polímero, elevando a capacidade de retenção de 40 para 400 vezes no ano de 1982. No entanto, o produto não teve êxito, como esperado,

principalmente pelo preço ser elevado, o que inviabilizava a sua utilização na agricultura e também pela escassez de pesquisas para fomentar as recomendações de uso e aplicação dos polímeros para fins agrícolas (WOFFORD JR; KOSKI, 1990). O polímero seco 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).

Refere-se também a esse produto como: polímero hidrorretentor (OLIVEIRA et al., 2004; VALONE et al., 2004); polímero superabsorvente (ISLAM et al., 2011); hidrogel (KENT; DOUGLASS; DUMROESE, 2009); polímero hidroabsorvente (MELO et al., 2005).

Os condicionadores sintéticos foram produzidos com o intuito de aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes pelo solo, contribuindo para melhorar o rendimento das culturas (OLIVEIRA et al., 2004). A utilização de condicionadores no solo promove o desenvolvimento do sistema radicular, bem como da parte aérea das plantas, através do aumento de água disponível, redução das perdas por percolação e lixiviação dos nutrientes, melhoria da aeração e drenagem do solo (AZEVEDO et al., 2002).

Uma das características dos polímeros é a capacidade de reter a água do solo com tensão maior que as partículas naturais do solo, porém, esta tensão é menor que a tensão de sucção pelas raízes das plantas. Este fato possibilita maior retenção de água e nutrientes no solo, por serem prontamente liberados para as plantas (AZEVEDO et al., 2002). Albuquerque Filho et al. (2009) relatam que algumas características do solo, como porosidade, capacidade de armazenamento e evaporação, podem ser alteradas e promover mudanças nos fatores de produção, como frequência de irrigação e doses de nutrientes recomendados.

Denominamos como substrato qualquer material que possa ser utilizado no desenvolvimento de uma planta na sua fase inicial garantindo a sua propagação. Um bom substrato é aquele que proporciona condições adequadas à germinação, emergência e desenvolvimento da muda em formação (PASQUAL et al., 2001).

Os pesquisadores sempre estão à procura de melhorar as qualidades físicas, químicas e até mesmo biológicas dos substratos. As propriedades dos

polímeros como condicionadores de solo proporcionam melhorias nas propriedades físicas e hidráulicas do mesmo (MORAES, 2001).

De acordo com Flannery e Buscher (1982) a adição de polímeros hidroabsorventes ao substrato, elevou a capacidade de retenção de água desse substrato, sendo que a maior parte dessa água fica prontamente disponível para as plantas, além de contribuir com a diminuição da frequência e quantidade total das irrigações.

O uso de altos níveis de polímeros afetou negativamente a absorção dos íons cálcio e magnésio sendo o efeito maior em substratos com maior teor de matéria orgânica, havendo a possibilidade de estes íons serem retidos pelos polímeros, tornando-se indisponíveis para a planta (SITA et al., 2005). Portanto, é de fundamental importância definir protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, reduzindo os custos de produção no viveiro, além de permitir seu bom desempenho em campo (BERNARDI et al., 2012), e conseqüentemente, reduzir a necessidade de replantio e a frequência dos tratamentos culturais.

2.6.1 Utilização de polímeros na agricultura

A água atua na planta como reagente no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na turgescência celular, na abertura e fechamento dos estômatos e na penetração do sistema radicular. Mesmo um pequeno desequilíbrio nesse fluxo de água pode causar déficits hídricos e mau funcionamento severo de inúmeros processos celulares (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Um dos fatores que geram grande preocupação nos viveiros é a otimização do uso da água. Uma vez que exerce papel essencial no desenvolvimento e qualidade das mudas, o manejo hídrico é uma das etapas a serem aprimoradas no ciclo de produção das mudas e, uma vez aplicadas de forma adequada, pode refletir também em ganhos econômicos e ambientais (FERNANDES, 2011). É necessário realizar irrigações com frequência e quantidades suficientes para obtenção de mudas com qualidade.

Adams e Lockaby (1987), estudando o efeito de polímeros hidroretentores em sementeiras de espécies florestais, observaram que as mudas

que receberam o polímero hidroretentor permaneceram túrgidas, enquanto as do tratamento testemunha murcharam.

Uma das técnicas que tem sido recentemente utilizada na produção de mudas florestais é a utilização de polímeros agrícolas hidroretentores. Conhecido também como hidrogel, esse polímero é um produto sintético a base de poliácridamida, com grande capacidade de retenção e armazenamento de água (AZEVEDO, 2000; AZEVEDO et al., 2002), e quando incorporado ao solo aumenta a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, atuando como condicionadores de solo (AZEVEDO, 2000; CORTÉS et al., 2007; CAMARA et al., 2011; BERNARDI et al., 2012).

2.7 A Importância da água para a formação de mudas

A água é um dos componentes do meio ambiente que afeta diretamente a vida (Silva, 1998). Embora a água seja a substância mais abundante no nosso planeta apenas 3% dela é potável e somente 1% dela está disponível para o homem, o restante está retido em geleiras, calotas polares e profundezas do solo. Sabemos que sem água não há vida e que de 80 a 95% do peso fresco de uma planta herbácea e aproximadamente 50% das espécies lenhosas estão representados pela água (SILVA, 1998).

A maior parte dos processos fisiológicos que realizam os vegetais estão ligados direta ou indiretamente pelo abastecimento de água. A água é essencial para a vida das plantas, tanto no sentido bioquímico como biofísico. É o principal constituinte das células vegetais, podendo atingir 65% do peso total, tornando-se fator vital na produção das plantas, pois participa de todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos essenciais ao seu desenvolvimento. A água também atua como veículo de transporte de nutrientes, produtos orgânicos da fotossíntese, absorvidos do solo e conduzidos para as plantas através da contínua demanda evapotranspirativa com destino à atmosfera.

As características da água que favorecem a manifestação de fenômenos físicos, químicos e biológicos, vitais ao desenvolvimento das plantas são as seguintes: é o principal constituinte do protoplasma, compreendendo, frequentemente, mais de 90% de sua massa total; é o meio natural de ocorrência de

numerosas reações químicas (hidrólise, oxidação, hidratação) e bioquímicas (digestão do amido, bioconversão proteica).

O suprimento adicional de água é capaz de proporcionar melhor qualidade às mudas, reduzindo a ocorrência de doenças, promover maior crescimento e homogeneidade no desenvolvimento das plantas (SILVA, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Trabalho e Espécie Estudada

A pesquisa foi conduzida na casa de vegetação localizada na Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente – SP (FATEC) (latitude 22° 08' 23" longitude 51° 23' 05" e altitude a 452 metros acima do nível do mar), no município de Presidente Prudente, oeste do estado de São Paulo. Conforme classificação Köppen, a região apresenta clima do tipo "Aw". A temperatura média durante o período de realização do experimento foi de 26,0°C e a umidade relativa do ar de 67%. O material estudado foi a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), cultivar RB 86 7515, a qual é cultivada em 26% da área canavieira no estado de São Paulo (CONAB, 2016).

3.2 Procedimentos para o preparo das mudas

Este procedimento ocorreu durante um período de 60 dias e foi dividido em três etapas, sendo a primeira para a obtenção dos minirrebolos, em que foram selecionadas canas com 09 meses de idade do cultivar RB 86 7515 e cortados com uma guilhotina de lâmina dupla, padronizando o tamanho dos minirrebolos, sendo todos com 0,03 m de comprimento. Após o corte foi realizada uma seleção visual para garantir que todos os minirrebolos estivessem com as gemas saudáveis.

Os minirrebolos foram tratados termicamente a 52°C por 30 minutos e posteriormente mergulhados em uma solução fungicida com Azoxistrobina a 0,1% por três minutos, plantados 20 minirrebolos em cada bandeja de poliuretano preto com capacidade para 9,0 litros de substrato e levados para a estufa. A profundidade de plantio dos minirrebolos foi de 0,02 metros. Nessa fase, a irrigação foi realizada por aspersores do tipo microaspersão, com uma vazão de 15 mm, divididos em 04 irrigações diárias, sendo: 7h00, 11h00, 15h00 e 17h00.

Na segunda etapa, após 10 dias do plantio, as gemas não brotadas foram eliminadas do processo, enquanto que as gemas brotadas foram transferidas individualmente para os tubetes e levadas para casa de vegetação. Foram utilizados tubetes com capacidade para 290 ml que foram preparados com o substrato

comercial composto por casca de pinus, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz e nutrientes e com oito doses de polímero (0; 1; 2; 3; 4; 8; 20; 40 g L⁻¹). As misturas do substrato com o polímero foram realizadas dentro de um balde, utilizando-se 05 litros de substrato a cada mistura. O material que sobrava era descartado. Foi mantida a mesma irrigação da etapa anterior.

Na terceira etapa, quando as mudas atingiram 21 dias no tubete foram transferidas para condição de pleno sol e submetidas a três diferentes lâminas de irrigação diária (5, 10 e 15 mm), divididos em 04 irrigações diárias, sendo: 7h00, 11h00, 15h00 e 17h00, permanecendo nessas condições até o final do experimento (29 dias no tubete).

3.3 Análise das Variáveis Não Destrutivas

Para análise foram consideradas as 03 mudas centrais de cada tratamento, utilizou-se o analisador de gás por infravermelho (Li-6400XTR, LiCor, EUA), sob irradiação de 1600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e concentração de CO₂ de 400 ppm onde obtivemos as taxas de fotossíntese, concentração de CO₂, fluxo de água e condutância. Para essas medidas foram utilizadas as folhas classificadas como +1, que são as primeiras folhas totalmente expandidas de cada planta, consideradas folhas adultas. As medidas foram realizadas no 59º dia do experimento.

Para a análise biométrica do comprimento da parte aérea, foi utilizada uma trena e adotando a superfície de tubete como ponto inicial até a extremidade (ponta) da folha mais alta esticada manualmente, sendo esta medida representativa no crescimento total da muda (CASAGRANDE, 1991).

Para a análise biométrica da porcentagem de sobrevivência (contando o número de sobreviventes e comparando com o total inicial) foram consideradas todas as mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar vivas e mortas em relação ao total de mudas existentes em cada tratamento.

Para a análise biométrica do número de perfilhos totais dentro do tubete, avaliou-se o perfilhamento das mudas pré-brotadas e em todos os tratamentos contou-se o número de perfilhos, sendo considerado perfilho todo o broto formado independentemente se houve rompimento da superfície do solo a partir da muda plantada.

3.4 Análise das Variáveis Biométricas Destrutivas

Para a realização das análises biométricas destrutivas (massa fresca e seca de raiz e massa fresca e seca da parte aérea), as mudas receberam uma identificação com o uso de etiquetas e depois retiradas dos tubetes e lavadas imediatamente em água corrente para a retirada total do substrato e de partículas de polímero. A parte aérea e as raízes de cada muda foram separadas, identificadas e pesadas. Para obtenção da massa seca da parte aérea e das raízes, o material foi acondicionado individualmente em saco de papel, identificado e levado para secagem no laboratório da Fatec de Presidente Prudente - SP. Utilizou-se o método convencional a partir da estufa de circulação forçada de ar com temperatura a 65°C, onde o material permaneceu por 72 h, realizando a medição da massa a cada 24 h, até atingir a massa constante (CASAGRANDE, 1991). Após a secagem, o material foi novamente pesado. As massas foram medidas em balança analítica com precisão de 0,01 g.

3.5 Procedimentos Estatísticos

Foi considerado o delineamento Fatorial, com oito tratamentos, oito doses de polímero (0; 1; 2; 3; 4; 8; 20; 40 g L⁻¹) e três lâminas de irrigação (5, 10 e 15 mm). Foram realizadas cinco repetições (mudas em tubetes) de cada tratamento. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) e ao teste de comparação de médias Scott-Knott ($p < 0,05$), segundo Gomes (1990). As regressões múltiplas foram realizadas usando software Microcal Origin, sendo utilizadas apenas as que apresentaram “F” significativo à 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à porcentagem de sobrevivência deve-se salientar que todas as mudas sobreviveram até o final do ensaio (60 dias após o plantio). Buzetto et al. (2002), estudando a eficiência do polímero no fornecimento de água, constataram que o polímero reteve a água de irrigação por maior período de tempo, disponibilizando-a de maneira gradativa para as plantas, o que resultou na diminuição da mortalidade das mudas cultivadas, sem acelerar o crescimento em altura das mesmas.

A maior massa da parte aérea não possibilitou definir a relação entre o comprimento da parte aérea e doses de polímero, no entanto, maiores lâminas de irrigação possibilitaram maiores comprimentos (Tabela 2). Na (Figura 1), observa-se que existe uma relação positiva entre o comprimento e as lâminas de irrigação e relação negativa com as doses de polímero. Os níveis de 10 mm e 15 mm de irrigação, independentemente das doses de polímero, proporcionaram maior comprimento da parte aérea das mudas (Figura 1). Nissen e San Martin (2004) descreveram que o polímero hidroabsorvente produziu resultados positivos no desenvolvimento biométrico quando foi aplicado próximo às raízes.

TABELA 2 – “Comprimento da parte aérea”, em mm, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 dias após o plantio.

Polímero Doses (g L ⁻¹)	Lâminas de irrigação (mm)			
	5	10	15	Média
0	635,67 Aa	721,33 Aa	687,00 Aa	681,33 A
1	565,67 Bb	777,67 Aa	778,33 Aa	707,22 A
2	600,33 Bb	804,00 Aa	805,33 Aa	736,56 A
3	683,00 Aa	727,33 Aa	843,00 Aa	751,11 A
4	648,00 Aa	723,33 Aa	791,33 Aa	720,89 A
8	666,67 Bb	630,33 Bb	868,67 Aa	721,89 A
20	718,33 Aa	783,67 Aa	878,33 Aa	793,44 A
40	552,33 Bb	813,33 Aa	580,00 Bb	648,56 A
Média	633,75 b	747,63 a	779,00 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

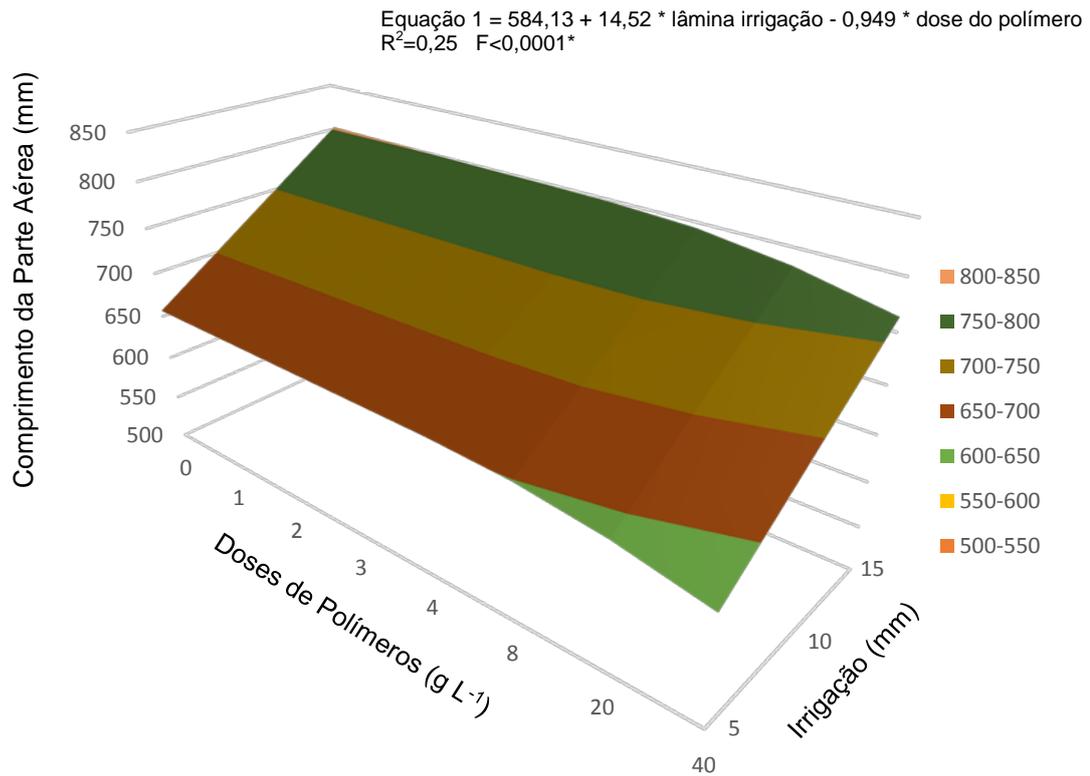


Figura 1 – Comprimento da parte aérea (mm)

Com relação à massa fresca de raízes na (Tabela 3) não se encontrou alterações para os níveis de irrigação nem para as doses de polímeros.

TABELA 3 – “Massa fresca de raízes”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 dias após o plantio.

Polímero Doses ($g L^{-1}$)	Lâminas de irrigação (mm)			Média
	5	10	15	
0	9,85 Aa	6,46 Aa	7,97 Ba	8,09 A
1	7,05 Ab	7,14 Ab	10,69 Aa	8,29 A
2	8,74 Aa	7,20 Aa	6,81 Ba	7,58 A
3	9,23 Aa	9,37 Aa	9,93 Aa	9,51 A
4	8,24 Aa	9,94 Aa	6,86 Ba	8,35 A
8	8,19 Aa	9,93 Aa	6,97 Ba	8,36 A
20	8,95 Aa	6,90 Aa	7,24 Ba	7,70 A
40	6,25 Aa	7,04 Aa	4,16 Ba	5,82 A
Média	8,31 a	7,99 a	7,58 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

Para a análise de regressão múltipla realizada no programa Microcal Origin, obteve-se os dados apresentados na (Figura 2), apresentando relação negativa tanto para as lâminas de irrigação quanto para as doses de polímero.

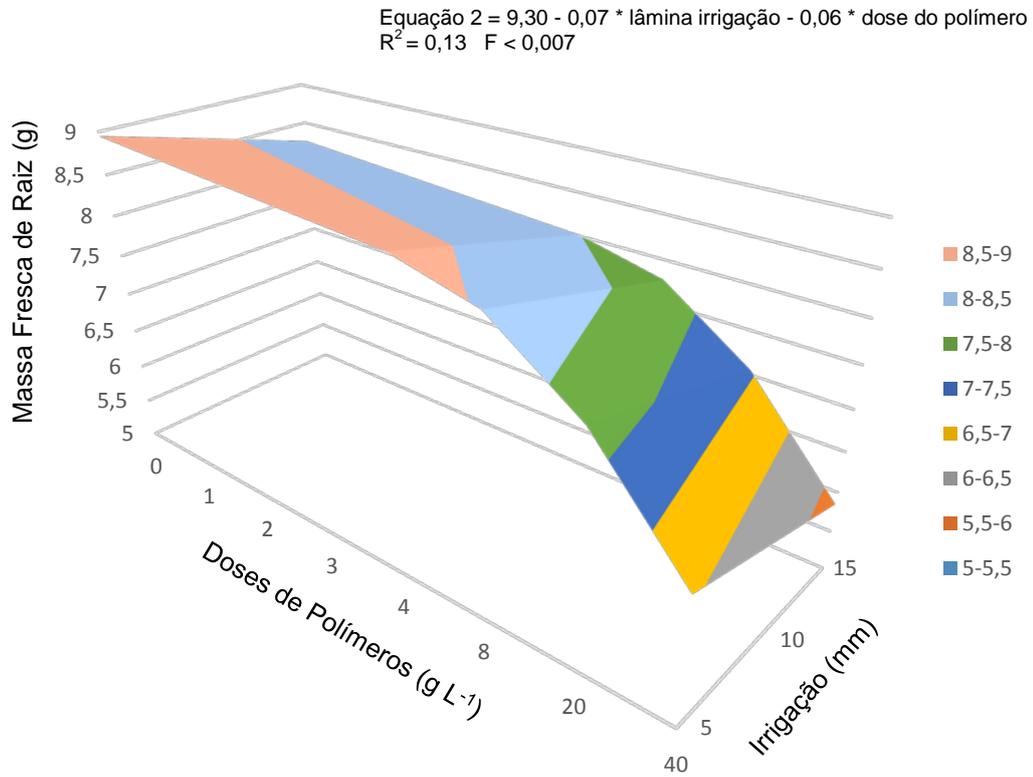


Figura 2 – Massa fresca de raízes (g)

Com relação à massa seca de raízes, os resultados demonstram que ocorreu uma relação inversa entre a massa e a dose de polímero, também pode-se inferir que existe uma relação positiva entre as massas e as lâminas de irrigação (Tabela 4) e (Figura 3) produzida com os dados da regressão múltipla feita no programa Microcal Origin. Desta maneira, houve uma interação entre as doses e lâminas de irrigação, sendo as menores massas de raízes ocorrendo com as maiores doses de polímero e menores lâminas, já as maiores massas se apresentaram com menores doses de polímero e maiores lâminas de irrigação. Moreira et al. (2010, 2012), Hafle et al. (2008) e Sousa et al. (2013) sugeriram que a utilização de doses de polímero maiores que a dose ideal, proporcionam umidade excessiva ao substrato e Marques et al. (2014) relataram que em condições de campo a biometria e a produção de bioenergia foram diferentes com as doses de

polímeros, sendo explicada sobre o aspecto de menor deficiência hídrica sem aumento da biomassa das raízes. Para produção de mudas de café utilizando-se polímeros, observou-se que o aumento das doses de polímero levou ao menor crescimento radicular (Castro et al., 2014).

TABELA 4 – “Massa seca de raízes”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 dias após o plantio.

Polímero Doses (g L ⁻¹)	Lâminas de irrigação (mm)			Média
	5	10	15	
0	1,19 Aa	1,00 Aa	1,18 Aa	1,12 A
1	0,68 Bb	0,87 Ab	1,20 Aa	0,92 B
2	0,84 Ba	1,02 Aa	0,95 Aa	0,94 B
3	0,84 Ba	1,11 Aa	1,07 Aa	1,00 A
4	0,76 Ba	0,95 Aa	0,83 Ba	0,85 B
8	0,72 Ba	0,98 Aa	0,80 Ba	0,83 B
20	0,65 Ba	0,67 Ba	0,68 Ba	0,67 C
40	0,40 Ba	0,59 Ba	0,38 Ca	0,45 D
Média	0,76 b	0,90 a	0,89 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

$$\text{Equação 3} = 0,859 + 0,012 * \text{lâmina irrigação} - 0,0014 * \text{dose do polímero}$$

$$R^2 = 0,48 \quad F < 0,0001^*$$

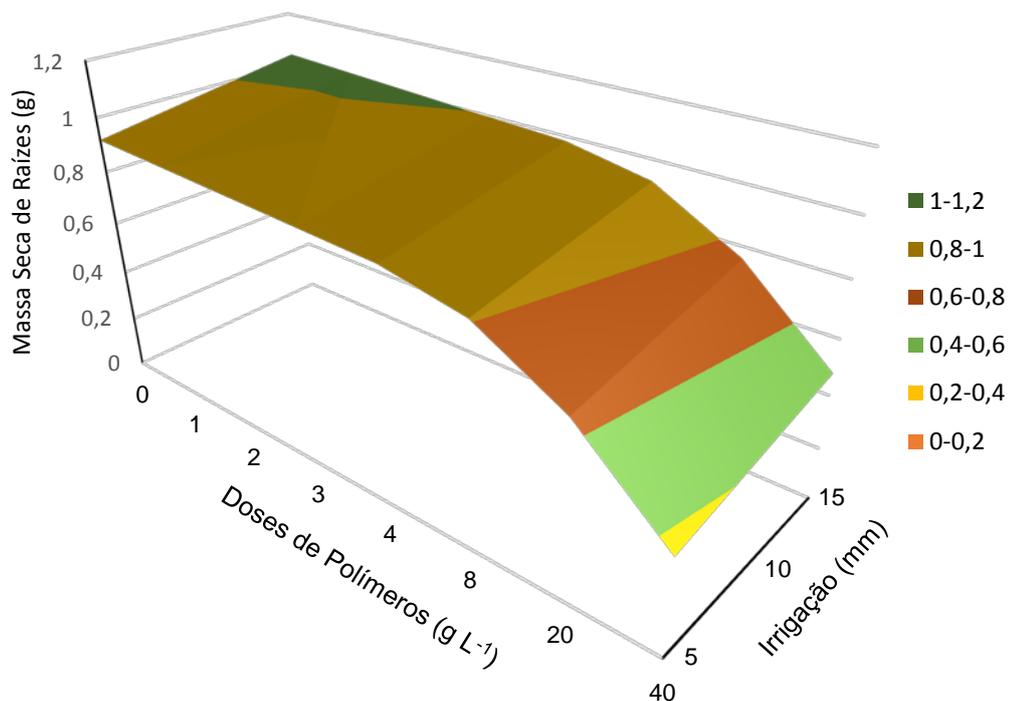


Figura 3 – Massa seca de raízes (g)

As doses de 8 e 20 g L⁻¹ com a lâmina de irrigação de 15 mm apresentaram maior massa fresca da parte aérea (Tabela 5). Na (Figura 4), a massa fresca da parte aérea tem relação positiva com as lâminas e doses de polímero.

TABELA 5 – “Massa fresca da parte aérea”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 dias após o plantio.

Polímero	Lâminas de irrigação (mm)				
	Doses (g L ⁻¹)	5	10	15	Média
0		11,69 Aa	12,06 Aa	13,83 Ba	12,53 B
1		8,79 Aa	10,56 Aa	13,92 Ba	11,09 B
2		8,76 Ab	14,14 Aa	14,93 Ba	12,61 B
3		9,52 Ab	16,34 Aa	15,57 Ba	13,81 B
4		12,37 Aa	14,49 Aa	14,70 Ba	13,85 B
8		13,32 Aa	16,46 Aa	20,18 Aa	16,65 A
20		13,86 Aa	15,44 Aa	18,82 Aa	16,04 A
40		8,63 Ab	17,65 Aa	11,33 Bb	12,54 B
Média		10,87 b	14,64 a	15,41 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

$$\text{Equação 4} = 8,92 + 0,454 * \text{lâmina irrigação} - 0,019 * \text{dose do polímero}$$

$$R^2 = 0,20 \quad F < 0,0001^{**}$$

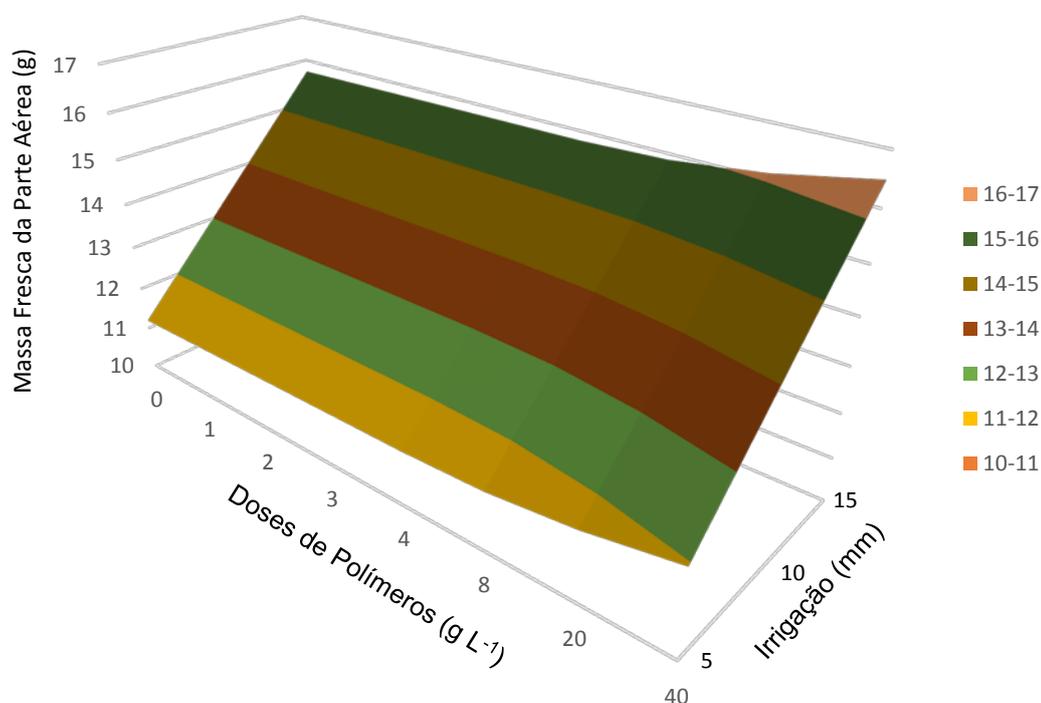


Figura 4 – Massa fresca da parte aérea (g)

As doses de 8 e 20 g L⁻¹ com a lâmina de irrigação de 15 mm apresentaram maior massa seca da parte aérea (Tabela 6). Quando se observa os valores médios das três lâminas utilizadas, tem-se que para a massa seca as doses de polímero de 3 e 4 g L⁻¹, também apresentaram valores maiores e iguais estatisticamente aos valores das doses de 8 e 20 g L⁻¹, fato que não ocorreu com a massa fresca da parte aérea.

Na (Figura 5), pode-se observar que para a massa seca da parte aérea tem relação positiva com as lâminas e negativa com as doses de polímero. Como relatado por Gervázio e Frizzone (2004), os polímeros promovem a melhoria física nos solos com relação à retenção de água e proporcionaram melhor ambiente para crescimento das plantas, fato que se consolida na maior altura das plantas. Bearce e McCollum (1993), verificaram o mesmo fenômeno quando trabalharam com crisântemo e lírio crescendo em diferentes doses de polímero hidroretentor.

TABELA 6 – “Massa seca da parte aérea”, em grama, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 60 dias após o plantio.

Polímero Doses (g L ⁻¹)	Lâminas de irrigação (mm)			
	5	10	15	Média
0	2,79 Aa	3,09 Aa	3,58 Ba	3,16 B
1	2,04 Ab	2,80 Ab	3,66 Ba	2,84 B
2	1,98 Ab	3,70 Aa	3,81 Ba	3,16 B
3	2,39 Ab	4,41 Aa	4,10 Ba	3,64 A
4	3,09 Aa	3,73 Aa	4,16 Ba	3,66 A
8	2,78 Ab	4,25 Aa	5,20 Aa	4,08 A
20	2,60 Ab	3,60 Ab	4,85 Aa	3,68 A
40	1,57 Ab	4,16 Aa	2,43 Cb	2,72 B
Média	2,40 b	3,72 a	3,97 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott (p < 0,05).

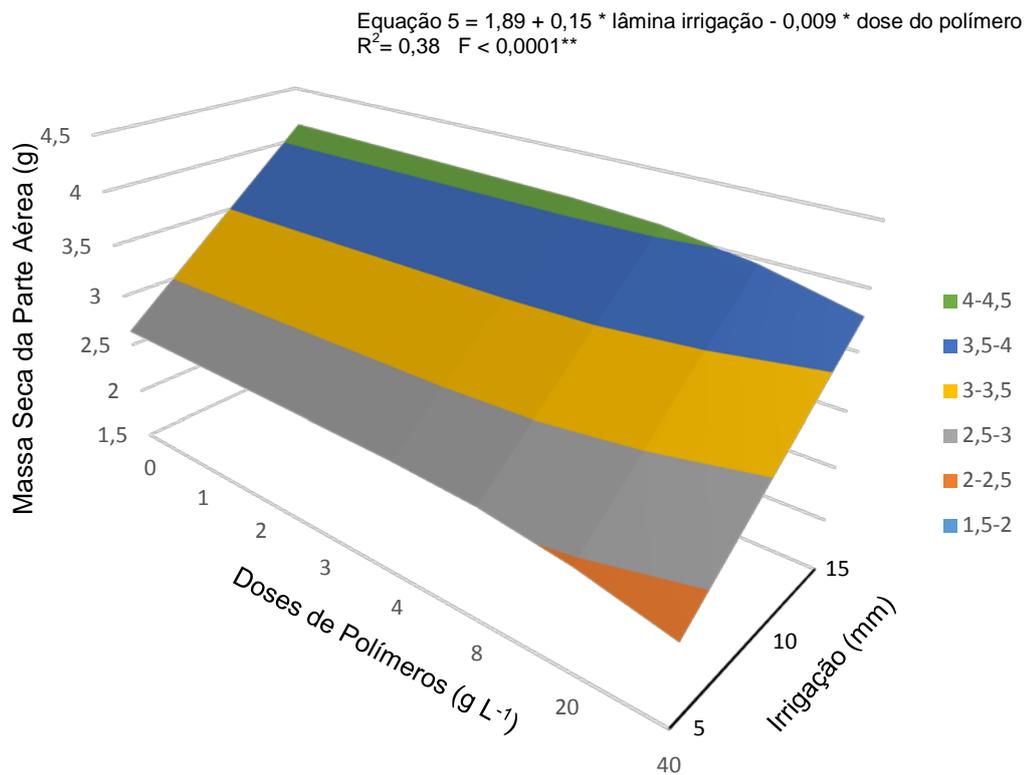


Figura 5 – Massa seca da parte aérea (g)

Com as maiores doses de polímero, pode-se observar maiores taxas fotossintéticas, medidas pelo fluxo de CO₂ nos estômatos, este fato pode ser explicado pela possibilidade de as plantas não sofrerem o efeito do estresse hídrico e liberando a abertura dos estômatos para incremento nas trocas gasosas (Tabela 7). Teodoro et al. (2004) em seus experimentos, ressaltaram que a produtividade foi resultado do teor de água no solo mais adequado para as plantas, permitindo melhor disponibilidade, maior fluxo de água e conseqüentemente maiores taxas de trocas gasosas levando a aumento de área foliar, acréscimo na produção de fotoassimilados, aumentando o rendimento da planta.

TABELA 7 – “Taxa Fotossintética”, em $\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 59 dias após o plantio.

Polímero Doses (g L^{-1})	Lâminas de irrigação (mm)			
	5	10	15	Média
0	1,00 Aa	0,50 Aa	0,83 Ba	0,78 B
1	1,10 Aa	0,13 Aa	0,20 Ba	0,48 B
2	2,07 Aa	0,30 Aa	1,60 Ba	1,32 B
3	0,57 Aa	0,20 Aa	1,37 Ba	0,71 B
4	5,20 Aa	0,07 Ab	2,40 Bb	2,56 A
8	1,43 Ab	4,27 Ab	7,57 Aa	4,42 A
20	2,90 Aa	1,27 Aa	2,03 Ba	2,07 A
40	3,40 Aa	0,17 Ab	4,87 Aa	2,81 A
Média	2,21 a	0,86 b	2,61 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

Na dose de 4 g L^{-1} ocorreu maior taxa concentração de CO_2 com a lâmina de irrigação (10 mm). O nível de 10 mm de irrigação, independente das doses de polímero, proporcionou maior taxa de concentração de CO_2 . (Tabela 8). O estresse hídrico geralmente afeta quer a condutância estomática, quer a atividade fotossintética na folha. No início do estabelecimento da seca, a eficiência fotossintética do uso da água - WUE (Water Use Efficiency - CO_2 absorvido na fotossíntese por vapor de água perdido na transpiração) pode aumentar porque o fecho parcial dos estômatos vai afetar mais a transpiração que a absorção do CO_2 . No entanto, à medida que o estresse se torna mais severo a WUE vai diminuindo e a inibição do metabolismo da folha vai sendo mais inibido (TAIZ; ZEIGER, 1998).

TABELA 8 – “Concentração de CO₂”, em $\mu\text{mol CO}_2.\text{mol}^{-1}$, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 59 dias após o plantio.

Polímero	Lâminas de irrigação (mm)				
	Doses (g L ⁻¹)	5	10	15	Média
0		340,00 Aa	338,00 Aa	293,34 Aa	323,78 A
1		296,34 Ba	371,00 Aa	348,33 Aa	338,56 A
2		262,00 Bb	339,67 Aa	244,00 Ab	281,89 B
3		371,00 Aa	354,00 Aa	265,67 Ab	330,23 A
4		239,67 Bb	380,00 Aa	260,00 Ab	293,23 B
8		288,67 Ba	195,67 Cb	346,00 Aa	276,78 B
20		250,00 Ba	281,33 Ba	291,67 Aa	274,34 B
40		298,34 Ba	341,00 Aa	150,67 Bb	263,34 B
Média		293,25 b	325,08 a	274,96 b	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

Na (Tabela 09), verificamos que as maiores doses de polímero apresentaram as maiores taxas de fluxo de água. Observa-se também que maiores fluxos de água acontecem com maiores lâminas de irrigação. Teodoro et al. (2004) em seus experimentos, ressaltaram que a produtividade foi resultado do teor de água no solo mais adequado para as plantas, permitindo melhor disponibilidade, maior transpiração e conseqüentemente maiores taxas de trocas gasosas, levando a um aumento de área foliar e acréscimo na produção de fotoassimilados.

Na dose de 40 g L⁻¹ ocorreu mais fluxo de água com a maior lâmina de irrigação (15 mm). O nível de 15 mm de irrigação, independente das doses de polímero, proporcionou maior fluxo de água (Tabela 9). Na (Figura 6), com os dados obtidos da regressão múltipla no programa Microcal Origin, tem-se que o fluxo de água apresenta relação positiva com as lâminas de irrigação e com as doses de polímero. Castro Neto (2003), relata que a resistência estomática é refletida pela disponibilidade de água para as plantas, sendo o déficit hídrico um dos fatores que limitam a abertura dos estômatos, provocando, conseqüentemente, maior taxa de fluxo de água.

TABELA 9 – “Fluxo de água”, em $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 59 dias após o plantio.

Polímero Doses (g L^{-1})	Lâminas de irrigação (mm)			
	5	10	15	Média
0	0,92 Aa	0,42 Ba	0,45 Aa	0,60 C
1	0,57 Aa	0,37 Ba	0,33 Aa	0,42 C
2	0,72 Ab	0,38 Bb	1,60 Ba	0,90 B
3	0,50 Ab	0,38 Bb	1,50 Ba	0,79 B
4	1,16 Ab	0,74 Ab	2,67 Aa	1,53 A
8	0,64 Ab	1,03 Ab	2,56 Aa	1,41 A
20	0,87 Ab	0,60 Bb	2,25 Aa	1,24 A
40	1,03 Ab	0,29 Bc	2,86 Aa	1,39 A
Média	0,80 b	0,53 c	1,78 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

$$\text{Equação 6} = -0,099 + 0,098 * \text{lâmina irrigação} + 0,0163 * \text{dose do polímero}$$

$$R^2 = 0,30 \quad F < 0,0001^{**}$$

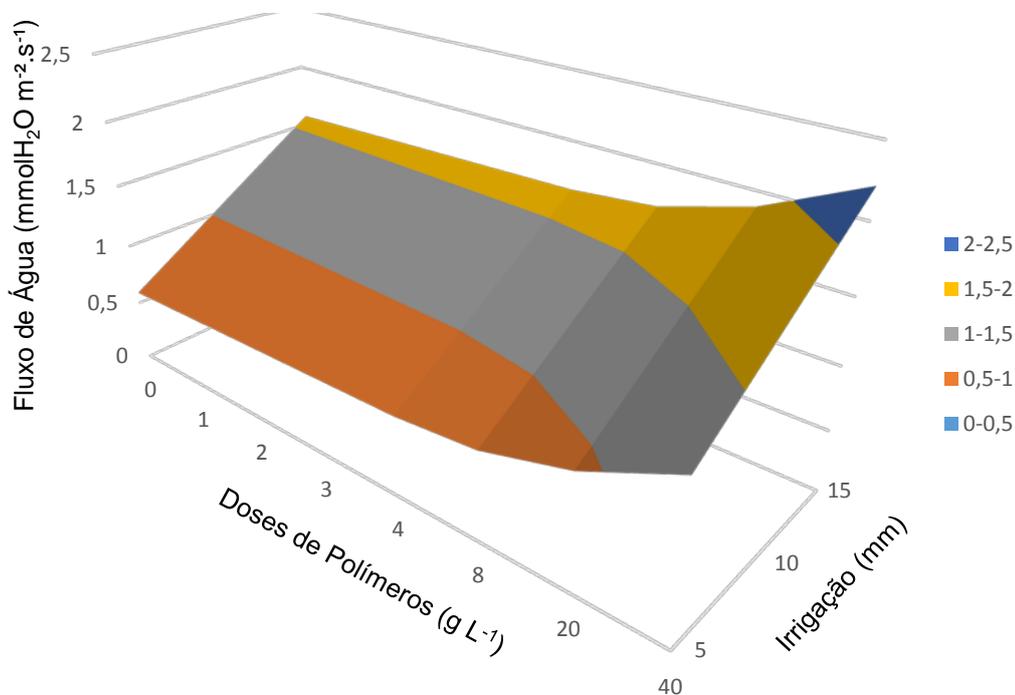


Figura 6 – Fluxo de água ($\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

Na (Tabela 10), verificamos que as maiores doses de polímero apresentaram as maiores taxas de condutância estomática.

TABELA 10 – “Condutância Estomática”, em $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, para as doses de polímero nos tubetes e para as lâminas de irrigação aos 59 dias após o plantio.

Polímero Doses (g L^{-1})	Lâminas de irrigação (mm)			
	5	10	15	Média
0	32,33 Aa	16,33 Aa	16,67 Ba	21,78 B
1	20,67 Aa	12,67 Aa	11,67 Ba	15,00 B
2	26,00 Aa	14,33 Aa	41,00 Aa	27,11 A
3	18,67 Aa	14,00 Aa	20,33 Ba	17,67 B
4	48,33 Aa	27,00 Aa	27,67 Ba	34,33 A
8	23,67 Aa	38,67 Aa	53,33 Aa	38,56 A
20	33,33 Aa	21,67 Aa	23,67 Ba	26,22 A
40	41,67 Aa	10,33 Ab	37,67 Aa	29,89 A
Média	30,58 a	19,38 b	29,00 a	

Fonte: O Autor

Letras maiúsculas diferem na coluna e letras minúsculas diferem na linha Scott-Knott ($p < 0,05$).

5 CONCLUSÃO

A utilização de diferentes doses do polímero afeta negativamente a massa das raízes.

A massa fresca da parte aérea foi positivamente afetada com a utilização de polímeros, já a massa seca apresentou uma relação inversa.

As doses de 8 g L⁻¹ e 20 g L⁻¹ com irrigação de 15 mm apresentou melhores resultados para produção de parte aérea.

Os valores de taxa fotossintética, concentração de CO₂ e condutância estomática foram afetados pelos tratamentos, sendo a dose de 4 g L⁻¹, com o menor nível de irrigação (5 mm), já apresentava diferenças.

Com relação ao fluxo de água, tem-se que as lâminas de irrigação e as doses de polímero afetaram positivamente este parâmetro.

As partes aéreas e raízes, durante a fase de produção de MPB, são afetadas positivamente pela irrigação e negativamente pelo polímero.

AGRADECIMENTOS

À CNPq pela concessão de bolsa na modalidade TAXA, durante a execução do projeto.

À FATEC Presidente Prudente pela permissão da utilização da casa de vegetação no projeto.

Ao Centro de Estudos Avançados em Bioenergia e Tecnologia Sucroalcooleira da UNOESTE - CENTEC pelo suporte ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADMS, J. C.; LOCKABY, B. G. Commercially produced super absorbent material increase water: holding capacity of soil medium. **Tree-Planters**, New York, v. 38, p. 24-25, 1987.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C. et al. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.6, p.671-679, 2009.
- AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliácridamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L) cv. Tupi**. 2000. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR.
- AZEVEDO, T. L.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.1, n.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 – PR.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- 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**. Virginia, 1993. Disponível em: <<https://www.hydrosources.com>>. Acesso em: 05 dez. 2015.
- BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. **IPEF**, Circular Técnica, n.195, abr. 2002.
- CAMARA, G. R. et al. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro conilon robusta tropical mediante uso de polímeros hidroretentores e diferentes turnos de rega. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 135-141, 2011.
- CARR, A. P. et al. Implementing sustainable farming company experience. **Australian Society of Sugarcane Technologist**, v. 30, p. 25-33, 2008.
- CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991.

CASTRO NETO, M. T. Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 23-95, 2003.

CHAVES, G. **Influência do clima na produtividade da cana-de-açúcar**. Araçatuba: Fatec, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. Cana-de-açúcar safra 2016/2017**. Primeiro levantamento abril de 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 1 maio 2016.

COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL - COPLANA. Planejamento da sulcação para plantio e colheita mecanizada. **Revista COPLAZA**, n. 27, p. 21, fev. 2006.

CORTÉS, A. B. et al. Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. **Revista Ingeniería e Investigación**, v. 27, n. 3, p. 35-44, 2007.

CASTRO, A. M. C. et al. Crescimento inicial de cafeeiro com uso de polímero hidrorretentor e diferentes intervalos de rega. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 465, 2014.

COSTA, M. C. G. **Distribuição e crescimento radicular em soqueiras de cana-de-açúcar: dois cultivares em solos com características distintas**. 2005. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

DANIELS, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D. J. (ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 7-84.

DAVIS, M.J.; GILLASPIE Jr., A.G.; HARRIS, R.H. Ratton stunting disease of sugarcane: Isolation of the causal bacterium. **Science**, v.210, n.4476, p.1365-1367, 1980.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Plantio da cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agenciaCnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar/arvore/CONTAG0133711200516717.html>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 3. ed. Piracicaba: STAB, 2011. 416 p.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.31-44.

FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. **Cana-de-açúcar**. (compact disc). 6. ed. Campinas: IAC, 1995. (IAC. Boletim 200).

FLANNERY, R.L.; BUSCHER, 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.

GERVÁZIO, E. S.; FRIZZONE, J. A. Caracterização físico-hídrica de um condicionador de solos e seus efeitos quando misturado a um substrato orgânico. **Revista Irriga**, v. 9, p. 95-105, 2004.

HAFLE, O. M. et al. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidroretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 232-236, 2008.

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

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

LANDEL, M. G. A. Cana para indústria: rumos da pesquisa. **Agroanalysis A Revista de Agronegócios da FGV**. jan. 2014. Disponível em: <http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=1639>. Acesso em: 18 ago. 2014.

LIMA, L. M. L. et al. Produção de mudas de café sob diferentes lâminas de irrigação e doses de um polímero hidroabsorvente. **Bioscience in Journal**, v. 19, n. 3, p. 27-30, 2003.

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**, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2013.

MARQUES, T. A. et al. Palhiço, polímero hidrogel e sistemas de plantio nos parâmetros de biometria, tecnologia, energia e produtividade de cana-de-açúcar **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5 (Supl. 2), p.501-511, 2014.

MARTINS, N. G. S. **Os fosfatos na cana-de-açúcar**. 2004. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MATSUOKA, S. **Relatório anual do programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar**. Araras: UFSCar, CCA, DBV, 2000.

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

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

MOREIRA, R. A. et al. Ácido indolbutírico e polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 1, p. 74-81, 2012.

MOREIRA, R. A. et al. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 8, p. 133-139, 2010.

NASTARI, P.F. A importância do setor Sucoenergético no Brasil. **Agroanalysis A Revista de Agronegócios da FGV**, v.32, n.3, p. 16-17, 2012.

NISSEN, J.; SAN MARTÍN, K. Uso de poliacrilamidas y el riego en el manejo hídrico de lechugas (*Lactuca sativa* L.). **Agro sur**, v. 32, n. 2, p. 1-12, 2004.

NOVACANA. As sete etapas do sistema de plantio de mudas pré-brotadas. **novaCana.com** 27 nov. 2013. Disponível em: <www.novacana.com/n/cana/plantio/as-7-etapas-sistema-plantio-mudas-pre-brotadas-2711113/>. Acesso em: 05 fev. 2015.

NOVACANA². Variedades RB de cana respondem por 65% da área cultivada no Brasil. **novacana.com** 23 set 2015. Disponível em: <www.novacana.com/n/cana/variedades/variedades-rb-cana-area-cultivada-230915>. Acesso em: 05 dez. 2015.

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

PASQUAL, M. et al. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2001. 137 p.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407 p.

REDE INTERUNIVERSITARIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO - RIDESA. **Variedades RB de cana-de-açúcar**. Araras: UFSCAR, 2008. Disponível em: <www.canaufv.com.br/catalogo/catalogo-2010.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2016.

RIDESA. **Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar - PMGCA**. Araras: UFSCAR, 2011. Disponível em: <www.ridesa.com>. Acesso em: 10 fev. 2015.

RIPOLI, T. C. C. et al. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Ed. dos Autores, 2007.

ROSAS, J. Características de novas versões de plantadoras de cana-de-açúcar. **Revista Canavieiros**, v. 8, p. 32-33, 2007.

SANGUINO, A. et al. **Controle do raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar em toletes de três gemas pelo tratamento térmico em água a 52°C por 30 minutos (Relatório CTC)**. 1996.

SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema, 2010. 577 p.

SARVAS, M.; PAVLENDÁ, P.; TAKÁCOV, E. Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. **Journal of Forest Science**, v. 5, p. 204-209, 2007.

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

SHIMAZAKI, K. I. et al. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

SILVA, L. B.; FREITAS, H. M. B. **Projeto Qualibio**. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia – Salvador/BA – 1998. Disponível em: <<http://www.qualibio.ufba.br/txt012.html>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

SITA, R. C. M. et al. Effect of polymers associated with N and K fertilizer sources on *Dendrothema grandiflorum* growth and K, Ca and Mg relations. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 3, p. 335-342, 2005.

SOUSA, G. T. O. et al. Incorporação de polímero hidroretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1270-1278, 2013.

SOUZA, Z. M. et al. Manejo de palhada de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1062-1068, 2005.

STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1998.

TEODORO, R. E. F. et al. Diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na cultura de melancia (*Citrullus lanatus*). **Bioscience Journal**, v. 20, n. 1, p. 29-32, 2004.

THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p.1305-1314, 2008.

TOKESHI, H. **Doenças da cana-de-açúcar**. Separata do livro Manual de Fitopatologia. Piracicaba: Agronômica Ceres. ESALQ, 1980. v. 11.

UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Biotecnologia Vegetal. **Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar. Variedades RB de cana-de-açúcar**. Araras: CCA/UFSCar, 2008.

UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Biotecnologia Vegetal. **Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar. Censo varietal 2015**.1.ed. Araras: CCA/UFSCar, 2015.

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

VENTUROLI, F. et al. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p.143-151, 2013.

WALLACE, A. Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. **Horticulture Science**, v. 22, p. 951, 1987.

WOFFORD JR; D. J.; KOSKI, A. J. **A polymer for the drought years** (on line). Colorado Green, aug. 1990. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

XAVIER, M.A.; MENDONÇA, J.R.; SANGUINO, A. Viveiros de mudas. In: DINARDO-MIRANDA, L.L; VASCONCELOS, A.C.M; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008 p.535-546.