

CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA Á DOSES DE POLIMEROS SINTÉTICOS
CONDICIONADORES DE SOLO

MARCOS WANDERLEI SURIANI

**CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA Á DOSES DE POLIMEROS SINTÉTICOS
CONDICIONADORES DE SOLO**

MARCOS WANDERLEI SURIANI

Trabalho apresentado a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia

Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques

MARCOS WANDERLEI SURIANI

**CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA Á DOSES DE POLIMEROS SINTÉTICOS
CONDICIONADORES DE SOLO**

Trabalho apresentado a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia

Presidente Prudente, 11 de Maio de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente - SP

Dr. José Carlos Cavichioli
Agencia de Desenvolvimento Tecnológico do Estado de São Paulo – APTA
Adamantina - PR

633.61
S961c

Suriani, Marcos Wanderlei.

Cana-de-açúcar submetida á doses de
polímeros sintéticos condicionadores de solo/
Suriani, Marcos Wanderlei. – Presidente
Prudente, 2010.
36 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE:
Presidente Prudente – SP, 2010.
Bibliografia

1. Cana-de-açúcar. 2. Condicionadores de
solo - Polímeros. I. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que me fortaleceu em todas as horas difíceis, ajudando-me a superar os obstáculos;

A minha mãe Dejanira, que nunca mediu esforços para que ajudar e incentivar;

Aos meus familiares, pela maneira acolhedora dos meus sonhos e incentivadora das minhas lutas;

Em especial a minha esposa e meus filhos, pela compreensão das ausências nos momentos em que tive que renunciar ao prazer de estar junto a eles, para me dedicar aos estudos;

Aos amigos que contribuíram, de maneira substancial, para a concretização deste trabalho;

A todas as pessoas que, de maneira direta ou indiretamente sempre me incentivaram e apoiaram.

EPÍGRAFE

“Os conceitos físicos são livres criações do intelecto humano. Não são, como se poderia pensar determinados exclusivamente pelo mundo exterior. No esforço de entendermos a realidade, muito nos parecemos com o indivíduo que tenta compreender o mecanismo de um relógio fechado [...] Se for engenhoso, poderá formar uma imagem do mecanismo que poderia ser responsável por tudo quanto observa, mas jamais poderá estar totalmente certo de que tal imagem é a única capaz de explicar suas observações. Jamais poderá confrontar sua imagem com o mecanismo real”.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, com atenção especial aos que cito abaixo:

À Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, pela oportunidade de aperfeiçoamento concedida para realização do curso;

Ao professor Dr. Tadeu Alcides Marques, pela amizade, apoio, orientação, por todos os ensinamentos e confiança depositados em mim durante a realização deste trabalho;

Aos professores e funcionários por terem proporcionado um ótimo ambiente acadêmico durante a realização do curso;

Aos amigos do programa de pós-graduação em Agronomia, pela ajuda e carinho que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho;

Em especial ao Pedro Bergamini pelo companheirismo, amizade, incentivo e ajuda em minhas horas difíceis.

RESUMO

Cana-de-açúcar submetida á doses de polímeros sintéticos condicionadores de solo

A baixa disponibilidade de água no solo, para as culturas agrícolas, é um fator limitante da produtividade. Neste contexto, o uso de polímeros condicionadores de solo, em alguns sistemas edáficos pode viabilizar e tornar a cadeia produtiva mais competitiva. O trabalho se fundamentou em avaliar o incremento na produção canavieira, utilizando polímeros hidroretentores, durante o plantio, na cultivar RB 867515. O estudo ocorreu à campo em dois anos agrícolas. O ensaio 1 foi implantado no campo experimental da Unoeste, em dezembro de 2007 a maio de 2009, em Argissolo Vermelho Distroférico, no esquema blocos ao acaso com quatro tratamentos (0, 4, 8 e 12g de Polímero condicionador de solo, por metro de linha) e cinco blocos. O ensaio 2 foi implantado na Fazenda Ibiúna, em Lucélia – SP, em agosto de 2008 a agosto de 2009, em Argissolo Vermelho Amarelo, no esquema de blocos ao acaso com quatro tratamentos (0, 1,4, 2,8 e 4,2g de Polímero condicionador de solo, por metro de linha) e cinco blocos. O polímero condicionador possibilitou maior numero de perfilhos por metro; permitiu um maior crescimento vegetativo levando a maior quantidade de palhiço. Existe uma correlação positiva entre as doses do polímero com o ATR por área.

Palavra chave: *Saccharum officinarum*. Polímero. Retenção de água

ABSTRACT

Sugar cane subjected to synthetic conditioners soil polymer's doses

The low water availability in the soil for agricultural crops is a limiting factor in agricultural productivity. In this context, the use of soil conditioners polymer's, in some systems may allow edaphic and make the supply chain more competitive. The work was based on assessing the increase in sugarcane production by using soil polymers conditioner during planting, the variety RB 867515. The study took place in the field and in two growing seasons. The test was first deployed in the field of experimental Unoeste in December 2007 to May 2009 in Ultisol, arranged in randomized blocks with four treatments (0, 4, 8 and 12g of polymer soil conditioner, per meter of row) and five blocks. The second test was carried out at Fazenda Ibiúna in Lucélia - SP in August 2008 to August 2009 in Alfissol, arranged in a randomized block design with four treatments (0, 1.4, 2.8 and 4.2g soil polymer conditioner, per meter of row) and five blocks. The polymer conditioner provided greater number of tillers per meter, allowed a larger vegetative growth leading to a greater amount of trash. There is a positive correlation between doses of the polymer with the TRS by area.

Key words: *Saccharum officinarum*. Polymer. Water retention

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Energia Renovavel	11
2.2 A Cana-de-Açúcar	12
2.3 A Agroindustria Canavieira Brasileira	12
2.4 O Solo	13
2.5 Ambiente de Produção	14
2.6 A Agua no Ambiente de Produção	15
2.7 Polimeros Condicionadores de Solo	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	31
BIBLIOGRAFIA	32

1 INTRODUÇÃO

Uma fonte promissora de energia renovável, que pode substituir satisfatoriamente a gasolina e também reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), está sendo procurada atualmente pela humanidade. Os biocombustíveis são considerados uma alternativa atual aos combustíveis fósseis. Entre os biocombustíveis, o produto que está se destacando melhor, é o etanol (álcool combustível) (WESTCOTT, 2009).

O Brasil se destaca no cenário mundial como exemplo de utilização de combustíveis renováveis (na ordem de 45,4% da matriz energética, sendo 31,5% composto pela biomassa) (MICHELAZZO; BRAUNBECK, 2008).

Os investimentos financeiros de novas plantas industriais do setor sucroalcooleiro, juntamente com as ampliações de lavouras canavieiras, no Estado de São Paulo, vêm ocorrendo principalmente no Oeste Paulista. Tal acontecimento transformou o Oeste paulista em uma nova fronteira agrícola na expansão canavieira (MARQUES et al. 2006). Já Proença (2008), relatou que a expansão do plantio da cana-de-açúcar na região, pode ser devido à valorização do açúcar e do álcool, no mercado internacional tornando assim a cultura canavieira mais rentável e atrativa, assim sendo implantada em áreas que eram ocupadas anteriormente pela pecuária de corte de baixa eficiência.

Dias et al.(1999), estudando cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), puderam observar que o regime hídrico mostrou-se um fator importante para avaliação do potencial agrícola dos solos. Assim um dos fatores fundamentais que limitam a produção da cana-de-açúcar, é a deficiência de água disponível no solo. O déficit hídrico limita a produção da cana-de-açúcar, especialmente nas áreas onde existe um período prolongado de seca, como na Região Centro-Oeste do Brasil (SILVA et al. 2008a; SILVA et al. 2008b). Para Duarte (2002), a maior parte de toda a cana-de-açúcar produzida no Estado de São Paulo, é cultivada em ambientes com condições de sequeiro.

O objetivo da pesquisa foi verificar diferenças, a campo, quanto da utilização de polímeros sintéticos condicionadores de solo, na variedade de cana-de-açúcar RB 867515, durante a sua fase de crescimento vegetativo e de maturação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Energia Renovável

Os Estados Unidos da América (EUA) produzem o etanol, principalmente do milho e esperam comercializar o produto, na ordem de 136,27 bilhões de litros em 2022, assim substituindo parcialmente o combustível fóssil (WESTCOTT, 2009).

Entretanto, Baker e Zahniser (2006) demonstraram que a taxa de conversão do milho para etanol é baixa (3.000 L ha^{-1}). Assim os EUA necessitarão de 11,96 milhões de hectares, para produzir 41,64 bilhões de litros, em 2011, sendo que boa parte desta área está no “Corn Belt”, sob irrigação, e utilizando principalmente pivô central. A cultura do milho consome 140m^3 de água para produzir 1 GigaJoule de energia. Neste mesmo contexto os americanos estão preocupados com o nível do Aquífero Ogallala, pois as previsões dizem que em 2022 haverá apenas um quinto da água que existe atualmente neste aquífero.

Para Toasa (2009) a Colômbia está se despontando como a segunda maior produtora de etanol a partir da cana-de-açúcar na América Latina, sendo que a produção colombiana de etanol começou em 2005. Em 2007, a produção colombiana foi em torno de 898,58 litros por dia (menor que 1,5% da produção diária brasileira). Entretanto, com o avanço de novos investimentos e a disponibilidade de novas áreas agrícolas, de aproximadamente 1,21 milhões de hectares, espera-se para 2010 a produção de 3,79 milhões de litros de etanol, onde seu excedente de produção poderá ser exportado, principalmente para aos EUA.

O etanol brasileiro é obtido principalmente da cana-de-açúcar, e no setor sucroalcooleiro, o Brasil ocupa a liderança mundial na fabricação de etanol de cana-de-açúcar. O etanol, juntamente com outros derivados da cultura da cana-de-açúcar, tem a participação na matriz energética brasileira em torno de 16,6%. Assim esta se destaca como importante fonte de energia renovável e altamente disponível (MICHELAZZO; BRAUNBECK, 2008).

2.2 A Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é classificada como uma poacea, planta do grupo C₄, as quais possuem maior eficiência fotossintética. A eficiência possivelmente pode ser devido à compartimentação de enzimas e às características anatômicas das folhas, e como resultado a taxa de fotorrespiração baixa ou ausente. A produtividade da cana-de-açúcar depende da eficiência da integração do seu sistema produtivo formado pelas folhas fotossinteticamente ativas, do escoamento e distribuição do produto fotossintetizado, do consumo pela planta no seu desenvolvimento e do acúmulo e armazenamento de sacarose e reprodução (MACHADO, 1987; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Para Galvão et al. (2005), nos países produtores de cana-de-açúcar, muitas variedades têm sido continuamente desenvolvidas e testada com o propósito de aumentar a produtividade agrícola e obter uma maior resistência às pragas e doenças, uma melhor adaptação da cultivar as variações climatológicas, os vários tipos de solos e manejo agrícola.

A produção brasileira de cana-de-açúcar na safra 2010/2011, está estimada em 664,3 milhões de toneladas, cultivados em 8,1 milhões de hectares (301,5 milhões de toneladas cultivadas para açúcar e 362,8 milhões cultivados para etanol). Estes montantes, com as eficiências industriais médias podem proporcionar uma produção de 28,5 bilhões de litros de etanol (78,6 L t⁻¹) e 38,7 milhões de toneladas de açúcar (128,4 kg t⁻¹). A região Sudeste será responsável por cerca de 64% da colheita nacional. Em São Paulo espera-se colher 384,6 milhões toneladas de cana-de-açúcar, em uma área de 4,4 milhões de hectares (CONAB, 2010).

2.3 A Agroindústria Canavieira Brasileira

Furtado e Scandiffio (2007) relataram que, a agroindústria brasileira iniciou um processo constante e sucessivo de aprendizado tecnológico, ocasionando acréscimos significativos nos índices de produtividade no setor do agronegócio. Tal acontecimento foi logo após a implantação do Programa Nacional do Alcool

(PROÁLCOOL) em 1975, assim, elucida a sua posição de liderança no setor sucroalcooleiro mundial. Flexor (2007) relatou que a implantação do Proálcool se transformou em exemplo na busca de soluções tecnológicas, para a substituição parcial do combustível fóssil, de tal maneira que, o Brasil está em posição estratégica na redefinição da matriz energética mundial.

No período de 1975 a 2004 (pós Proalcool), a produção brasileira de cana-de-açúcar teve um aumento expressivo, cerca de 4,5 vezes e no entanto, a área agrícola cultivada cresceu apenas 2,9 vezes. O expressivo incremento da produtividade agrícola foi, em muitos casos, em função da evolução tecnológica (melhoramento genético, mecanização agrícola e controle biológico de pragas) e as práticas agrícolas (técnicas manejo de herbicidas, a adubação, calagem conforme a necessidade do local, o controle da erosão e compactação do solo) evoluíram de forma continuada, com resultado expressivo na minimização dos custos de produção agrícola, e com incremento na longevidade e produtividade dos canaviais (FURTADO; SCANDIFFIO, 2007).

Segundo Maule et al. (2001) a cultura canavieira é destaque no panorama agroindustrial brasileiro, e a cana-de-açúcar, atualmente, está sendo cultivada em quase todo tipo de solo do território brasileiro.

2.4 O Solo

Com a intemperização do Arenito Caiuá origina-se solos, na maioria dos casos, que são classificados como Latossolos, sendo que estes apresentam propriedades físico-químicas favoráveis à exploração agrícola e na sua grande maioria são solos que apresentam baixa fertilidade natural. Com a intensa utilização destes solos para a atividade agrícola, pode tornar-se comum o surgimento na parte superior do perfil do solo uma camada de solo compactada, em função das modificações das propriedades originais do solo, devido ao manejo inadequado do solo associado à intensidade da exploração agrícola. Estas alterações no desenvolvimento vegetal e podem produzir condições limitantes ao crescimento e ao desenvolvimento das culturas agrícolas transformando-se em prejuízos financeiros,

reduzindo a produtividade média agrícola (CORSINI, 1993; SEAB/PR, 1994; CORSINI; FERRAUDO, 1999 apud PAULINO et al. 2004).

Para Cintra et al. (1983); Klein et al. (1998), citados por Centurion et al. (2007), as modificações ocorridas na estrutura do solo são geralmente verificadas por alterações nos valores de densidade do solo, resistência mecânica à penetração, porosidade de aeração, porosidade total, armazenagem e disponibilidade de água às plantas, dinâmica hídrica na superfície e no perfil do solo, assim como a consistência e a máxima compactabilidade do solo, estas modificações vão interferir de maneira significativa e diretamente na proliferação e penetração das raízes das culturas agrícolas.

2.5 Ambiente de Produção

O conceito de ambiente de produção pode ser pertinente à seleção das variedades a serem plantadas com base nos mapas de solos e condições climáticas do local à ser cultivado (FURTADO; SCANDIFFIO, 2007).

Para se obter uma maximização da produção agrícola de determinada cultura, em um ambiente de produção, é necessário e fundamental, o desenvolvimento de novas variedades, melhorias no manejo do solo e sistemas de irrigação, e entre outras tecnologias, para manter ou até mesmo aumentar índices de produtividades agrícolas, a produção de biomassa, melhorar arquitetura da planta e aumentar a eficiência fotossintética, com alterações na área foliar e no metabolismo fisiológicos (OLIVEIRA et al. 2004a; OLIVEIRA et al. 2007; FIGUEIREDO et al. 2009).

César et al. (1987) estudaram a correlação da produtividade canavieira com os fatores edafoclimáticos e Dias et al. (1999) relataram que existem vários tipos de solos que estão sob influência de diferentes climas, resultando assim em diferentes ambientes de produção. Maule et al. (2001) relataram que a implantação de cultivares adaptadas ao ambiente de produção auxilia a maximizar a exploração econômica da cultura canavieira.

2.6 A Água no Ambiente de Produção

Taiz e Zeiger (2004) relataram que o déficit hídrico não é característico e típico apenas às regiões áridas e semi-áridas do planeta, tal fato, pode ocorrer em regiões consideradas climaticamente úmidas ou chuvosas, pois as distribuições irregulares das chuvas, em alguns períodos limitam significativamente o crescimento das plantas. Azevedo et al. (2002) também relataram que as chuvas muitas vezes não conseguem atender à real necessidade hídrica das culturas agrícolas.

A água ocupa uma posição de destaque num ambiente de produção, pois reduz significativamente a produtividade, até mesmo, em solos mais férteis (eutróficos), quando limitante (PRADO, 2005). Para Maule et al. (2001) o fato de existir boa disponibilidade de água permite um bom aproveitamento dos nutrientes existentes no perfil do solo. Porém, a baixa disponibilidade de água do solo afeta diretamente o crescimento das plantas e vai reduzir significativamente a produtividade agrícola, resultando na baixa eficiência do uso da água e dos nutrientes do solo pelas culturas agrícolas (CARVALHO et al. 2003; SIVAPALAN, 2006; GONÇALVES et al. 2010). Segundo Prado (2005) a disponibilidade de água no solo é dependente, entre diversos fatores, principalmente da capacidade de retenção de água do solo, sendo este um atributo físico inerente do solo e sendo de difícil possibilidade de mudanças.

César et al. (1987) também relatam que o fornecimento de água logo após o plantio do canavial é indispensável e primordial para uma boa brotação das gemas, assim com melhores resultados na instalação e desenvolvimento de um estande ideal de produção agrícola.

Para Doorenbos e Kassam (1979) citados por Dantas Neto et al. (2006), a cana-de-açúcar tem a necessidade hídrica em torno de 1500 a 2500 mm por ciclo vegetativo. A necessidade hídrica da cana-de-açúcar, varia com o estágio vegetativo em que a cultura se encontra e a variedade (AUDE, 1993). Porém, na cultura canavieira do Brasil, o consumo de água por GigaJoule de energia produzido, sem irrigação, é de 99 m³, com irrigação este índice pode se elevar, utilizando água superficial ou subterrânea ou até mesmo oriunda do aquífero de Guarani, que ainda não é utilizada para irrigação, e deve-se ter muita cautela e critério em seu uso.

Oliveira et al. (2004b) avaliaram a influência da concentração de um polímero hidroabsorvente nas características de retenção de água de dois diferentes tipos de solos e verificaram que, potenciais matriciais superiores a $-1,0$ MPa, a retenção de água foi maior à medida que se aumentou a concentração do polímero à mistura, para os dois solos estudados. No entanto, para potenciais matriciais inferiores, a retenção de água não foi influenciada pela concentração do produto. E questões relativas à melhoria das condições hídricas do solo relacionando-as com crescimento vegetativo, maximização do rendimento da cana-de-açúcar, melhoria na qualidade industrial, foram abordadas.

2.7 Polímeros Condicionadores de Solo

Define-se Polímeros condicionadores de solo, como um produto adicionado ao meio poroso do solo ou substrato orgânico, com o objetivo de melhorar suas propriedades (KÄMPF, 1999). Polímeros super absorventes podem ser utilizados como condicionadores sintéticos de solo, pois são capazes de absorver um volume até 500 vezes o seu peso. Quando incorporado ao solo podem alterar as características de retenção de água. Os polímeros podem ser derivados do amido ou do petróleo, que são mais freqüentemente utilizados e denominados de poli(acrilamida) ou PAM (GASCUE et al. 2006; SANTANA et al. 2007).

Santoni et al. (2008), relataram que os Polímeros super absorventes (Hidrogeis) são formados por redes poliméricas tridimensionais de alto peso molecular e com caráter hidrófilo, capazes de absorver grandes quantidades de água ou fluidos biológicos. Com relação à aparência, são granulares e brancos, formando gel transparente quando hidratado. Apesar de igual aparência são classificados em três grupos:

- I – A água é fortemente confinada por forte ligação H-H, toda a água é retida pelo polímero;
- II – Grande capacidade de absorver água, mas com pouca força de retenção;
- III – A água é apreendida por ligação fraca de H é liberada por longos períodos de tempo. Estes são os hidrogéis de diferentes marcas

comerciais utilizados na agricultura (GASCUE et al., 2006; SANTANA et al., 2007).

Na empresa norte-americana SNF floerger produz-se enzimaticamente uma poliacrilamida de uso agrícola, sendo uma molécula de conformação espacial singular, devido a presença do sal de potássio, como apresentado esquematicamente na Figura 1.

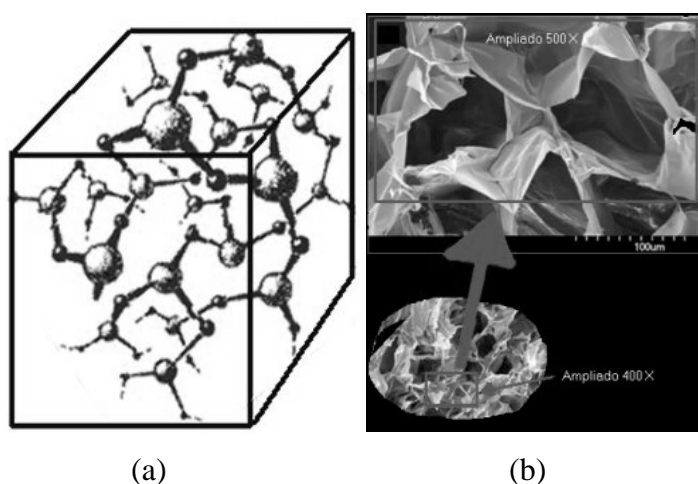


FIGURA 1 - Estrutura química do hidrogel agrícola; a) Esquema da estrutura espacial; b) Micrografia, obtida por MEV, mostrando detalhes da superfície retentora hídrica

Em diversos estudos com polímeros sintéticos, na agricultura (por exemplo: na produção de mudas em casa de vegetação, em horticultura, na cultura do eucalipto, no plantio de gramíneas para produção de sementes e ente outras), observou-se aumento de produtividade, diminuição na freqüência de irrigação, otimização no crescimento das plantas, diminuição da taxa de infiltração da água no solo e melhor retenção hídrica com maior disponibilidade para as plantas (MORAES, 2001; AZEVEDO et al. 2002; CALDERÓN et al. 2007; PREVEDELLO; LOYOLA, 2007; SILVA et al. 2008 a; SILVA et al. 2008 b). Oliveira et al. (2004) relataram que a maior retenção de água com a utilização de polímero sintético, sendo, esta maior retenção responsável pela melhor brotação e conseqüente maior numero de perfilhos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo ocorreu em duas áreas de cultivo, sendo o Ensaio 1, com plantio em dezembro de 2007 e condução até maio de 2009, e o Ensaio 2, com plantio em agosto de 2008 e condução até agosto de 2009, utilizando-se a cultivar de cana-de-açúcar RB 86-7515.

O polímero utilizado nos ensaios é uma mistura de dois produtos, Hydroplan-EB/HyB-M[®] e Hydroplan-EB/HyC[®], segundo o fabricante, seus constituintes é um laço cruzado de Copolímero de Acrilamida e Acrilato de Potássio, sendo empregado para absorver e reter grandes quantidades de água e nutrientes. O tamanho de partícula varia de 0,3 a 1 mm e sua absorção de água no solo (medido sob pressão de $pF_3=3atm$) varia de 100 a 250 gramas de água por grama do produto, com pH utilizável do produto ao solo, entre 5,0 a 9,0. O polímero foi aplicado na época do plantio da cana-de-açúcar.

O ensaio 1 foi instalado no campo experimental da Faculdade do Oeste Paulista (UNOESTE), localizado a uma latitude de $22^{\circ} 07' 04''$ S, longitude de $51^{\circ} 22' 04''$ W de Gr. e altitude de 430 m, em Presidente Prudente – SP. O clima do local é classificado em Cwa, conforme Köppen, sendo a estação chuvosa no verão e estação seca no inverno, com temperatura média anual de $25^{\circ}C$ e regime pluviométrico caracterizado por dois períodos distintos, sendo o chuvoso de outubro a março. Os dados de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluviométrica durante o ensaio foram coletados na Estação meteorológica da UNOESTE, localizada a 30 metros de distancia do ensaio, Figura 2. A classificação do solo, segundo EMBRAPA (1999) é Argissolo Vermelho Distroférrico.

A análise do solo foi realizada 60 dias antes do plantio (Tabela 1), calculando-se a calagem, que não foi necessária, e a adubação foi, de acordo com a análise, de $31,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, 135 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 135 kg ha^{-1} de K_2O , sendo utilizado 675 kg ha^{-1} , do formulado, 00-20-20. Completando com aplicação adicional de uréia, na dose de 70 kg ha^{-1} .

TABELA 1 - Resultados da análise do solo do Ensaio 1, realizada na área do experimento

pHem CaCl	pH em SMP	Acidez Pont. (H+AL) (mmolc/dm ³)	Alumínio(Al ³⁺) (mmolc/dm ³)	Mat.Org. (g/dm ³)	Cálcio(Ca ²⁺) (mmolc/dm ³)	Magnésio(Mg ²⁺)(m molc/dm ³)
5,5	7,3	11	0	5	11	6
Potássio(K ⁺) (mmolc/dm ³)	Fósforo (mg/dm ³)	Enxofre(SO ²) (mg/dm ³)	S.B (mmol/dm ³)	(M%)	CTC (mmolc/dm ³)	V(%)
1,4	21	1,3	18	0	29	63

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, cinco blocos e quatro tratamentos (0, 4, 8 e 12g de Polímero condicionador sintético de solo, por metro de linha). As parcelas constaram de cinco linhas de cana espaçadas de 1,5m, com 10 metros de comprimento cada e foi delimitado como bordadura a primeira e última linha e das linhas internas desprezou-se 1 metro no começo e final da linha.

O ensaio 2 foi implantado na Fazenda Ibiúna, localizada a uma latitude de 21° 78' 63" S, longitude de 51° 03' 31"W de Gr. e altitude de 416 m, em Lucélia – SP. O clima da região se classifica em Cwa, conforme Köppen, sendo a estação chuvosa no verão e estação seca no inverno, com temperatura média anual de 25°C e regime pluviométrico caracterizado por dois períodos distintos, sendo o chuvoso de outubro a março. Os dados de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluviométrica durante a experimentação foram coletadas na Estação meteorológica das Faculdades Adamantinenses Integradas (FAI), que dista a 13,9 km do ensaio, localizada a uma latitude de 21° 66' 75" S, longitude de 51° 07' 73"W de Gr. e altitude de 449 m, em Adamantina – SP (Figura 2).

A classificação do solo, segundo EMBRAPA (1999) é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. A análise do solo foi realizada 60 dias antes do plantio (Tabela 2), calculando-se a calagem, que foi de 4,5 t ha⁻¹. A adubação de plantio, de acordo com a análise, foi de 30 kg ha⁻¹ de N, 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo utilizado 1.000 kg do formulado 03-18-08.

TABELA 2. Resultados da análise do solo do Ensaio 2, realizada na área do experimento

pH	pH em SMP	Acidez Pont. (H+AL) (mmolc/dm ³)	Alumínio(Al ⁺³) (mmolc/dm ³)	Mat.Org. (g/dm ³)	Cálcio(Ca ⁺²) (mmolc/dm ³)	Magnésio(Mg ⁺²)(m molc/dm ³)
4,6	ND	18	ND	9	9	5
Potássio(K ⁺) (mmolc/dm ³)	Fósforo (mg/dm ³)	Enxofre(SO ²) (mg/dm ³)	S.B (mmol/dm ³)	(M%)	CTC (mmolc/dm ³)	V(%)
1,8	5	ND	15,8	ND	33,8	47

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com cinco blocos e quatro tratamentos (0; 1,4; 2,8 e 4,2g de Polímero condicionador sintético de solo, por metro de linha). As parcelas constaram de cinco linhas de cana espaçadas de 1,5m, com 10 metros de comprimento cada e as amostras foram realizadas nas três linhas internas desprezando o primeiro e o último metro das extremidades, como bordadura.

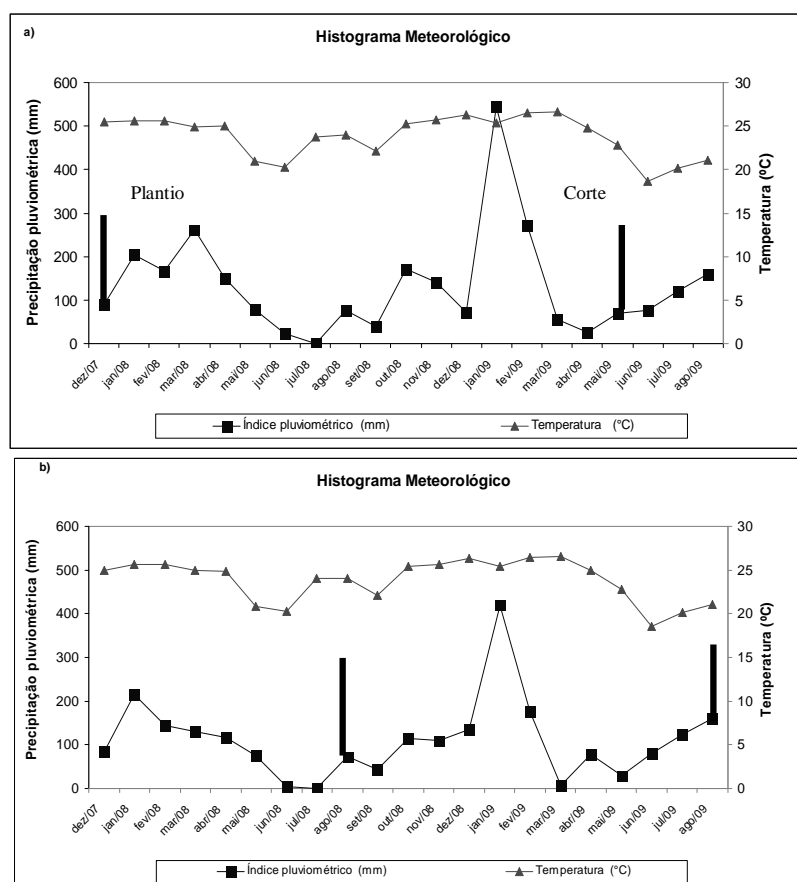


FIGURA 2 - Histograma meteorológico com médias aritmética da precipitação mensal (mm) e temperatura mensal (°C); a) Histograma do ensaio 1; b) Histograma do ensaio 2

Fonte: Estação Meteorológica da UNOESTE e FAI

As variáveis analisadas foram:

- Numero de perfilhos emergentes aos 45, 60 e 240 dias após o plantio;
- Altura dos colmos determinado aos 80, 140, 200 e 240 dias após o plantio;
- Diâmetro médio dos colmos determinado aos 80, 140, 200 e 240 dias após o plantio;
- Parâmetros tecnológicos (Pol, Brix, Pu, AR), segundo Fernandes (2003);
- Produtividade agrícola (Toneladas de cana por hectare, Toneladas de açúcar por hectare e ATR por hectare) segundo Casagrande (1981).

Para a medição começou-se a medir a partir da folha +1, para tal utilizou-se a metodologia descrita por Gallo et al. (1962), que fazendo análise foliar em cana-de-açúcar, cita o método de nomenclatura de Kuijper, Figura 3, sendo o método de localização e análise das folhas do colmo, este descreve o colarinho (a parte externa da junção da lamina com a bainha) visível mais alta, onde é designada de folha +1, esta representa a folha mais alta e desdobrada com colarinho. Sendo assim as mais novas classificadas como 0,-1;-2 e abaixo as mais velhas de sendo +2; +3; +4; +5 (CASAGRANDE, 1981).

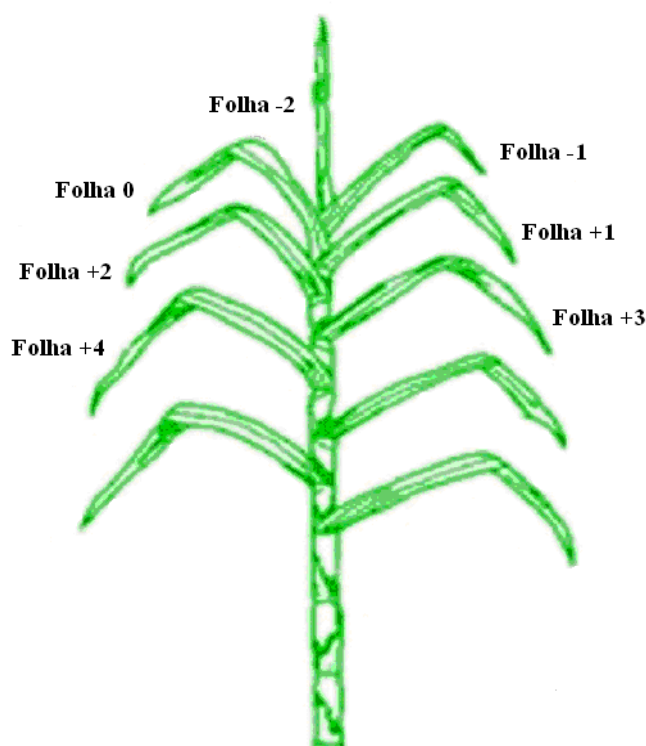


FIGURA 3 - Esquema de nomenclatura foliar da cana-de-açúcar

Fonte: Adaptado de Gallo et al. (1962) e Casagrande (1981)

O plantio da cana-planta ocorreu com colmos repicados, estes deitados no interior do sulco, e procurou-se seguir uma densidade de 12 a 14 gemas por metro de linha.

As análises tecnológicas foram analisadas no laboratório da Usina Agro Bertolo Ltda, onde também se determinaram as características tecnológicas da cana-de-açúcar: sólidos solúveis (°Brix em %), sacarose (POL do caldo em %), percentagem bruta de açúcar (PCC), Fibra, ATR, de acordo com a metodologia descrita por Fernandes, (2003).

Os dados foram processados através do programa Microcal Origin 6.0[®] (Microcal Origin Software Inc., Northampton, EUA) realizando análises de regressão múltipla para as variáveis estudadas em função do R^2 e ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos parâmetros biométricos, no ensaio 1, com relação a utilização do polímero condicionador, a variável “diâmetro do colmo” não apresentou diferenças estatísticas tendo o valor médio de 2,42 cm, com CV de 5,79% na Fase IV. A variável “altura média dos colmos” aferiu valor médio de 3 m, com o CV de 2,80% na Fase IV, sem diferenças estatísticas. Já para a variável “Número de Perfilhos por metro” aferida na Fase IV foi detectado diferença estatística e o teste Scott-Knott, de contraste entre médias, agrupou os tratamentos com 8 g e 12 g do polímero como sendo os de maiores valores (média de 15 perfilhos por metro) e agrupou a testemunha (0 g) com o tratamento com 4 g do polímero como sendo os de menores valores (média de 9,25 perfilhos por metro). O CV foi de 16,31% e média geral de 12,13.

Entretanto, no ensaio 2, as doses mais baixas, de até 4,2 g não promoveram alterações significativas nas variáveis biométricas. Deve-se observar que em ambos ensaios a dose de 4 g foi considerada igual a testemunha (0 g).

Para a variável “Número de Perfilhos por metro” (NPM) foi realizada regressão quadrática (Figura 3), para os ensaios 1 e 2, sendo que para o ensaio 1 (Figura 3 a) a regressão apresentou significância estatística, demonstrando que as doses crescentes do polímero proporcionaram valores crescentes de NPM, não sendo encontrado o ponto de máximo.

Estes resultados estão em concordância com Oliveira et al. (2004 b) que relatam maior retenção de água com a utilização de polímero, sendo esta maior retenção responsável pela melhor brotação e conseqüente maior número de perfilhos, deve-se observar que a retenção de água proporcionada pelo polímero na dose de 4 g m⁻¹ e considerando o espaçamento utilizado de 1,5 m, tem-se a dose de 26666,66 g ha⁻¹ ou 26,67 kg ha⁻¹ e segundo Santana et al. (2007) e Gascue et al. (2008) este polímero tem a capacidade de absorver 500 vezes sua massa em água, o que resulta em 13,33 m³ ha⁻¹ ou Equivalente a uma chuva de 1,3 mm, valor não suficiente para alterações significativas no solo que resultassem em processos fisiológicos diferenciados, no entanto as doses maiores de 8 g m⁻¹ e 12 g m⁻¹, respectivamente Equivalentes a 2,6 mm e 3,9 mm de chuva, somados a baixa

capacidade de retenção de água no solo, proporcionaram diferentes ambientes resultando em perfilhamentos significativamente maiores.

Contudo o maior número de perfilho não foi suficiente para proporcionar alterações nas demais variáveis biométricas e valores de produtividade de colmo.

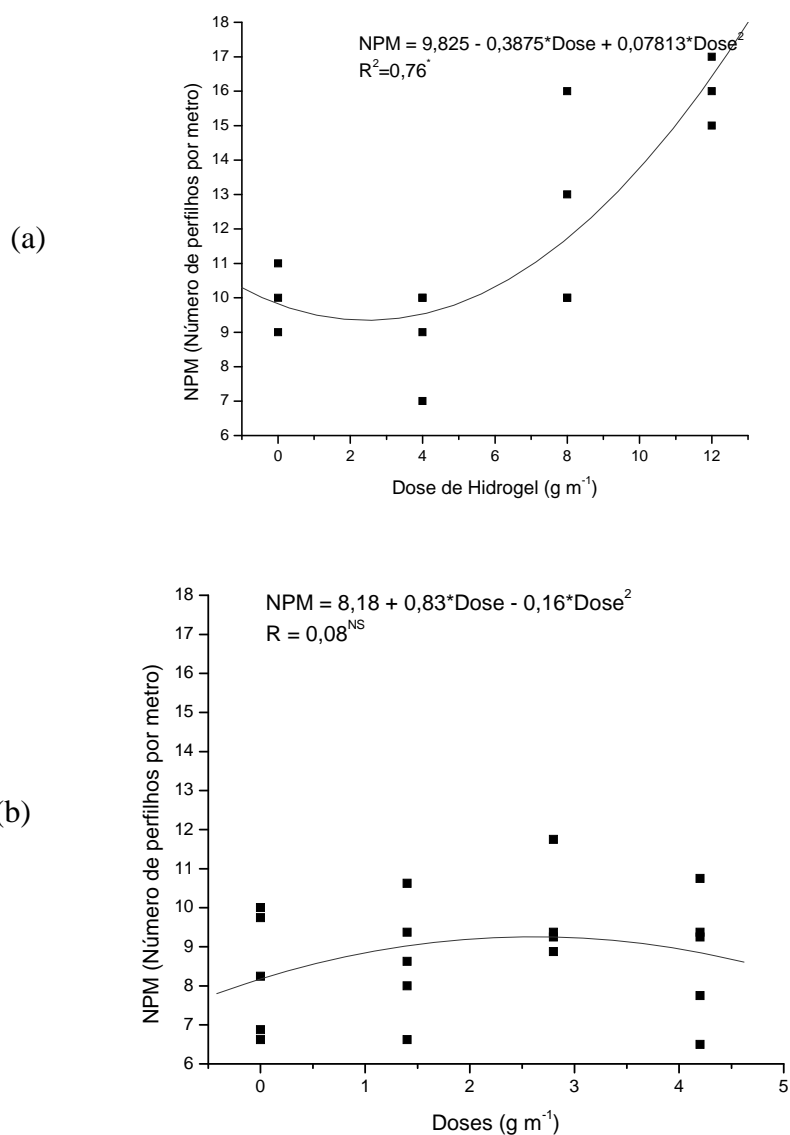


FIGURA 3 - Regressão quadrática entre número de perfilhos por metro e doses do polímero, a) Ensaio 1, com até 12 g por metro linear; b) Ensaio 2, com até 4,2 g por metro linear

Com relação às análises tecnológicas, nos ensaios 1 e 2, tem-se que não foram detectadas diferenças estatísticas significativas, para as variáveis analisadas, ou seja, Pol% cana, Fibra% cana, AR% cana e ATR. Mas, Costa et al. (2009) relata a importância do estudo de ATR por área, pois o pagamento da cana ocorre pela relação da quantidade de ATR e a lucratividade é função do retorno líquido por hectares.

Em uma análise de regressão para os valores de ATR obtidos no ensaio 1, observa-se na Figura 4 b uma regressão linear significativa estatisticamente entre os teores de polímero utilizado no plantio e os valores de ATR por hectare, o que leva a uma regressão estatística significativa com a Renda Bruta (Figura 4 c), fato interessante para o setor produtivo da cana-de-açúcar e que está em sintonia com diversos autores (CARVALHO et al. 2003; SIVAPALAN, 2006; SILVA et al. 2007; GONÇALVES et al. 2010), os quais relataram a importância da boa disponibilidade da água para melhorar o aproveitamento de fatores de produção, o que proporciona melhores produtividades e lucratividades. Estes resultados podem ser explicados pela diminuição da taxa de infiltração da água no solo e melhor retenção hídrica, com maior disponibilidade de água para as plantas, devido ao uso do polímero (NIMAH et al. 1983; AZEVEDO et al. 2002; GASCUE et al. 2006; HURTADO et al. 2007; PREVEDELLO; OYOLA, 2007; SANTANA et al. 2007; SILVA et al. 2008 a; SILVA et al. 2008 b). Para o ensaio 2, na Figura 5, o mesmo efeito não foi observado devido às baixas doses utilizadas do polímero.

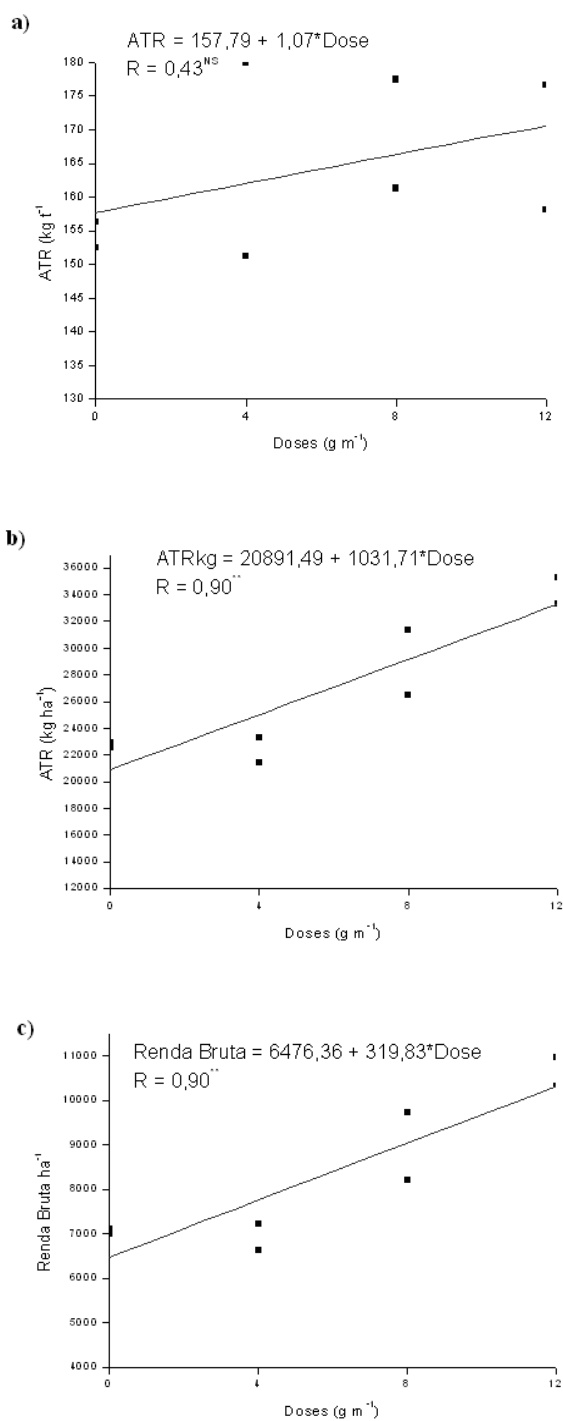


FIGURA 4. Regressões lineares para os valores de ATR, em função das doses utilizadas de polímero, no ensaio 1; a) ATR em kg por toneladas de cana; b) ATR em kg por hectare; c) Renda Bruta por hectare, considerando o valor de R\$ 0,31 kg⁻¹ de ATR

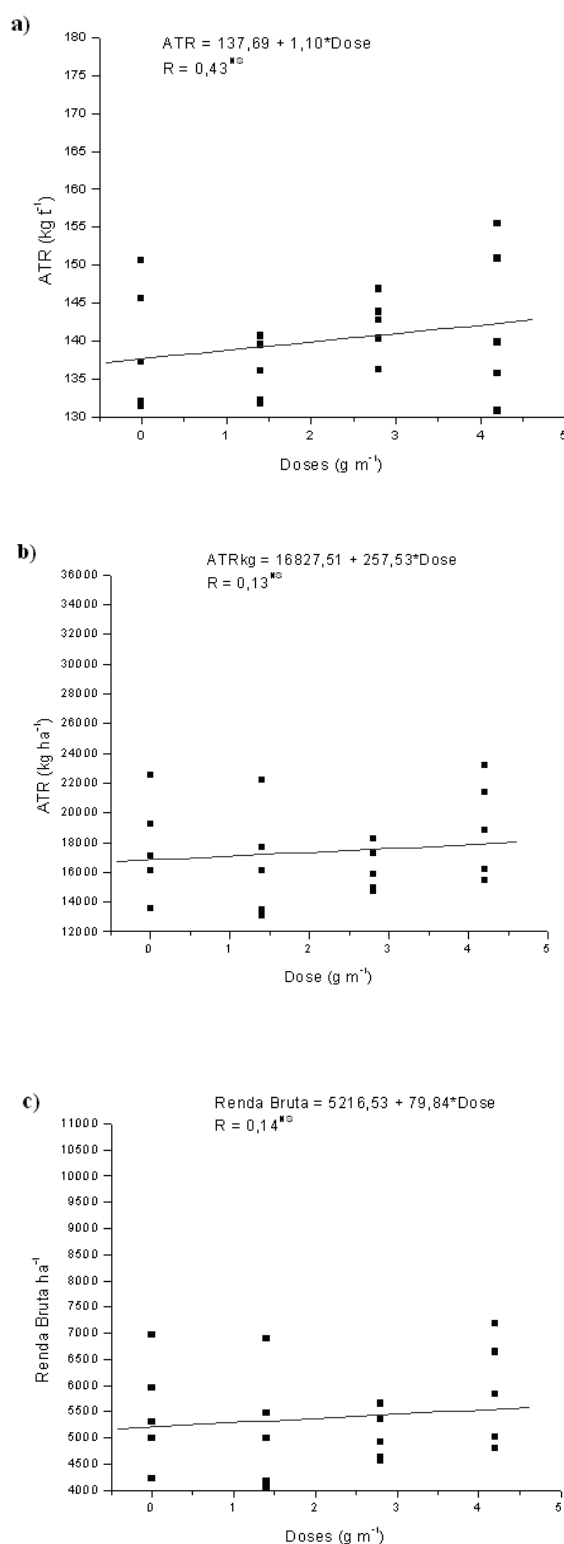


FIGURA 5. Regressões lineares para os valores de ATR, em função das doses utilizadas de polímero, no ensaio 2; a) ATR em kg por toneladas de cana; b) ATR em kg por hectare; c) Renda Bruta por hectare, considerando o valor de R\$ 0,31 kg⁻¹ de ATR

Nos ensaios 1 e 2, os valores da variável Biomassa não apresentaram diferenças significativas, apresentando média de 158 toneladas por hectare com CV de 12,58% (Tabela 3).

TABELA 3 - Resultados obtidos para a variável analisada “Biomassa”, realizado no período da colheita, ensaio 1.

Doses	Biomassa
0g	147,34
4g	136,50
8g	170,34
12g	206,00
Media	165,04
CV% = 12,58	
Media Geral = 158,40	

Entretanto para a variável palhiço, o ensaio 1 apresentou diferenças estatísticas e o teste de Scott-Knott agrupou os tratamentos com 8 g e 12 g, como sendo os de maiores valores e a testemunha (0 g) com o tratamento de 4 g foram agrupados como os tratamentos de menores valores, fato que explica a não diferenciação no ensaio 2, pois o maior teor de polímero foi de 4,2 g. Na Figura 6 pode ser observada uma regressão quadrática estatisticamente significativa entre palhiço e doses do polímero para o ensaio 1 e a não significância no ensaio 2.

Este resultado está em sintonia com Alleoni et al. (1995) que relataram a forte correlação entre os parâmetros biométricos e produtividade agrícola, fato que é utilizado nas unidades industriais como recurso para previsão de produtividades nos diferentes talhões, no entanto no presente ensaio esta correlação se refletiu em apenas maior produção de palhiço, que vem a ser o ponteiro e as folhas verdes e secas da cana-de-açúcar, que são definidos pelos fisiologistas como locais de produção dos fotoassimilados, que no caso da cana-de-açúcar resulta em maior síntese de sacarose na folha que posteriormente é translocada pelo floema e levada aos colmos, onde se acumula da base para o ápice, elevando o teor de ATR.

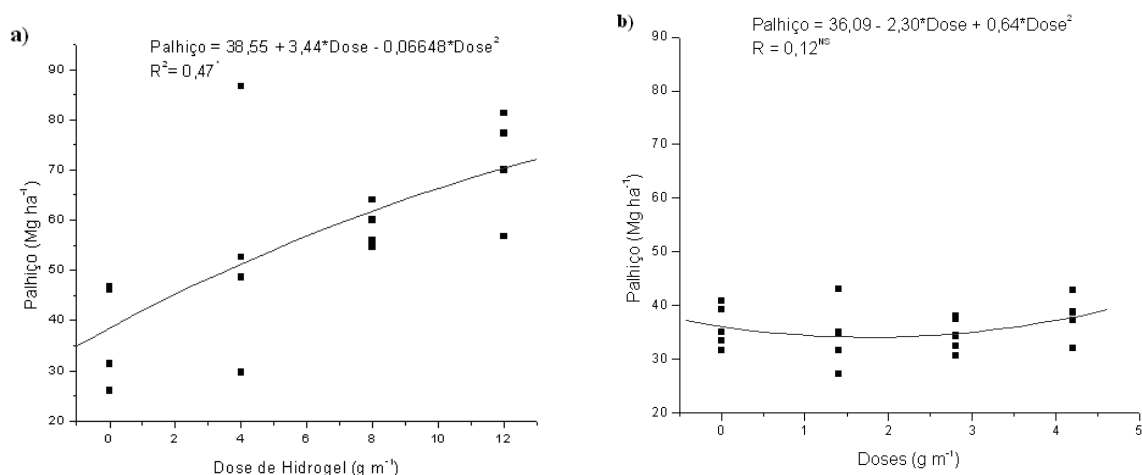


FIGURA 6 - Regressão quadrática entre palhiço e doses do polímero, a) Ensaio 1, com até 12 g por metro linear; b) Ensaio 2, com até 4,2 g por metro linear

Com relação as duas variáveis que apresentaram diferenças com as diferentes doses de polímeros (NPM e Palhiço) foi realizado a regressão para superfície de resposta e os resultados podem ser observados na Figura 7. Sendo que a para as doses maiores do ensaio 1, observa-se a forte correlação entre as doses, NPM e Palhiço, sendo a superfície visivelmente inclinada, mostrando que doses maiores do polímero levaram a maiores NPM e resultaram em maior formação de palhiço.

Este fato não pode ser observado para o ensaio 2, pois se observa a mesma tendência, contudo existe uma irregularidade (depressão) que converge para menores o NPM com o aumento das doses e proporcionou menores valores de palhiço. Esta Figura 7 demonstra detalhes da interação das doses de polímero com a fisiologia da planta, mostrando claramente maiores brotações e maior crescimento vegetativo com doses maiores do polímero o que está em concordância com a literatura, seja pela importância da água no crescimento das plantas (CARVALHO et al. 2003; SIVAPALAN, 2006; SILVA et al. 2007; GONÇALVES et al. 2010), ou seja, pela ação dos polímeros (NIMAH et al. 1983; AZEVEDO et al. 2002; GASCUE et al. 2006; HURTADO et al. 2007; PREVEDELLO; LOYOLA, 2007; SANTANA et al. 2007; SILVA et al. 2008 a; SILVA et al. 2008 b), contudo estas interações devem ser melhor esclarecidas na luz da ciência.

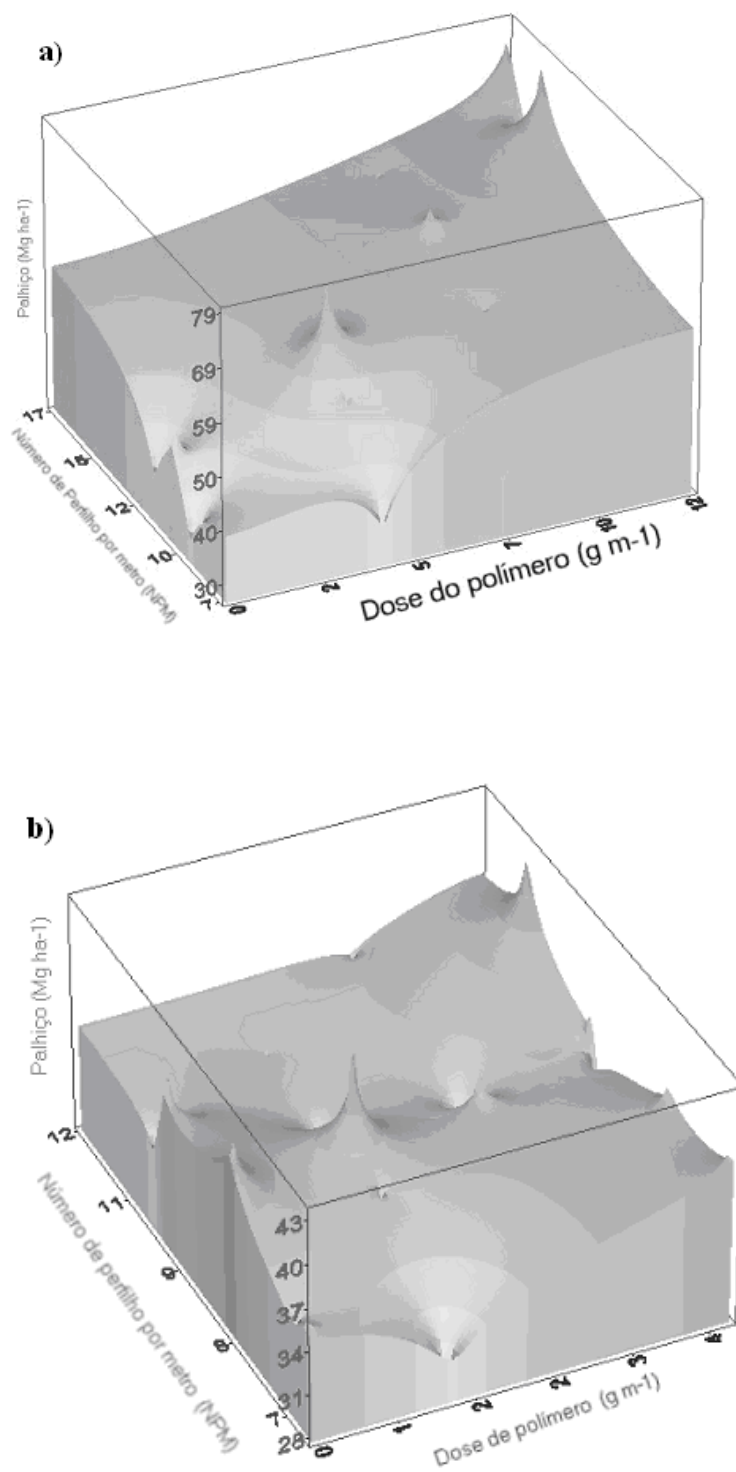


FIGURA 7 - Superfície de resposta para as variáveis NPM e Palhiço em função das doses de polímero; a) Ensaio 1, com até 12 g por metro linear; b) Ensaio 2, com até 4,2 g por metro linear

5 CONCLUSÃO

- 1- O polímero condicionador promoveu um maior número de perfilho;
- 2- O polímero condicionador permitiu um maior crescimento vegetativo levando a maior quantidade de palhiço;
- 3- Existe uma correlação positiva entre as doses de polímero condicionador com o ATR produzido por área;
- 4- Não se pôde inferir sobre a dose de maximização.

BIBLIOGRAFIA

ALLEONI, L. R. F.; BEAUCLAIR, E. G.; BITTENCOURT, V. C. Produtividade e atributos de crescimento da RB 735275, em áreas com e sem torta de filtro. **STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Maceió, v. 14, n. 2, p. 21-25, 1995.

AUDE, M. I. S. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 241-248, 1993.

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

BAKER, A.; ZAHNISER, S. Ethanol Reshapes the Corn Market. **Amber Waves: The economics of food, farming, natural resources and rural America**. United States: Department of Agriculture/USDA. 2006.

CALDERÓN, M. et al. Diseño de una asignatura sobre la ciencia de los polimeros. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Madri, v. 8, n. 1, 2007.

CARVALHO, L. M. et al. Disponibilidade de água no solo e crescimento de Artemisia. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 726-730, 2003.

CENTURION, J. F. et al. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos vermelhos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 199-209, 2007.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1981. 157 p.

CESAR, M. A. A. et al. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 6, p. 32-38, 1987.

CONAB. Avaliação da safra agrícola, primeiro levantamento abril 2010. CONAB. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 06 mai. 2010.

COSTA, J. A. B.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. de. Avaliação da sistemática de cálculos para efeito de pagamento de cana pelos açúcares totais recuperáveis (ATR) nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo. **Revista Inter Science Place**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 07, 2009.

DANTAS NETO, J. et al. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 10, n. 2, p. 283–288, 2006.

DIAS, F. L. F. et al. Produtividade da cana-de-açúcar em relação ao clima e solos da região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 627-634, 1999.

DUARTE, S. N.; MIRANDA, J. H. de; FOLEGATTI, M. V. Dimensionamento econômico de sistemas de drenagem para a produção de cana-de-açúcar usando o modelo SISDRENA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 1-6, 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412 p.

FERNANDES, A. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: EME, 2003.

FIGUEIREDO, P. A. M. de et al. Características tecnológicas de variedades de cana-de-açúcar destinadas para indústria e forragem quando cultivadas em Argissolo. In: **Anais do V SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS** da UNESP de Dracena, UNESP, 2009.

FLEXOR, G. A conturbada trajetória do álcool combustível no Brasil e seus desafios atuais. **Observatório de Políticas Públicas para a Agricultura**, Rio de Janeiro, n. 2, p.1-3, 2007.

FURTADO, A. T.; SCANDIFFIO, M. I. G. A Promessa do Etanol no Brasil. **Visages d'Amérique Latine**, Paris, n. 5, p. 95-108, 2007.

GALLO, J. R.; ALVAREZ, R.; ABRAMIDES, E. Amostragem em cana-de-açúcar, para fins de análise foliar. **Boletim Técnico**, Campinas, v. 21, n. 54, p. 899-921, 1962.

GALVÃO, L. S.; FORMAGGIO, A. R.; TISOT, D. A. Discriminação de variedades de cana-de-açúcar com dados hiperespectrais do sensor hyperion/eo-1. **Revista Brasileira de Cartografia**, São Paulo, n. 57, n. 01, p. 7-14, 2005.

GASCUE, B. R. de. et al. Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Madrid, v. 7, n. 3, p. 199-210, 2006.

GONÇALVES, E. R. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana de açúcar submetidas á deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 378-386, 2010.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para o uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 139-145.

HURTADO, M. G. et al. Síntesis y comportamiento de un material polimérico aplicado como recubrimiento em un fertilizante de liberación controlada. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Madrid, v. 8, n. 4, p. 275-286, 2007.

MACHADO, E. C. Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, 1987. p. 57-87.

MARQUES, K. M.; ALVES, K. C. M.; BORGES, R. M. **A logística de transporte da cana-de-açúcar como uma especificidade da logística geral aplicada ao setor sucroalcooleiro**. 2006. Monografia (Graduação em Administração de Empresas) Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Presidente Prudente, Presidente Prudente.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JUNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MICHELAZZO, M. B.; BRAUNBECK, O. A. Análise de seis sistemas de recolhimento do palhicho na colheita mecânica da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 5, p. 546-552, 2008.

MORAES, O. **Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2001. 73 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo), São Paulo.

NIMAH, N. M.; RYAN, J.; CHAUDHRY, M. A. Effect of synthetic conditioners on soil water retention, hydraulic conductivity, porosity, and aggregation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, p. 742-745, 1983.

OLIVEIRA, R. A. de. et al. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

OLIVEIRA, R. A. de. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004a.

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

PAULINO, A. F. et al. Escarificação de um latossolo vermelho na pós-colheita de soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 911-917, 2004.

PRADO, H. do. Ambientes de produção de cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, n. 110, p. 12-17, 2005.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidrorretentores na infiltração da água no Solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

PROENÇA, E. R. **Caracterização da produção de cana-de-açúcar e de inovações tecnológicas adotadas por usinas da regional de Andradina –SP**, 2008. 69f. . Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. (Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira), Ilha Solteira.

SANTANA, B. H. et al. Efecto del hidrogel sobre el rendimiento de semilla en tres cultivares de *Brachiaria spp* en el valle de Iguala, gro., México. **REDVET. Revista electrónica de Veterinária**, Málaga, v. 8, n. 9, 2007.

SANTONI, N. et al. Caracterización de Hidrogeles de quitosano entrecruzados covalentemente con Genipina. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Madrid, v. 9, n. 3, p. 326-330, 2008.

SILVA, M. de A.; CARLIN, S. D.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 296, p. 457-466, 2004.

SILVA, M. de A. et al. Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 620-627, 2008a.

SILVA, M. de A. et al. Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 655-661, 2008b.

SIVAPALAN, S. Benefits of treating a sandy soil with a crosslinked-type polyacrylamide. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Queensland, v. 46, p. 579-584, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 Edição, Porto Alegre: Editora Artmed, 2004, 565p.

TOASA, J. **A New Ethanol Producer on the Rise?** Amber Waves: Economic Research Service. United States: Department of Agriculture / USDA, 2009.

WESTCOTT, P. C. **Full throttle U.S. ethanol expansion faces challenges down the road.** Amber Waves: Economic Research Service, United States Department of Agriculture / USDA, 2009.