UNIVERSIDADE DO OESTE PAULISTA
UNOESTE
PRESIDENTE PRUDENTE - SP

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

PALHIÇO, POLÍMERO HIDROGEL E PROFUNDIDADE DE PLANTIO NOS PARÂMETROS DE BIOMETRIA, TECNOLOGIA, ENERGIA E PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR

ELVIS LIMA DELTREJO JUNIOR

Presidente Prudente – SP
2012

UNIVERSIDADE DO OESTE PAULISTA
UNOESTE
PRESIDENTE PRUDENTE - SP

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

PALHIÇO, POLÍMERO HIDROGEL E PROFUNDIDADE DE PLANTIO NOS PARÂMETROS DE BIOMETRIA, TECNOLOGIA, ENERGIA E PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR

ELVIS LIMA DELTREJO JUNIOR

Dissertação apresentada a 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

Presidente Prudente – SP
2012

633.611
S237p

Deltrejo Jr., Elvis Lima.
Palhiço, polímero hidrogel e profundidade de plantio nos parâmetros de biometria, tecnologia, energia e produtividade de cana-de-açúcar/ Deltrejo Jr., Elvis Lima. – Presidente Prudente, 2012.
47f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2012.
Orientador: Prof Dr. Tadeu Alcides Marques

1. Saccharum SPP. 2. Matéria orgânica. 3. Solo. I. Título.

ELVIS LIMA DELTREJO JUNIOR

PALHIÇO, POLÍMERO HIDROGEL E PROFUNDIDADE DE PLANTIO NOS PARÂMETROS DE BIOMETRIA, TECNOLOGIA, ENERGIA E PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação apresentada a 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

BANCA EXAMINADORA

_____

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

_____

Prof. Dr. Gustavo Maia Sousa
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

_____

Prof. Dr. Gil Eduardo Serra
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp
Campinas-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.

À minha mãe Adriana Ácacia Peres Deltrejo e ao meu pai Elvis Lima Deltrejo, que nunca mediram esforços, sempre me apoiaram nas minhas decisões e estiveram presentes em toda a minha caminhada me dando força, carinho, compreensão, aconchego nos momentos difíceis, enfim, em todos os momentos da realização desta pesquisa e de minha vida.

A minha irmã Adrieli Ácacia Deltrejo, pelo carinho e confiança.

Ao meu Avô Eusedio Deltrejo (IN MEMORIAM), que durante minha caminhada até o começo deste curso, me ensinou ter perseverança, ser humilde, fazer o melhor, e nunca deixar para amanhã o que pode ser feito hoje.

À minha namorada Renata Rosa, que durante parte do meu estudo esteve presente, sempre apoiando, sendo compreensiva, dando força, encorajando a buscar o mérito de ter em meu currículo o título de mestre nesta instituição.

A minha família que, em todos os momentos de realização desta pesquisa, esteve presente.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!!

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.

Aos Doutores, Gustavo Maia e Gil Serra por aceitarem em compor a banca examinadora desta pesquisa, aprimorando e enriquecendo o conteúdo com seus conhecimentos.

Ao Doutor Flávio Moscardi (IN MEMORIAN), que compartilhou de seus ensinamentos na qualificação dessa pesquisa, nos ajudando a aprimorar e enriquecer o conteúdo.

Aos amigos do CENTEC, Arleto Tenório, Fábio Benincasa, Eduardo Pinto, Marcos Sedano pela força, pela amizade e companheirismo durante esses dois anos onde trabalhamos juntos desenvolvendo pesquisas. E em especial ao Érick Malheiros, Fernando Sampaio, Larissa Carolina, que não mediram esforços para que essa pesquisa fosse concluída, e contribuíram na execução das análises tanto a campo com em laboratório.

Ao amigo Diego, Celso Henrique e Hudson pela amizade, companheirismo, compartilhamento dos momentos difíceis e alegres, e pela ajuda na implantação do experimento a campo.

A todos os funcionários da UNOESTE, que sempre que foi preciso atenderam a solicitação, e nunca mediram esforços para que as atividades fossem realizadas.

A todos os Professores da Instituição que compartilharam durante esse período seus conhecimentos, ajudando em meu enriquecimento de informações e profissional.

Meu muito obrigado!!

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

Albert Einstein

RESUMO

Palhiço, polímero hidrogel e profundidade de plantio nos parâmetros de biometria, tecnologia, energia e produtividade de cana-de-açúcar

O objetivo do projeto foi verificar o efeito do palhiço depositado na área agrícola, em soqueira de cana-de-açúcar, cultivar RB 867515, plantada em dois sistemas de plantio (sulco e leira) e que recebeu tratamentos distintos do polímero hidroabsorvente, (0, 26,66, 53,33 e 80,00 quilogramas do polímero por hectare). A verificação do efeito do polímero foi associada a cobertura vegetal (0, 5, 10, 15 t matéria seca por hectare) e estudo da viabilidade econômica da utilização dos polímeros. As variáveis foram: qualidade tecnológica (ATR e AR); parâmetros biométricos (diâmetro médio do colmo, altura média do colmo, número de perfilhos por metro linear, número de folhas fisiologicamente ativas e número de folhas totais); produtividade agrícola (toneladas de colmo de cana por hectare). O experimento foi implantado no Campus II da UNOESTE, em solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférrico, típico A moderado, textura médio-argilosa. O clima da região se classifica em Aw. A cana-de-açúcar foi plantada em dezembro de 2007, colhida em junho 2009 (1° corte), conduzida a soqueira até outubro de 2010 (2° corte), sendo a segunda soqueira utilizada no presente estudo. A instalação do plantio foi realizada em esquema fatorial de parcelas subdivididas (2x4x4), sendo dois os sistemas de plantios utilizados, em 2007 quando do processo de instalação da cultura e quatro doses do polímero hidroabsorvente (T1- Testemunha, T2- 26,66 kg do plm ha^{-1}, T3- 53,33 kg do plm ha^{-1} e T4- 79,99 kg do plm ha^{-1}) e quatro tratamentos com palhiço em cobertura na soqueira da cana, instalado quando da coleta do segundo corte, em outubro de 2010, sendo (T1 – testemunha, 0; T2 – 10 t MS ha^{-1}; T3 – 5 t MS ha^{-1} e T4 – 15 t MS ha^{-1}). A unidade experimental foi composta de cinco fileiras com cinco metros de comprimento, sendo o espaçamento de 1,5 m (área de 37,5 m^2). O palhiço em cobertura afetou os parâmetros biométricos. Os sistemas de plantio testados afetam a biometria, qualidade tecnologica, bioenergia e não afetou a produtividade. As doses de polímeros alteram a biometria, principalmente em leira que proporcionou melhores índice de ATR, não afetando a produtividade nem a bioenergia. Os valores de bioenergia do colmo variaram de 0,46 a 0,83 terajoules por hectare. O uso de polímeros nas maiores doses apresentam probabilidade de maiores rendas líquidas e lucratividade. A maior probabilidade de rendas liquidas positivas está associada a menores preços de polímero e preços maiores de ATR.

Palavras-chave: Saccharum spp., Matéria Orgânica, Solo.

ABSTRACT

Straw, polymer hydrogel and planting depth on the biometrics parameters biometrics, technological parameters, energy and sugarcane's productivity

The project objective was to determine the effect of trash deposited in the agricultural area in the ratoon cane sugar, RB 867515, planted at two planting systems (furrow and windrow) with different treatments of the hydrogel polymer, (0, 26.66, 53.33 and 80.00 kilograms of polymer per hectare). The verification of the effect of the combination of the polymer with the cover (0, 5, 10, 15 t dry matter per hectare), and economic viability study of the use of polymers. The variables were: technological parameters (TRS and RS); biometric parameters (mean diameter of stem, stem height, number of tillers per meter, number of leaves physiologically active and total number of leaves); agricultural productivity (tonnes sugarcane per hectare). The experiment was established in the Campus II UNOESTE in Ultisol Distroferric typical A moderate, medium-loamy texture. The region's climate is classified as Aw. The sugarcane was planted in December 2007, collected in June 2009 (first crop), conducted the stumps until October 2010 (second crop), the stumps of this cultivar was used in this study. The installation of the planting was done in factorial split-plot (2x4x4), two planting systems used in 2007 when the installation process of culture and four doses of hydrogel polymer (T1-0.00, T2-26.66 kg polymer per hectare, T3-53.33 kg per hectare and the polymer-T4 79.99 kg of polymer per hectare) and four treatments with straw in coverage in ratoon cane, installed when the collection of the second cut in October 2010, and (T1 -0.0, T2 - 10 t DM ha^{-1}, T3 - 5 t DM ha^{-1} and T4 - 15 t DM ha^{-1}. The experimental unit (plot) was composed of five rows with five feet long, with spacing of 1.5 m (area of 37.5 m^2). The straw in coverage affects biometric parameters. The Plantings tested affected the biometrics, technologics, bioenergy and TRS doesn't affect productivity. Doses of polymers alter biometrics, especially in windrow that provided better TRS, not affecting productivity or bioenergy. The values of bioenergy stem ranged from 0.46 to 0.83 terajoules per hectare. The use of polymers in larger doses likely to have higher net revenues and profitability.

Keywords: Saccharum spp., Organic Matter, Soil.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

FS – Folhas Secas

FV – Folhas Verdes

FV+FS – Mistura de Folhas Verdes e Folhas Secas

TEST – Testemunha

MS – Matéria Seca

AR – Açúcares Redutores

ATR – Açúcares Teoricamente Recuperáveis

ANOVA – Análise de Variância

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

COPLANA – Cooperativa dos Plantadores da Zona de Guaíba LTDA

FIBRA – Parte sólida da cana formada pela celulose, lignina, vasos lenhosos, etc.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Quadros de Análise de Variância para os grupos de variáveis testadas.....30

TABELA 2 - Teste F para as variáveis estudadas.....33

TABELA 3 - Variáveis biométricas, tecnológicas, produção e bioenergia em relação aos sistemas de plantio, em cana de terceiro corte, com a utilização de polímero em diferentes doses.....34

TABELA 4 - Variáveis biométricas, tecnológicas, produção e bioenergia em relação aos sistemas de plantio, em cana de terceiro corte, com a utilização de cobertura em diferentes quantias.....35

TABELA 5 - Variável Bioenergia (TJ por ha^{-1}) na interação entre as doses de polímero hidroabsorvente e as quantidades de palhiço como cobertura vegetal.....37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 OBJETIVO.....16

3 REVISÃO DE LITERATURA.....17
3.1 Sistemas de Plantio.....17
3.1.1 Sistema de plantio em sulco.....17
3.1.2 Sistema de plantio em leira.....18
3.2 Cobertura Vegetal – Palhiço.....18
3.3 Polímeros Hidroabsorvente – Hidrogel.....21
3.3.1 Emprego do polímero na agricultura.....23
3.4 Poder Calorífico.....26

4 MATERIAL E MÉTODOS.....28

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....32
5.1 Viabilidade Econômica.....37

6 CONCLUSÕES.....40

REFERÊNCIAS.....41

1 INTRODUÇÃO

A estimativa de produção brasileira de cana-de-açúcar moída na safra 2012/2013 é de 596,6 milhões de toneladas em 8,52 milhões de hectares. Esse volume supera em 6,5% a colheita passada, ou seja, 36 milhões de toneladas adicionais. A região Centro-Sul é responsável por 88,92% da colheita no País e em São Paulo espera-se 323,1 milhões toneladas em uma área de 4,4 milhões de hectares (CONAB, 2012). Com isso, o Brasil deverá produzir cerca de 38,9 milhões de toneladas de açúcar e elevando de 22,73 bilhões de litros de álcool por ano para 23,5 bilhões de litros de etanol.

O Brasil pode cultivar a cana-de-açúcar em quase toda a sua extensão territorial, com exceção da Amazônia e estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. São vários os tipos de solos e estes sob influência de diferentes climas, resultando em diferentes ambientes de produção, o que proporciona características fisiológicas diferenciadas (DIAS, 1997). A expansão das áreas faz com que ela seja cultivada nos solos do oeste de São Paulo, sul do Matogrosso do sul e noroeste do Paraná e estas áreas apresentam características edafoclimáticas típicas, sendo uma delas a ocorrência de veranicos, que dificultaram a atividade agrícola nesta região. A legislação atual determina que as novas unidades industriais tenham 100% de colheita mecanizada, já as unidades tradicionais possuem um tempo maior, contudo as áreas com colheita manual também tem uma redução gradual, até serem eliminadas por completo.

Com a exigência legal da colheita mecanizada e pelo fato desta ter custo 30% inferior ao da colheita manual, as unidades industriais estão, cada vez mais, investindo recursos para a execução desta atividade através de máquinas. Contudo, o plantio da cana-de-açúcar se faz em sulcos de 30 cm de profundidade e, portanto, a colheita mecanizada no primeiro e segundo corte tem o inconveniente de carregar muita impureza mineral (terra) ou deixar no campo grande quantidade de cana-de-açúcar com elevado teor de sacarose. Técnicas como “quebra do lombo” e plantio em sulcos rasos vem sendo testadas, mas sem critério científico adequado e sem alcançar, até o momento, as respostas desejadas. Alguns países, como a África do Sul, utilizam o plantio da cana-de-açúcar em leiras visando minorar os problemas da colheita mecanizada, contudo a produtividade agrícola destes países é menor que a do Brasil. Neste, a utilização de sulcos profundos advém de

recomendações do IAC e extinto IAA, que relataram melhores produtividades quando o sistema radicular atingiu maior profundidade, e relataram, até mesmo, que um dos fatores que promoveu redução de produtividade, em cortes subseqüentes, foi a elevação do sistema radicular, o qual ficou mais exposto ao estresse hídrico em períodos de veranicos, principalmente em solos arenosos. Técnicas que possam minimizar esta redução de produtividade seriam interessantes quando associadas com a colheita mecanizada, e a utilização de polímeros absorventes que poderiam contribuir para a resolução desse problema.

A colheita mecanizada gera uma quantidade grande de palhiço, o qual pode ser deixado na área agrícola como matéria orgânica e também fonte de nutrientes. A camada de palhiço pode ter uma relação positiva com a umidade do solo, fator que se torna interessante quando se pensa na possibilidade de plantio mais raso ou até mesmo em leiras. No entanto, o palhiço tem efeitos negativos como dificultar a brotação da cana-de-açúcar e permitir que pragas e doenças da cultura canavieira sejam mantidas no período em que a cana-de-açúcar está no estádio um. Desse modo, algumas unidades industriais optam por encaminhar o palhiço junto com a cana-de-açúcar para a indústria, e para tal tarefa desligam os ventiladores das colhedoras promovendo a colheita da chamada cana integral. A cana integral, quando chega à indústria sofre inicialmente amostragem para sua análise tecnológica, a qual é afetada pelo palhiço e impurezas que acompanham a cana. Posterior a pesagem e amostragem, a cana é descarregada e sofre a limpeza por fortes ventiladores que retiram o palhiço e a terra, sendo esta encaminhada para o campo, enquanto que o palhiço misturado com bagaço (atualmente no limite de 3% devido a problemas técnicos das caldeiras) é enviado para queima nas caldeiras, onde a energia química é transformada em calor, e este por sua vez pode ser transformado em energia elétrica, que atualmente é muito atraente financeiramente, a chamada cogeração. Não se sabe ao certo o quanto o palhiço altera as análises tecnológicas e o quanto pode contribuir para a produção energética. Assim, conhecimentos que possam elucidar esses fatos, juntamente com conhecimentos do desempenho agrícola da cana-de-açúcar crescendo em ambientes com palhiço e com polímeros hidroabsorventes são de interesse do setor sucroalcooleiro, bem como de interesse nacional, visto que a produção de energia pode se tornar mais correta ambientalmente e mais interessante energeticamente. Ainda, essa informação pode contribuir para uma utilização mais viável do palhiço produzido na

colheita mecanizada e também contribuir para o problema da colheita mecanizada em primeiro e segundo corte.

2 OBJETIVO

O objetivo da pesquisa foi verificar o efeito do palhiço depositado na área agrícola, em soqueira de cana-de-açúcar, cultivada em dois sistemas de plantio (sulco e leira) e que recebeu tratamentos distintos do polímero hidroabsorvente (hidrogel), bem como, verificar o efeito das interações destes, nos parâmetros de umidade do solo, parâmetros biométricos (altura dos colmos; diâmetro médio colmo, número de perfilhos por metro linear, número de folhas fisiologicamente ativas e número de folhas totais) parâmetros tecnológicos (PBU, Fibra, Pol, Brix, AR, Pu, ART, PC, ARC e ATR) e parâmetros de produtividade (biomassa, toneladas de colmos e palhiço).

Foi objetivo também, deste trabalho, realizar estudo de viabilidade econômica em relação da utilização do polímero hidroabsorvente – hidrogel.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar teve origem na Nova Guiné, classificada como planta silvestre e ornamental. Disseminou-se, a partir de Nova Guiné, para várias regiões do Oceano Pacífico como, Indochina, Arquipélago da Malásia e Bengala, e na Índia o seu cultivo se estabeleceu como planta produtora de açúcar. Os persas foram os primeiros a desenvolverem técnicas de produção do açúcar cristalizado, forma de maior utilização nos dias atuais (DELGADO; CÉSAR, 1977). Da Pérsia, os árabes levaram a cana-de-açúcar para a Espanha, Sicília, Marrocos, Egito e outras regiões do Mediterrâneo, difundindo-se o consumo do açúcar pela Europa no início do século XIII (HUMBERT, 1968). No século XV, os portugueses e espanhóis introduziram a cana na Ilha da Madeira, Canárias, Cabo Verde e São Tome, e na África Ocidental (BAYMA, 1974). Na América, Cristovão Colombo, introduziu as primeiras mudas de cana-de-açúcar, sendo plantadas primeiramente em Santo Domingo (HUMBERT, 1968).

3.1 Sistemas de Plantio

O plantio é uma etapa fundamental para a cultura da cana-de-açúcar, uma vez que se trata de uma planta semiperene. Essa etapa determina a longevidade do canavial e qualquer erro nessa primeira fase acarretará problemas, comprometendo a produção ao longo do período de cultivo. Segundo Santos, Borém e Caldas (2010), a determinação de alguns fatores antes do plantio são de extrema importância para garantir a longevidade da cultura no campo, tais como, ambiente de produção, variedades, épocas de plantio, espaçamento e profundidade do plantio.

3.1.1 Sistema de plantio em sulco

Conde e Salata (1985) relatam que a profundidade do sulco de plantio varia de 25 a 30 cm e que profundidade maior pode incorrer no erro de plantio de cana-de-açúcar em solo não preparado, ou seja, compactado, fator que pode comprometer a instalação e o desenvolvimento da cultura. Já para Coleti e Stupiello (2006), a profundidade normal do sulco de plantio varia de 25 a 30 cm, contudo

relatam que em algumas regiões do Brasil utilizam o plantio raso, o que favorece a colheita mecanizada, mass solicitam atenção para o índice pluviométrico e temperaturas, visto que a planta pode sofrer, em plantio raso, levando a maior estresse hídrico, proporcionando menores produtividades agrícolas.

Segundo Ripoli et al. (2006), o sistema de plantio em sulco adota dois tipos de espaçamento, de 1,0 m, ambientes de menor potencial, e 1,40 a 1,50 m em ambientes de maior potencial. Em alguns países, como na África do Sul, a cana-de-açúcar é plantada em leiras com a finalidade de facilitar a colheita mecanizada. Já no Brasil, optou-se por utilizar a operação denominada “quebra do lombo”, com a finalidade de diminuir as perdas nas colheitas mecanizadas, mas essa operação não tem permitido a colheita em primeiro corte com perdas aceitáveis (RIPOLI et al., 2006; BENEDINI; CONDE, 2008).

3.1.2 Sistema de plantio em leira

O sistema de plantio em leira, também conhecido como canteirização, apresenta características bem diferentes do sistema de plantio em sulco, não sendo usual no Brasil. A linha de plantio fica acima da superfície do solo, com canteiros de 30 cm, adotando espaçamento de 1,5 m, podendo ainda empregar espaçamentos mais adensados. Coplana (2008) afirma que o sistema de plantio em leira proporciona redução na porcentagem de perda basal de colmos da colheita mecanizada, tendo as colhedoras um contato direto com a base do colmo, plantio este testado na África e Austrália.

3.2 Cobertura Vegetal – Palhiço

Com relação à cobertura de solo pelo palhiço, sabe-se que ajuda no controle de ervas daninhas, possibilitando, assim, a diminuição no uso de herbicidas, que representam riscos potenciais ao meio ambiente. Sua diminuição poderá, ainda, acarretar um ganho econômico para o produtor. A decomposição e a manutenção de palhada sobre superfície do solo é apontada como uma técnica de manejo que contribui para a conservação do solo (Furlani Neto, 1994), contudo, em relações às práticas agronômicas ainda pode causar alguns problemas relacionados ao manejo da cultura. A incorporação do palhiço poderia causar a falta de nitrogênio durante a

decomposição do mesmo. Contudo, a medida que a palhada é mantida sobre a superfície do solo, ou superficialmente incorporada, não provoca a falta de N no solo para crescimento da planta, e neste caso, o efeito desfavorável do palhiço ocorre somente pela ação das fitotoxinas liberadas no início da decomposição (Abramo Filho, 1995).

A decomposição do palhiço depende das condições ambientais, tais como disponibilidade hídrica e de oxigênio, bem como da composição química do substrato (razão C/N, teores de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis), Oliveira et al., 1999, influenciando, dessa forma a taxa de decomposição e a dinâmica do carbono. Levantamentos realizados mostraram que a quantidade de palhiço depositada varia dependendo das características da área estudada. Ripoli et al. (1990), utilizando dados obtidos por vários autores, encontraram que para uma produção de 70 t ha^{-1} de cana, resultou em deposição de 7 t ha^{-1} de palhiço. Estudando diferentes variedades, idades das plantas e local da cultura, Page, Glanville e Truong (1986) encontraram deposições de 22,8 t ha^{-1}, 13,4 t ha^{-1} e 6 t ha^{-1}. Abramo Filho et al.(1993) avaliando a palhada depositada após o terceiro ano mecanizado do canavial, encontraram 15 t ha^{-1} de massa seca de palhiço, formando uma camada de 8 a 10 cm de espessura, possibilitando uma alteração da temperatura de 5°C na superfície do solo abaixo do palhiço, em comparação com a temperatura ambiente.

Wood (1986), na Austrália e McIntyre, Seeruttun e Barbe (1996), nas Ilhas Maurício, observaram aumento na produtividade de colmos quando os resíduos culturais foram deixados sobre o solo. No caso do estudo de Ball-Coelho et al. (1993), essa maior produtividade foi atribuída à maior retenção de água no solo e ao reduzido crescimento das plantas daninhas devido aos resíduos deixados na superfície do solo. Wood (1986) também observou que, em solos bem drenados, os resíduos da cana-de-açúcar deixados como cobertura promoveram acréscimos nos rendimentos de cana de até 10 t ha^{-1} ano^{-1}, quando comparado à pratica de despalha a fogo.

Segundo Caldeira (2002), o sistema de colheita mecanizada, sem queima, pode ser considerado recente do ponto vista técnico. Todos os aspectos favoráveis e desfavoráveis devem ser considerados na colheita mecanizada, tornando-a ecologicamente correta devido a cobertura vegetal retornada ao sistema. No solo, tem-se o controle de erosão, retenção de umidade e melhoria nas

propriedades físicas, químicas e biológicas oriundas da decomposição do palhiço na superfície do solo. O mesmo autor afirma que alguns problemas estão relacionados à presença do palhiço no campo, tais como o possível retardamento na brotação devido a menor incidência de luz, aliada à diminuição da temperatura do solo e aumento da umidade com consequente proliferação de doenças; a imobilização de nutrientes minerais, dificultando as operações das máquinas na realização de tratos culturais entre outros.

Ripoli e Villa Nova (1992) citam que um dos principais desafios a ser enfrentado no sistema de colheita mecânica de cana crua é o domínio da utilização do palhiço sobre o terreno, pois muitos problemas ainda são detectados com relação as práticas provenientes do corte de cana crua, como o aumento de matéria estranha vegetal, maior volume de matéria-prima esmagada, corte basal mais elevado, alterações em equipamentos, alem de maior custo com implantação de uma nova tecnologia. Abramo Filho et al. (1993) estudaram os resíduos da colheita mecanizada de cana crua e encontraram 21,3 t ha^{-1} de palhiço, com umidade de 22,34%, e 6,92% de terra junto ao palhiço. Os mesmo autores afirmam que o palhiço deixado no campo oscila de 13 a 20 t ha^{-1} de matéria seca (MS) e é diferente para cada variedade, apresentando vantagens e desvantagens agronômicas. Já Urquiaga et al. (1997) comenta que a queima desse material representa perda de nitrogênio e enxofre. De acordo com Sartori (2001), existe uma grande variação na quantidade de resíduos resultantes da colheita da cana-de-açúcar sem queima prévia indo de 6,0 t ha^{-1} a 22,8 t ha^{-1} de palhiço, variação esta decorrente da variedade plantada, idade da planta e condições edafoclimaticas.

Caldeira (2002) cita que com o aumento das áreas produtivas e as crescentes preocupações com o ambiente, a colheita mecanizada de cana vem substituindo a colheita manual com a queima previa. Para De Leon (2000), o sistema de colheita de cana crua è uma opção de exploração da cultura da cana-de-açúcar, viabilizada pelo desenvolvimento de colhedoras que operam satisfatoriamente sob essa condição. Esse sistema proporciona melhorias à atividade canavieira, ao ambiente e ao bem estar social e ainda a colheita mecanizada tem custo próximo de 30% inferior ao da colheita manual.

Ripoli (2002), ao estudar o mapeamento de palhiço enfardado de cana-de-açúcar, concluiu que sua variabilidade espacial é muito grande, encontrando valores que variaram de 4,74 a 14,56 t ha^{-1}, com umidade também bastante variável

(11,1% a 39,6 %), com a colheita sem queima da cana de açúcar de acordo com Luca (2002), a cada ano é depositada uma quantidade próximo de 15 t ha^{-1} de material vegetal seco, que começa imediatamente a proteger o solo contra agentes físicos causadores de sua deterioração.

Ripoli (2002) afirma que a cultura canavieira pode gerar biomassa da ordem de 15 a 30 % em peso da parte aérea das plantas em palhiço, a denominação genérica e errônea para o resíduo da colheita de cana-de-açúcar, sem queima prévia, segundo Ripoli, Ripoli e Gamero (2003), tem sido ”palha”, quando o correto tecnicamente seria “palhiço”, porque tal material não se constitui apenas de folha de cana com baixo grau de umidade, e sim como sendo constituído de folhas verdes, palhas, ponteiros, colmos ou suas frações, com terra a eles agregados Segundo Orlando Filho et al. (1998), a degradação de um material orgânico, depende do tipo, qualidade e quantidade adicionada ao solo, os quais poderão modificar a estrutura, capacidade de retenção de água, consistência, densidade, porosidade, aeração e condutividade elétrica do mesmo.

Em relação à física do solo, Abramo Filho et al. (1993) e Orlando Filho et al. (1998) afirmam que em solos com maior cobertura vegetal ocorre maior capacidade de retenção de água, responsável por grande parte das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Já Timm (2002) concluiu que a troca da prática da queima da cultura de cana-de-açúcar, antes da colheita, para a de deixar o palhiço como cobertura vegetal da superfície do solo não afetou nenhum dos componentes do balanço hídrico. Segundo a Copersucar (2001) a quantidade de palhiço suficiente para um controle de plantas daninhas foi da ordem de 7,5 a 9,0 t ha^{-1} (matéria seca), quando uniformemente distribuído sobre o solo.

3.3 Polímeros Hidroabsorvente – Hidrogel

Na década de 80 foram desenvolvidos vários tipos de polímeros sintéticos com diferentes finalidades, também conhecidos como polímeros absorventes, alguns recomendados para a utilização agrícola como condicionadores de solo, devido à sua capacidade de melhorar as propriedades físico-químicas do solo (KAMPF, 1999). Santoni et al. (2008), relatam ainda, que os polímeros são formados por redes poliméricas tridimensionais de alto peso molecular e com caráter hidrófilo, capazes de absorver grande quantidades de água e fluídos biológicos.

O uso de condicionadores sintéticos tem contribuído para aumentar a capacidade de retenção de água, reduzindo a frequência de irrigação e permitindo a utilização mais efetiva dos recursos solo e água, contribuindo para melhorar o rendimento das culturas (NIMAH; RYAN; CHAUDHRY, 1983; WANG; BOOGER, 1987). Esses polímeros poderiam reduzir o estresse hídrico causado pelo plantio raso, como citado por Coleti e Stupiello (2006). Nos Estados Unidos da América e na Europa a utilização de polímeros sintéticos na agricultura, como condicionadores de solo, têm sido amplamente estudada, entretanto, a grande maioria dos estudos publicados é realizada com os polímeros aniônicos, que atuam estruturando o solo, controlando a erosão, melhorando a infiltração de água e ajudando na recuperação de solos salinos (WALLACE; WALLACE; ABOUZAMZAM, 1986; SHAINBERG; LEVY, 1994).

Poucos são os estudos realizados com os polímeros hidroabsorventes que têm atuação direta na retenção de água. Esses polímeros não reagem com os constituintes do solo, mas exercem efeito direto, aumentando a retenção de água pelo solo (NIMAH; RYAN; CHAUDHRY, 1983). O principal atributo de um polímero é de absorver água, que é armazenada e depois devolvida ao meio quando necessário (FONTSERÉ, 2003). A aplicação de hidrogeis em associações com substrato orgânico e quando se espera a retenção hídrica, sua utilização fica comprometida devido o seu alto custo. Porém, os hidrogeis apresentaram-se eficientes na diminuição de condutividade hidráulica, conseguindo reter mais água no solo, sendo aumentada sua capacidade a medida que se aumenta as doses (GERVÁZIO; FRIZZONE, 2004).

Os polímeros segundo Fontseré (2003) são divididos em três grupos:

- Grupo 1: Polímeros que devido a forte ligação de hidrogênio, depois de hidratados não podem ser desidratados, usual em fraldas descartáveis.
- Grupo 2: Polímeros com grande capacidade de reter água, porém apresentam tempo curto de retenção, perdendo água com facilidade, empregado nas atividades de filtração e decantação.
- Grupo 3: Polímeros com fraca interação com hidrogênio, conferindo propriedades de hidratação, podendo armazenar água por longos períodos de tempo e se desidratar, cedendo água para o meio por difusão de massas. Seu uso é característico para a agricultura, sendo usado na Espanha em trabalhos de reflorestamento e áreas de regeneração de vegetação.

A degradação dos polímeros não ocorre biologicamente, e sim sofrem uma degradação paulatina ou dissociação por ação do cultivo e dos raios ultravioletas do sol, em um contínuo fracionamento, próximo de 10% anual, em solos cultivados de forma continua por implementos agrícolas, supondo ainda, uma permanência no solo por 10 anos (AZZAM, 1983). De acordo com Johnson (1984) e James e Richards (1986), a deterioração do polímero é acelerada quando colocado em soluções de sais de Ca, Mg, Fe e K, consequentemente em solos que recebem adubação anualmente o polímero vai ser exposto a deterioração mais acelerada, reduzindo o período de permanência no solo para quatro a cinco anos. Wallace et al. (1986) afirmam que a dissociação do polímero resulta em dióxido de carbono, água e amoníaco, portanto não existe nível de toxidade residual, que possa acarretar em problemas ambientais.

3.3.1 Emprego do polímero na agricultura

Willingham e Coffey (1981) observaram que as mudas de tomate (cv Manapal), produzidas em substrato que continham polímeros, necessitaram de cinco semanas para serem transplantadas, enquanto que as produzidas sem polímero precisaram de seis semanas. Esse ganho de uma semana foi ocasionado pela presença do polímero no substrato, que proporcionou maior disponibilidade e uniformidade de água. Trabalhando com a cultura do tomateiro em solo arenoso onde havia sido adicionado polímero, Wofford Jr. (1992) alcançou uma produtividade de 40 t ha^{-1} com o uso do polímero, enquanto que a testemunha, sem polímero, não ultrapassou 27 t ha^{-1}. Pill e Stubbolo (1986) concluíram que a incorporação de polímero no substrato, juntamente com uma solução de fertilizantes, não afetou significativamente o ganho de peso fresco das raízes de tomateiro e alface. No entanto, o crescimento de raízes aumentou com o aumento da dose de polímero e da solução de fertilizante no substrato.

Wofford Jr. (1992) destaca que as raízes das plantas crescem por dentro dos grânulos do polímero hidratado, havendo um grande desenvolvimento de pelos radiculares proporcionando maior superfície de contato das raízes com a fonte de água e nutrientes facilitando a sua absorção, condizente com Fonteno e Bilderback (1993), onde relatam que a quantidade de água do polímero disponível para as plantas está relacionada com o contato das raízes com os grânulos na forma

de gel hidratado no solo. Flannery e Busscher (1982), trabalhando com as culturas de “azaléia” e “centeio” demonstraram que ao adicionar polímero no substrato de cultivo, elevou-se a capacidade de retenção de água desse substrato e que a maioria dessa água armazenada, principalmente pelo polímero, estava prontamente disponível para as plantas, além de contribuir com a diminuição da frequência e quantidade total das irrigações.

Bearce e McCollum (1993) encontraram um ganho significativo no peso de massa seca de plantas de crisântemo, quando estas foram cultivadas com polímero agrícola, havendo também um aumento na disponibilidade de água no solo que passou de 39% para 52% em valores relativos, quando tratado com polímero. Para os mesmos autores, no cultivo de lírio, além do ganho de peso de massa seca, houve também um aumento significativo no número de brotações, atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular, maior absorção da água armazenada pelo polímero e maior aeração do solo proporcionado pelos grânulos deste, conflitando com as observações feitas por Flannery e Busscher (1982), que ressaltara, apesar de toda a contribuição oferecida pelo polímero em relação à capacidade de retenção de água, de forma prejudicial para a planta de azaléia, não por ser tóxico e sim pela falta de aeração no sistema radicular devido à presença do polímero hidratado no substrato, e isso foi mais evidente à medida que se aumentou a dosagem no substrato. No entanto, Azevedo (2000), estudando a eficiência do polímero no fornecimento de água para o cafeeiro (Coffea arabica L) cultivar Tupi, constatou que o efeito do polímero sobre as características estudadas (altura de plantas, massa seca da parte aérea e massa seca de plantas) foi significativo, podendo-se afirmar que a presença do polímero no substrato permite ampliar os intervalos entre irrigações, sem comprometer o crescimento da planta por déficit de água, além de afirmar que quanto menor o fornecimento de água, maior a importância do polímero.

Sayed, Kirkwood e Graham (1991), acompanhando o efeito do polímero no cultivo de várias hortícolas, em condições de substratos salinos, relataram aumento no peso da massa seca das plantas, na área foliar, seiva, teor de clorofila a, clorofila b e carotenóides, na atividade fotossintética, total de aminoácidos, prolina e proteína total, com a incorporação do polímero, quando comparado com os resultados do cultivo em areia. Os mesmos autores afirmaram que o polímero é altamente eficiente para ser usado como condicionador de solo, principalmente na horticultura, já que ele aumenta a tolerância das plantas às

condições de substratos arenosos e salinos. Wofford Jr. e Koski (1990) afirmaram que, nos Estados Unidos da América, o Serviço Florestal do Estado do Colorado obteve aumento no índice de sobrevivência de mudas florestais somente com o uso de polímeros agrícolas no momento do transplantio e semeadura, além de acelerar o crescimento dessas plantas pelo maior suprimento e disponibilidade de água.

Adams e Lockaby (1987), estudando o efeito de polímeros em sementeiras de espécies florestais, observaram que dezoito dias após a primeira irrigação, 100% das mudas utilizadas como testemunhas murcharam, sendo que na presença do polímero permaneceram túrgidas. E Buzetto, Bizon e Seixas (2002), estudando a eficiência do polímero no fornecimento de água para mudas de Eucaliptos urophylla em pós-plantio, 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.

Segundo Balena (1998), com a adição de polímero agrícola no solo a umidade aumentou progressivamente chegando a duplicar a capacidade de armazenamento de água para a concentração de 32 $kg.m^{-3}$ do solo argiloso, evidenciando a grande capacidade do polímero em reter e conservar água no solo. Esse efeito foi ainda mais evidente na areia, onde o armazenamento, para o mesmo período de tempo, foi aumentado em cerca de sete vezes.

Avaliando a estabilidade do polímero com relação à temperatura, disponibilidade e permeabilidade da água em solos arenosos e argilosos, nas concentrações de 1, 2 e 4 kg m^{-3} para a cultura de pepino, Baasiri et al. (1986), perceberam que o aumento da temperatura ambiente reduziu a capacidade de retenção de água, sendo seu efeito mais acentuado nas temperaturas superiores a 60ºC., logo a adição do polímero produziu aumento significativo no rendimento de frutos e diminuição no total de irrigações, esse efeito foi mais evidente nos solos arenosos e quando o polímero foi incorporado a uma profundidade de até 0,20 m.

Nissen (1994), em experiências realizadas com o uso de polímero na produção de framboesas no sul do Chile, obteve, no segundo ano de cultivo, rendimento de frutos de 3.696 kg ha^{-1} no tratamento com polímero, notadamente superior à produção de 2.236 kg ha^{-1} para o tratamento testemunha (sem polímero). A aplicação de polímero em associações com substrato orgânico, com a finalidade de aumentar a retenção hídrica, tem seu uso comprometido devido o seu alto custo,

porém os polímeros apresentaram-se eficientes na diminuição de condutividade hidráulica, conseguindo reter mais água no solo, sendo aumentada sua a capacidade á medida que se aumentam as doses. (GERVÁZIO; FRIZZONE, 2004). Santelices (2005) relata que quando utilizou polímero no tratamento do solo, observou-se alta taxa de sobrevivência e crescimento de mudas de *Eucaliptos glóbulos* L. a campo. O experimento foi realizado na primavera, época em que as condições climáticas da região apresentaram as maiores temperaturas e não ocorreram precipitações.

As sementes de tomates quando germinadas em substrato com polímero, proporcionou 100% de germinação. Para o transplante das mudas, para solos também tratados com polímero, consegue-se ficar até três dias sem irrigação, com a taxa de perdas de mudas quase nulas. Observou que a maior quantidade de polímero, quando adicionado ao solo teve maior disponibilidade de água. (GÁSCUE et al., 2004). Nissen e San Martin (2004) descrevem que o polímero produziu resultados significativamente maiores quando aplicado próximo às raízes, melhorando os parâmetros biométricos da cultivar *Brachiaria* ssp.

Santana et al. (2007), trabalhando em solos argilosos e com cultivar de *Brachiaria* ssp, visando à produção de sementes, não obteve resposta significativa para diferentes tratamentos com polímero, podendo ser atribuído tal efeito a boa distribuição pluviométrica naquele ano. Segundo Hurtado et al. (2007), adicionando ao solo doses de polímero, conseguiram uma maior retenção de fertilizante e micronutriente ao solo, assim obtiveram boa resposta na qualidade e tamanho das flores.

3.4 Poder Calorífico

Os tecidos vegetais podem ser fracionados em celulose, hemicelulose, lignina, proteínas, matéria hidrossolúvel e matéria éter solúvel (ABRAMO FILHO, 1995). No palhiço de cana-de-açúcar em fase inicial de decomposição, os materiais celulósicos (celulose + hemicelulose) correspondem a 74% e a lignina a 4% a 8% dos tecidos (OLIVEIRA et al., 2002). Sabe-se que a lignina é o principal componente energético para combustão e produção de energia. E os aumentos na utilização dos produtos de cana, podem ser majorados, segundo Lanças (1984). Com a possibilidade da cogeração de energia elétrica, utilizando o vapor gerado da queima

do bagaço na caldeira, para a transformação em energia elétrica em dínamos (turbo-gerador) sendo assim, uma fonte de renda adicional para a indústria sucroalcoleira.

O Poder Calorífico é classificado em duas medidas, poder calorífico inferior (PCI) e poder calorífico superior (PCS). Na unidade PCI a água se encontra na fase de vapor enquanto em PCS a água está na fase liquida. A diferenciação numérica entre ambos consiste na quantidade de calor necessária para evaporar a água contida nos gases de exaustão (PERES et al., 2007).

O Poder Calorífico é definido como a quantidade de energia liberada na forma de calor durante a combustão completa da unidade de massa do combustível, que pode ser mensurado em KJ kg^{-1}, MJ kg^{-1}, TJ kg^{-1} entre outras unidades de medidas. Para medir o Poder Calorífico de um material combustível se utiliza bomba calorimétrica, seguindo as normas da ABNT (CORTEZ; LORA; OLEVARES GÓMEZ, 2008).

Segundo ABNT – Norma NBR 8633 (1984), o Poder Calorífico Superior (PCS) é o numero de unidades de calor liberado na combustão de uma unidade de massa de uma substância, em bomba calorimétrica, em atmosfera de oxigênio, a volume constante e sob condições especificas de modo que, toda água proveniente da combustão, esteja no estado líquido. Já Oliveira, Gomes, Almeida (1982) definiu Poder Calorífico Inferior (PCI) como sendo o calor liberado pelo combustível subtraído o calor de vaporização da água. Para Brito e Barrichello (1982) o poder calorífico de matérias vegetais pode ser considerado de duas maneiras, Poder Calorífico Superior (PCS) e Poder Calorífico Inferior (PCI). Poder Calorífico Superior é considerado o calor liberado pela queima do material em combustão, sem a redução do consumo de calor ocorrido pela transformação do conteúdo de água líquida em vapor, visto que a água ao mudar de estado absorve calor, e Poder Calorífico Inferior (PCI) quando estas considerações não são feitas, gerando um valor menor, pois ocorre a redução na geração de calor da mesma ordem do calor necessário para que ocorra a vaporização da água líquida contida no material em análise.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Campus II da UNOESTE. O solo do experimento foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférrico, típico A moderado, textura médio-argilosa (EMBRAPA, 1999). O clima da região se classifica em AW, sendo a estação chuvosa no verão e estação seca no inverno. Os dados meteorológicos, para a execução do presente ensaio, foram determinados diariamente, principalmente precipitação (mm), temperatura máxima (^{o}C), temperatura mínima (^{o}C).

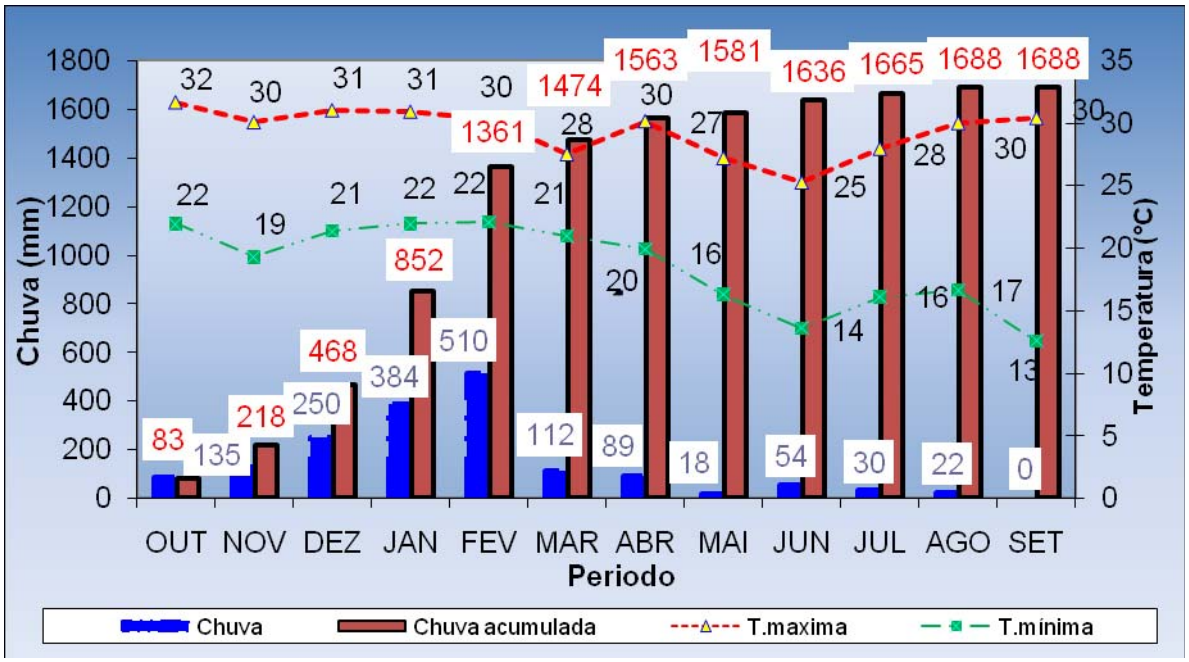

Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de execução do experimento a campo, precipitação mensal (mm), precipitação acumulada (mm) e temperaturas máxima e mínima (^{o}C).

O cultivar RB 867515 foi plantada em dezembro de 2007, colhida em junho 2009 (1° corte, 18 meses), conduzida a primeira soqueira até outubro de 2010 (2° corte), quando foi realizada a colheita. A segunda soqueira deste cultivar foi utilizada no presente estudo, com esquema fatorial de parcelas subdivididas (2x4x4), sendo dois os sistemas de plantios utilizados, em 2007 quando do processo de instalação da cultura (leira e sulcos), quatro foram as doses do polímero

hidroabsorvente, registrado no Ministério de Agricultura e Abastecimento sob número SP 09203/00001-2, sendo as doses (T1- Testemunha, T2- 26,66 kg do polímero por hectare, T3- 53,33 kg do polímero por hectare e T4- 80,00 kg do polímero por hectare e quatro tratamentos com palhiço, na soqueira da cana, instalado quando da coleta do segundo corte, em outubro de 2010, sendo (T1 – testemunha, sem adição; T2 – adição de folhas verdes, na quantidade de 62,5 kg por parcela; T3 – adição de folhas secas, na quantidade de 18,75 kg por parcela e T4 – adição de folhas verdes e folhas secas, na quantidade de 81,25 kg (62,5 + 18,75) por parcela. A unidade experimental (parcela) foi composta de cinco linhas com cinco metros de comprimento, sendo o espaçamento de 1,5m (área de 37,5 m^2). As amostras foram realizadas nas três linhas internas, desprezando o primeiro e o último metro das extremidades (3 linhas de 3 metros de comprimento). Esses dados, folhas verdes, folhas secas e ambas, foram calculados de acordo com a literatura (ORLANDO FILHO, 1983; RIPOLI; RIPOLI, 2004; BOVI; SERRA, 2001), a qual relata até 20 t ha^{-1} de palhiço, ou 2 t m^{-2} ou até 75 kg por parcela. Para verificar a umidade presente no solo, foi efetuada análise mensal diretamente no solo, em cada parcela, segundo Tommaselli e Bacchi (2001).

As análises biométricas realizadas foram: número de perfilhos por metro linear (NP); Altura dos perfilhos durante o processo de crescimento (H); diâmetro médio colmo (D); número de folhas positivas (NFP); número de folhas negativas (NFN) e número de folhas secas (NFS). Estas variáveis foram coletadas de um único perfilho eleito de cada parcela, segundo Casagrande (1991), durante oito meses. Aos nove meses de crescimento vegetativo foram iniciadas as análises tecnológicas mensalmente, para determinação dos parâmetros tecnológicos: Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Açúcares Redutores (AR), segundo metodologia descrita por Fernandes (2003), por quatro meses. Nas amostras coletadas para análises dos parâmetros tecnológicos foi realizada a análise de Poder calorífico do colmo em megajoule por quilograma (MJ kg^{-1}) de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). Determinou-se a produtividade de colmo no final do ensaio de acordo com Segato et al. (2006) e utilizou-se a Equação (1) para determinar a bioenergia do colmo em terajoule por hectare (TJ ha-1), captada do sol pela cana-de-açúcar e convertida em biomassa.

$$BC = \frac{PCc * PRODc}{1000}$$

(01)

Sendo:

BC = Bioenergia do colmo (TJ ha^{-1});

PCc = Poder calorífico do colmo (MJ kg^{-1});

PRODc = Produtividade agrícola de colmo (t ha^{-1}).

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 Banzatto e Kronka (2006), sendo os quadros de análise de variância, para as diferentes variáveis, mostrados na Tabela 1.

TABELA 1 - Quadros de Análise de Variância para os grupos de variáveis testadas.

Biometria (NP, H, D, NFP, NFN, NFS)		**Produtividade de Colmo (kg ha^{-1})**	
Fator de variação	**G.L.**	**Fator de variação**	**G.L.**
Plantio	1	Plantio	1
Dose	3	Dose	3
Cobertura	3	Cobertura	3
Períodos	7	Plantio x Dose	3
Plantio x Dose	3	Plantio x Cobertura	3
Plantio x Cobertura	3	Dose x Cobertura	9
Plantio x Períodos	7	Erro	9
Dose x Cobertura	9	Total	31
Dose x Períodos	21		
Erro	675		
Total	732		

Tecnologia (ATR e AR)		**Bioenergia (TJ ha^{-1})**	
Fator de variação	**G.L.**	**Fator de variação**	**G.L.**
Plantio	1	Plantio	1
Dose	3	Dose	3
Cobertura	3	Cobertura	3
Períodos	3	Períodos	3
Plantio x Dose	3	Plantio x Dose	3
Plantio x Cobertura	3	Plantio x Cobertura	3
Plantio x Períodos	3	Plantio x Períodos	3
Doses x Cobertura	9	Dose x Cobertura	9
Doses x Períodos	9	Dose x Períodos	9
Cobertura x Períodos	9	Cobertura x Períodos	9
Erro	81	Erro	81
Total	127	Total	127

Legenda: NP, número de perfilhos por metro; H, Altura dos colmos; D, diâmetro do colmo, no terço médio;NFP, número de folhas positivas; NFN, número de folhas negativas; NFS, número de folhas secas, Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Açúcares Redutores (AR), produtividade de colmo (kg ha^{-1}), Bioenergia (TJ ha^{-1}).

Para determinação da viabilidade econômica do uso do polímero hidrogel foi utilizado o método sugerido por Monte Carlo. O estudo considerou a produtividade da cultura, o preço de comercialização de ATR e preço do polímero hidrogel simulados pelo método de Monte Carlo, utilizando o Modelo Computacional de Marques (2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, para variáveis biométricas, os sistemas de plantios diferentes só não proporcionaram diferenças nas variáveis altura (H) e número de folhas positivas (NFP). O uso de quantias diferentes de cobertura só não proporcionou diferenças na variável número de perfilhos por metro (NP). Demonstrando que os fatores estudados possuem forte interação com os parâmetros biométricos. O polímero, a cobertura e as diferentes profundidades de plantio proporcionaram ambientes diferentes em relação à umidade e a temperatura do solo e estas mudanças proporcionaram atividades fisiológicas que determinaram valores de biometria maiores (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005), (PENTEADO, 2007). O teor de água no solo é importante em todos os estágios de desenvolvimento (FERNANDES, 2003).

A interação entre sistemas de plantio e quantidades de cobertura só não proporcionou diferenças na variável número de folhas negativas (NFN), indicando que além de afetarem os parâmetros biométricos a associação destes fatores podem proporcionar biometrias diferentes. A interação entre sistemas de plantio e períodos estudados só não proporcionou diferenças nas variáveis número de folhas positivas (NFP) e número de folhas secas (NFS). Os demais testes apresentaram significância, indicando que ocorreram diferenças nas variáveis biométricas para os fatores estudados (sistemas de plantio (P), doses de polímero hidrogel (D) e cobertura de palhiço (C)) e suas interações, indicando existir uma combinação dos fatores que proporcionem melhor biometria.

As variáveis tecnológicas (ATR e AR) apresentaram diferenças entre os períodos estudados, pois a cana-de-açúcar apresenta estágios de maturação distintos com o tempo. A interação entre plantio (P) e dose de polímero (D) também proporcionou diferenças na variável açúcares totais recuperáveis (ATR), indicando que deve existir uma melhor combinação entre plantio e polímero para melhores valores de ATR, pois ocorre maior disponibilização de água, devido ao uso de polímeros (WILLINGHAM JR.; COFFEY, 1981), (WALLACE, 1987) e (SAYED; KIRKWOOD; GRAHAM, 1991) compensando o sistema radicular mais superficial, suprindo água e impedindo o comprometimento de sistema bioquímico de sintetizados. Já para a produtividade de colmo não se observou variações com os fatores estudados, contudo como a composição do colmo foi modificada, pode-se

aferir que os fatores interferiram qualitativamente e não quantitativamente na cana-de-açúcar. Com relação à Bioenergia do colmo (TJ ha^{-1}), observa-se que os fatores dose de polímero e cobertura, bem como a interação entre eles promoveram alterações na Bioenergia. Estes fatores (polímero e cobertura) afetam a água disponível no solo e proporcionam maior desenvolvimento do sistema radicular, parte aérea das plantas e consequentemente alteram os teores de metabólitos (MARTINS et al., 2004; DEMARTELAERE et al., 2009; LOPES et al., 2010).

TABELA 2 - Teste F para as variáveis estudadas

Variáveis Biométricas										
Fator de Variação	**P**	**D**	**C**	**Pe**	**P X D**	**P X C**	**P X Pe**	**D X C**	**D X Pe**	**CV %**
NP	6,1*	5,0**	NS	46,6**	9,5**	4,1**	6,0**	3,7**	6,7**	21,01
H	NS	17,4**	20,8**	259,5**	13,2**	9,1**	2,2*	18,3**	2,1**	13,70
D	379**	293**	262,2**	1.073,0**	106,5**	127,2**	29,5**	420**	88,2**	2,45
NFP	NS	11,0**	3,2*	113,6**	5,4**	5,1**	NS	11,3**	3,2**	18,19
NFN	5,2*	3,5*	6,3**	85,5**	6,5**	NS	2,0*	6,3**	5,9**	22,36
NFS	49,8**	6,8**	8,2**	295,4**	6,5**	17,0**	NS	10,2**	3,9*	19,97

Tecnológicos (ATR e AR)											
Fator de Variação	**P**	**D**	**C**	**Pe**	**P X D**	**P X C**	**P X Pe**	**D X C**	**D X Pe**	**C X Pe**	**CV%**
ATR	NS	NS	NS	132**	6,5**	NS	NS	NS	NS	NS	6,53
AR	NS	NS	NS	8,3**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	18,45

Produtividade de Colmo (kg ha^{-1})							
Fonte de Variação	**P**	**D**	**C**	**P X D**	**P X C**	**D X C**	**CV%**
Colmo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	18,16

Bioenergia do Colmo (TJ ha^{-1})											
Fator de Variação	**P**	**D**	**C**	**Pe**	**P X D**	**P X C**	**P X Pe**	**D X C**	**D X Pe**	**C X Pe**	**CV%**
Bioenergia	NS	3,4*	2,8*	6,8**	NS	NS	NS	3,2**	3,4**	NS	28,97

Legenda: P, Plantio; D, Dose de polímero hidrogel; C, Cobertura de palhiço; Pe, Período; P x D, Plantio x Dose de polímero hidrogel; P x C, Plantio x Cobertura de palhiço; P x Pe, Plantio x Período; D x C, Dose de polímero x Cobertura de Palhiço; D x Pe, Dose de polímero x Período; C x Pe, Cobertura de palhiço x Período.

Para as variáveis biométricas, na Tabela 3, o incremento das doses de polímero, acarretou melhores valores para o plantio em leira. Para as variáveis tecnológicas ocorreu o mesmo efeito das variáveis biométricas, contudo até a dose máxima de 53,33 kg ha^{-1}. Com relação à produtividade de colmo e Bioenergia não se observou diferenças. Na Tabela 3, no estudo para plantio em sulco, ocorreram diferenças para parâmetros tecnológicos, produtividade de colmo e bioenergia. Para os parâmetros biométricos, algumas diferenças foram detectadas, contudo não apresentaram tendência definidas, comprovando que o sistema de plantio em sulco não apresentou interação definida com o uso do polímero. Na mesma Tabela, para

efeito das doses no plantio em leira observa-se que os parâmetros biométricos, tecnológicos e bioenergia, mostraram alterações com as doses de polímero, demonstrando interações positivas entre plantio em leira e doses do polímero. Conforme citado por Nimah, Ryan e Chaudhry (1983), Wang e Booger (1987), Willingham Jr. e Coffey (1981), Wallace (1987); Sayed, Kirkwood e Graham (1991) o polímero apresenta grande capacidade de retenção de água no solo e disponibilização as plantas. Logo, com a utilização das maiores doses se obtém maiores retenções para posterior disponibilização, o que levou a planta ao maior perfilhamento, uma vez que a umidade é importante em todos os estágios de desenvolvimento da cultura canavieira, brotação, emergência, perfilhamento, expansão dos colmos e sistema radicular (FERNANDES, 2003). Principalmente no plantio em leira onde a restrição da água é maior.

TABELA 3 - Variáveis biométricas, tecnológicas, produção e bioenergia em relação aos sistemas de plantio, em cana de terceiro corte, com a utilização de polímero em diferentes doses.

DOSE	SIST.	VARIÁVEIS									
(kg ha^{-1})	PLANTIO	Biométricas						Tecnológicas		Produção	
		NP	H	D	NFP	NFN	NFS	ATR	AR	Colmo	Bioenergia
			(m)	(mm)				(Kg ha^{-1})	(%)	(t ha^{-1})	(TJ ha^{-1})
0,00	Sulco	13,29 a	1,98 b	26,82 a	3,97 a	2,22 a	9,95 a	155,88 a	0,58 b	65,28 a	0,58 a
0,00	Leira	12,06 b	2,08 a	25,32 b	3,84 a	2,10 a	8,06 b	141,14 b	0,69 a	72,67 a	0,54 a
26,66	Sulco	11,76 a	2,34 a	28,18 a	4,43 a	2,13 a	8,79 a	150,40 a	0,59 a	74,89 a	0,67 a
26,66	Leira	12,40 a	2,12 b	27,00 b	4,07 b	2,18 a	8,36 a	150,69 a	0,59 a	76,11 a	0,69 a
53,33	Sulco	12,57 a	2,11 a	26,52 a	3,93 b	2,23 a	8,85 a	156,45 a	0,59 a	98,00 a	0,63 a
53,33	Leira	13,68 a	2,10 a	24,83 b	4,19 a	1,91 b	8,26 b	151,81 a	0,63 a	72,50 a	0,58 a
80,00	Sulco	11,94 b	2,14 b	26,50 b	4,29 a	1,99 a	8,55 a	152,06 a	0,62 a	86,89 a	0,63 a
80,00	Leira	13,30 a	2,28 a	27,03 a	4,36 a	2,06 a	7,80 b	142,01 b	0,60 a	68,83 a	0,73 a
Efeito das doses no plantio em sulco											
0,00	Sulco	13,29 a	1,98 c	26,82 b	3,97 b	2,22 a	9,95 a	155,88 a	0,58 a	65,28 a	0,58 a
26,66	Sulco	11,76 b	2,34 a	28,18 a	4,43 a	2,13 a	8,79 b	150,40 a	0,59 a	74,89 a	0,67 a
53,33	Sulco	12,57 a	2,11 b	26,52 c	3,93 b	2,23 a	8,85 b	156,45 a	0,59 a	98,00 a	0,63 a
80,00	Sulco	11,94 b	2,14 b	26,50 c	4,29 a	1,99 b	8,55 b	152,06 a	0,62 a	86,89 a	0,63 a
Efeito das doses no plantio em leira											
0,00	Leira	12,06 b	2,08 b	25,32 b	3,84 c	2,10 a	8,06 a	141,14 b	0,69 a	72,67 a	0,54 b
26,66	leira	12,40 b	2,12 b	27,00 a	4,07 b	2,18 a	8,36 a	150,69 a	0,59 b	76,11 a	0,69 a
53,33	Leira	13,68 a	2,1 b	24,83 c	4,19 a	1,91 b	8,26 a	151,81 a	0,63 b	72,50 a	0,58 b

80,00	Leira	13,30	a	2,28	a	27,03	a	4,36	a	2,06	b	7,80	a	142,01	b	0,60	b	68,83	a	0,73	a

Letras minúsculas diferem na coluna (p<0,05) para Scott-Knott.

Legenda: NP, número de perfilhos por metro; H, Altura dos colmos; D, diâmetro do colmo, no terço médio;NFP, número de folhas positivas; NFN, número de folhas negativas; NFS, número de folhas secas, Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Açúcares Redutores (AR), produtividade de colmo (kg ha^{-1}), Bioenergia (TJ ha^{-1}).

Na Tabela 4 as diferenças entre leira e sulco ocorreram com a máxima dose de cobertura (15 T ha^{-1}). Nos plantios em sulco e leira as variáveis tecnológicas, de produtividade e bioenergia não foram afetadas pelo uso de cobertura. Timm (2002) relata que a prática de deixar o palhiço como cobertura vegetal na superfície do solo não influenciou nenhum dos componentes do balanço hídrico, e Ripoli e Villa Nova (1992) citam que é necessário muitos estudos em relação à utilização do palhiço sobre o terreno, pois existem muitos problemas que ainda são detectados com essa prática. Abramo Filho et al. (1993) ainda relatam que a quantidade de matéria seca é diferente para cada variedade, apresentando vantagens e desvantagens agronômicas, e Caldeira (2002), afirma que a presença do palhiço no campo leva ao possível retardamento na brotação, aumento de umidade do solo e diminuição da temperatura. Para Wood (1986), na Austrália e McIntyre et al. (1996), nas Ilhas Maurício, ocorre aumento de produtividade de colmos quando resíduos culturais são deixados sobre o solo.

Nas Tabelas 3 e 4 a produtividade de colmos não apresentou diferenças estatísticas, podendo-se aferir que diferentes valores de ATR proporcionaram diferentes produções de açúcares por hectare, e que a utilização de polímero pode diminuir a diferença entre sulco e leira, uma vez que o polímero melhora a retenção de água no solo, contribuindo para o desenvolvimento da cultura (NIMAH et al., 1983; WANG; BOOGER, 1987; SHAINBERG; LEVY, 1994; WALLACE; WALLACE; ABOUZAMZAM et al., 1986).

TABELA 4 - Variáveis biométricas, tecnológicas, produção e bioenergia em relação aos sistemas de plantio, em cana de terceiro corte, com a utilização de cobertura em diferentes quantias.

Quantia	SIST.	VARIÁVEIS									
(T ha^{-1})	PLANTIO	Biométricas						Tecnológicas		Produção	
		NP	H	D	NFP	NFN	NFS	ATR	AR	Colmo	Bioenergia
			(m)	(mm)				(kg ha^{-1})	(%)	(t ha^{-1})	(TJ ha^{-1})

0	Sulco	11,9	b	2,16	a	27,5	a	4,11	a	2,2	a	9,01	a	147,50	a	1,89	a	90,55	a	0,61	a
0	Leira	13,2	a	2,21	a	26,5	b	4,14	a	2,0	a	8,64	a	151,40	a	1,88	a	64,11	a	0,66	a
5	Sulco	12,7	a	2,24	a	27,5	a	4,17	a	2,2	a	9,46	a	154,82	a	1,95	a	73,78	a	0,73	a
5	Leira	12,2	a	2,29	a	27,2	b	4,36	a	2,2	a	8,33	b	147,57	a	1,83	a	75,94	a	0,67	a
10	Sulco	12,8	a	2,01	b	25,8	a	4,12	a	2,0	a	8,01	a	153,65	a	1,70	a	89,38	a	0,56	a
10	Leira	13,0	a	2,13	a	25,8	a	4,14	a	2,0	a	8,16	a	144,38	a	1,71	a	71,28	a	0,63	a
15	Sulco	12,2	b	2,15	a	27,1	a	4,22	a	2,1	a	9,67	a	146,22	a	1,74	a	71,33	a	0,57	a
15	Leira	13,0	a	1,96	b	24,6	b	3,81	b	2,0	a	7,35	b	154,92	a	1,91	a	78,77	a	0,59	a
Efeito das doses no plantio em sulco																					
0	Sulco	11,9	b	2,16	a	27,5	a	4,11	a	2,2	a	9,01	b	151,40	a	1,89	a	90,55	a	0,61	a
5	Sulco	12,7	a	2,24	a	27,5	a	4,17	a	2,2	a	9,46	a	154,82	a	1,95	a	73,78	a	0,73	a
10	Sulco	12,8	a	2,01	b	25,9	c	4,12	a	2,0	a	8,01	c	153,65	a	1,70	a	89,38	a	0,56	a
15	Sulco	12,2	b	2,15	a	27,1	b	4,22	a	2,1	a	9,67	a	154,92	a	1,74	a	71,33	a	0,57	a
Efeito das doses no plantio em leira																					
0	Leira	13,2	a	2,21	b	26,6	b	4,14	a	2,0	a	8,64	a	147,50	a	1,88	a	64,11	b	0,66	a
5	Leira	12,2	b	2,29	a	27,2	a	4,36	a	2,2	a	8,33	a	147,57	a	1,83	a	75,94	a	0,67	a
10	Leira	13,0	a	2,13	b	25,8	c	4,14	a	2,0	a	8,16	a	144,38	a	1,71	a	71,28	a	0,63	a
15	Leira	13,0	a	1,96	c	24,6	d	3,81	b	2,0	a	7,35	b	146,22	a	1,91	a	78,77	a	0,59	a

Letras minúsculas diferem na coluna ($p<0,05$) para Scott-Knott.

Legenda: NP, número de perfilhos por metro; H, Altura dos colmos; D, diâmetro do colmo, no terço médio;NFP, número de folhas positivas; NFN, número de folhas negativas; NFS, número de folhas secas, Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Açúcares Redutores (AR), produtividade de colmo (kg ha^{-1}), Bioenergia (TJ ha^{-1}).

Na Tabela 5 tem-se que a utilização de palhiço como cobertura promoveu reduções nos valores da bioenergia. Segundo Campos (2010) o palhiço deixado como cobertura no campo pode prejudicar a brotação, o perfilhamento e produtividade da cana-de-açúcar, além de favorecer infestações por pragas. Estes prejuízos são em decorrência de impedimentos físicos e bioquímicos, que podem explicar menores valores de poder calorífico (PC) e resultar em menores valores de bioenergia.

A utilização do polímero apresentou tendência de elevar os valores de bioenergia. Azevedo et al. (2002), constataram que a altura das plantas , a massa seca da parte aérea e a massa seca total das plantas foram significativamente aumentadas com o uso de polímero hidroabsorvente no solo, portanto a elevação nos valores de bioenergia é explicada pela dependência da produtividade (Equação 1) .

A combinação entre palhiço e doses de polímero estabeleceu que as quantias de 5 a 10 toneladas de palhiço por hectare promoveram maiores valores de bioenergia quando associadas à dose de 53,33 kg de polímero por hectare.

TABELA 5 - Variável Bioenergia (TJ por ha^{-1}) na interação entre as doses de polímero hidroabsorvente e as quantidades de palhiço como cobertura vegetal.

Dose do polímero (kg ha^{-1})	Quantidade de palhiço em cobertura (t ha^{-1})				
	0	5	10	15	Média
00,00	0,62 Aa	0,66 Aa	0,51 Aa	0,46 Ba	0,56 B
26,66	0,73 Aa	0,64 Aa	0,79 Aa	0,64 Aa	0,68 A
53,33	0,51 Ab	0,71 Aa	0,72 Aa	0,48 Bb	0,61 B
80,00	0,69 Aa	0,83 Aa	0,48 Ab	0,75 Aa	0,69 A
Média geral	0,62 a	0,70 a	0,60 a	0,58 a	0,63
CV% 28,93					

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

5.1 Viabilidade Econômica

As Figuras 2, 3 e 4 demonstram que valores de ATR elevados (Figura 4) diminuem o efeito do preço do hidrogel, que são mais sentidos quando os valores de ATR utilizados são os modais (Figura 3). Contudo, quando os valores de ATR utilizados são os mais baixos (Figura 2), as rendas líquidas não são as menores e ocorre uma menor distribuição de resultados para receita líquida com relação ao valor do hidrogel. Isto devido as frequências obtidas serem ajustadas a uma curva de distribuição normal, na simulação de Monte Carlo, conforme citado por Ponciano et al. (2004), onde se propõe uma distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis, mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas variáveis, logo a repetição desse procedimento em um número significativo de vezes, gera-se a distribuição de frequências do indicador do projeto, que permite aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso. Rezende et al. (1999) também afirmam que um modelo analítico de decisão permite uma análise racional das possíveis ações e as consequências que poderão surgir no planejamento da atividade agrícola, permitindo definir a probabilidade de risco ou sucesso econômico dessa atividade. Logo, os dados obtidos da simulação de Monte Carlo mostram que se torna mais interessante o uso do hidrogel acima de 53,33 kg ha^{-1} e para menores preços do hidrogel com menores preços de ATR. A importância do estudo da viabilidade de novas tecnologias que permita o desenvolvimento da cultura de cana-

de-açúcar em sequeiro é de extrema relevância, conforme citado por Frizzone et al. (2001), que afirmam esta importância, tendo em vista a tradição paulista do cultivo exclusivo de cana de sequeiro, que pode proporcionar resultados técnicos e econômicos bastante significativos para o empresariado do setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo. Assim, o emprego de polímero hidroabsorvente no solo diminui investimentos de irrigação na cultura, garantindo produtividade e levando a receitas líquidas positivas.

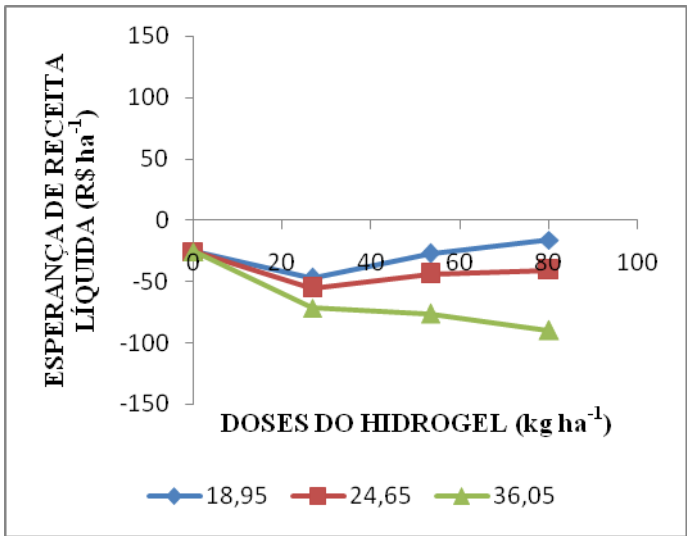

FIGURA 2 - Variação da esperança de receita líquida em função da dose do hidrogel para o valor mínimo de ATR de R$ 0,2095 kg^{-1} obtidas a partir da simulação de Monte Carlo.

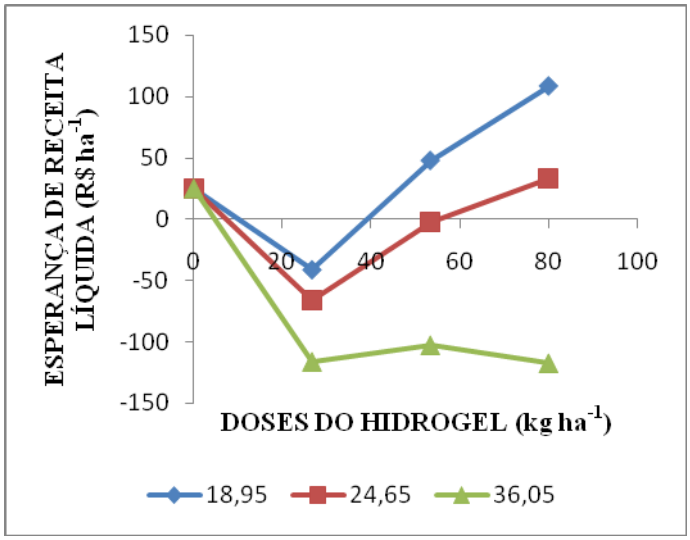

FIGURA 3 - Variação da receita líquida em função da dose do hidrogel para o valor modal de ATR de R$ 0,2372 kg^{-1} obtidas a partir da simulação de Monte Carlo.

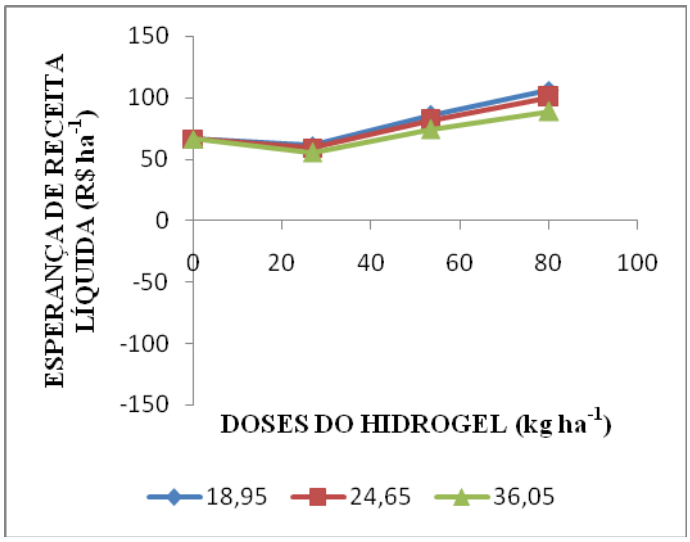

FIGURA 4 - Variação da receita líquida em função da dose do hidrogel para o valor máximo de ATR de R$ 0,4587 kg^{-1} obtidas a partir da simulação de Monte Carlo.

6 CONCLUSÕES

O palhiço em cobertura afeta os parâmetros biométricos, principalmente quando em interações com plantio em leira. Não afeta a produtividade e interagindo com doses de polímeros eleva a bioenergia, sendo as quantias de 5 a 10 t ha^{-1} de palhiço com 53,33 kg ha^{-1} de polímeros as melhores para bioenergia.

Os sistemas de plantio testados afetam a biometria, tecnologia, bioenergia e ATR com dose de 53,33 kg ha^{-1} de polímero e não afetam a produtividade.

As doses de polímeros alteram a biometria, principalmente em leira, sendo a dose de 53,33 kg ha^{-1} a que proporcionou melhores ATR, não afetando a produtividade nem a bioenergia.

Os valores de bioenergia do colmo variaram de 0,46 a 0,83 terajoules por hectare.

O uso de polímeros nas maiores doses apresentam probabilidade de rendas líquidas maiores e lucratividade. A maior probabilidade de rendas liquidas positivas está associada a menores preços de polímero com preços maiores de ATR.

REFERÊNCIAS

ABRAMO FILHO, J. et al. Resíduos da colheita mecanizada de cana crua. **Álcool e Açúcar**, São Paulo, n.67, p.23-25, abr./jun 1993.

ABRAMO FILHO, J. **Decomposição da palhada de cana-de-açúcar em canavial colhido sem queima, mecanicamente**. 1995. 91p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociência, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ADAMS, J.C.; LOCKABY, B.G. Commercially produced super absorbent material increase water – holding capacity of soil medium**. Tree-Planters**, v.38, p.24-25, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Carvão vegetal**: determinação do poder calorífico – método de determinação; NBR 8633. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13p.

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

AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, freqüências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum agronomy**, v.24, n.2, p.1239-1243, 2002.

AZZAM, R.A.I. Polymeric conditioner gels for desert soils. **Communication Soil Science Plant**, v.14, p.739-760, 1983.

BAASIRI, M. et al. Soil application of a hydrophilic conditioner in relation to moisture, irrigation frequency and crop growth. **Soil Science**, v.17, p.573-589, 1986.

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

BALL-COELHO, B. et al. Residue management effects on sugarcane yield and soil properties in northeastern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 85, p. 1004-1008, 1993.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BAYMA, C. **Tecnologia do açúcar: da matéria-prima à evaporação.** Rio de janeiro: Instituto do Açúcar e do Álcool, 1974. p.292. (Coleção Canavieira, 13).

BEARCE, B.C.; McCOLLUM, R.W. **A comparison of peat-lite and noncomposted hardwood-bark mixes for use in pot and bedding-plant production and the effects of a new hydrogel soil amendment on their performance (on line).** Virginia, 1993. Disponível em: http://www.hydrosource.com

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. Sistematização de área para colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Revista COPLANA**, 2008.

BOVI, R.; SERRA, G.E. Folhas verdes, folhas secas, fibra do colmo e a clarificação do caldo de cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 3, p. 457-463, jul/set. 2001.

BRITO, J.O.; BARRICHELLO, L.E.G. Aspectos técnicos na utilização de madeira e carvão vegetal como combustíveis. In: SEMINARIO DE ABASTECIMENTOS ENERGÉTICO INDUSTRIAL COM RECURSOS FLORESTAIS, 2., 1982, São Paulo. **Anais..**.São Paulo. Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1982. p.101-108.

BUZETTO, F.A.; BIZON, J.M.C.; SEIXAS. F. **Avaliação de polímero adsorvente à base from acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio**. Piracicaba: IPEF, 2002. 5p. (Circular Técnica, n.195)

CALDEIRA, D.S.A. Palhiço **residual de cana de açucar (Saccharum ssp) colhida mecanicamente (sem queima previa):** manejo, fertilização, influência no perfilhamento e produtividade da cultura. 2002. 94p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciência Agronômicas Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita filho”, Botucatu.

CAMPOS, L.H.F. Sistemas de manejo da palhada influenciam acúmulo de biomassa e produtividade da cana-de-açúcar (var. RB855453). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.2, p.345-350, 2010.

CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991.

COLETI, J.T.; STUPIELLO, J.J. Plantio da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. cap. 10, p.139-153.

CONAB. **Levantamento da safra brasileira. Cana-de-açúcar safra 2012/2013.** Segundo levantamento agosto de 2012. CONAB. Disponível em: http://www.conab.gov.br. Acesso em: 26 set 2012.

CONDE, A.J.; SALATA, J.C. **Épocas de plantio x época de corte em 6 variedades**. Quatá: Dep. Agron. da Cia. Agrícola Quatá, 1985. 9p.

COPERSUCAR - PROJETO BRA/96/G31. Efeito agronômico do palhiço remanescente de canaviais colhidos mecanicamente sem a utilização da queimada. **Ceribio Notícias,** v.4, n.12, 2001.

COPLANA. Tecnologias para aumentar o ciclo de vida do canavial. **Revista Coplana**, p.22-29, jul. 2008. Disponível em: www.coplana.com Acesso em: 15 abr 2012.

CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.S.; OLEVARES GÓMEZ, E. **Biomassa para energia.** Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

DE LEON, M.J. **Avaliação de desempenho operacional de duas colhedoras em cana (Saccharum ssp) crua**. 2000. 111p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DELGADO, A.A.; CÉSAR, M.A.A**. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana.** Piracicaba: ESALQ, Depto.de tecnologia Rural, 1977. 364p.

DEMARTELAERE, A.C.F. et al.Utilização de polímero hidroabsorvente no meloeiro (Cucumis melon l.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.22, n3, p. 05-08, 2009.

DIAS, F.L.F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo.** 1997. 64p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação, 1999. 412p.

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

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

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

FONTSERÉ, J.M. Qué son los polímeros hidroabsorventes agrícolas? **Revista da Industria Horticula**, p.172, out 2003.

FRIZZONE, J.A. et al. Viabilidade económica da irrigação suplementar da cana-de-açúcar, *Saccharum* spp., para a região Norte do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1131-1137, 2001.

FURLANI NETO, V.L. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **STAB**: Açúcar, Álcool e Subprodutos, v.94, n.3, p.8-9, 1994.

GÁSCUE, B.R. et al. Estudio de la germinación de semillas de tomate em suelos áridos. **Revista Iberoamericana de Polímeros,** n.5, p.17-27, 2004.

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, n.2, p.95-105, 2004.

HUMBERT, R.P. **The growing of sugar cane** Amsterdam: Elsevier, 1968. 779p.

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**, v.8, n.4, p.275-286, 2007.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Feld Crops research**, Amsterdam, v.92, p.185-202, 2005.

JAMES, E.A.; RICHARDS, D. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. **Scientia Horticulturae**, v.28, p.201-208, 1986.

JOHNSON, M.S. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.35, n.10, p.1063-1066, 1984.

KAMPF, 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; Gênesis, 1999. p.139-145.

LANÇAS, K.P. **A evolução das alternativas energéticas com a crise do petróleo e a projeção da biomassa**. Botucatu: UNESP, 1984. 34p.

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

LUCA, E.F. **Matéria orgânica e atributos do solo em sistema de colheita com e sem queima da cana-de-açúcar**. 2002. 101p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARQUES, P.A.A. **Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas.** 2005. 150p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINS, C.C. et al. Desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon (Coffea canephora pierre) submetido a diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.3, 222-228, 2004.

McINTYRE, G.; SEERUTTUN, S.; BARBE, C. Trash management in Mauritian sugarcane plantations. In: COCK, J.H.; BREKELBAUM, T. (Ed). INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 22., Cartagena, 1995. **Proceedings...** Cali: Tecnicaña, 1996. p.213-216.

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.

NISSEN, J**.** Uso de hidrogeles en la produccion de frambuesas (*Rubus idaeus*) Del sur de Chile. **Agro Sur**, v.22, n.2, p.160-164, 1994.

NISSEN, J.M; SAN MARTIN, K.R. Uso de poliacrilamidas y el riego em el manejo hídrico de Lechugas (*Lactuca sativa* L.). Universidad Austral de Chile, Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Valdivia, Chile. **Agro Sur,** v.32, n.2, p.1-12, 2004.

OLIVEIRA, J.B.; GOMES, P.A.; ALMEIDA, M.R. Estudos preliminares de normatização de testes de controle de qualidade do carvão vegetal. In: PENEDO, W.R. **Carvão vegetal**. Belo Horizonte: CETEC, 1982. p. 7-38. (Série de Publicações Técnica, 006).

OLIVEIRA, M.W. et al. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.803-09, out./dez. 1999.

OLIVEIRA, M.W. et al. Decomposition and release of nutrients from sugarcane tresh in two agricultural environments in Brasil. **Australian Society of Sugar Cane Technologists Proceedings,** v.24, p.40, 2002.

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR. Superintendência Geral, 1983. 369p.

ORLANDO FILHO, J. et al. Efeito do sistema de despalha (cana crua x cana queimada) sobre algumas propriedade do solo. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.16, n.6, p.30-33, jul./ago, 1998.

PAGE, R.E.; GLANVILLE, T.J.; TRUONG, P.N. The significance of trash retention trials in the Isis an Maryborought mill areas. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR TECHNOLOGISTS, 8., Townville, 1986. **Proceedings...** Brisbane: Watson Ferguson, 1986. p.95-101.

PENTEADO, S.R. **Adubos verdes e produção de biomassa**: melhoria e recuperação dos solos. São Paulo: Via orgânica, 2007. 170p.

PERES, S. et al. **Caracterização e determinação do poder calorífico e do cúmero de cetano de vários tipos de biodiesel através da cromatografia**. Recife: Universidade de Pernambuco, 2007. 6p. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/congresso2007/caracterizacao/.pdf>. Acesso em 20 mai. 2011.

PILL, W.G.; STUBBOLO, M.R. Tomato seedling growth in peat and peat-lite blocks amended with hydrophilic polymer. **Soil Science Plant Anal**, v.17, n.1, p.45-61, 1986.

PONCIANO, N. J. et al. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na Região Norte Fluminense. **Revista Engenharia Agrícola**, Rio de Janeiro, v.42, n.4, p.615-635, 2004.

REZENDE, R. et al. Viabilidade econômica da irrigação complementar na cultura de citros na região noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p.591-598, 1999.

RIPOLI, M.L.C. **Mapeamento do palhiço enfardado de cana-de-açúcar (Saccharum ssp) e do seu potencial energético**. 2002. 91p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RIPOLI, M.L.C.; RIPOLI, T.C.C.; GAMERO, C.A. Colheita integral: retrocesso ou barateamento do sistema? **IDEA NEWS**, v.4, n.28, p.66-67, jan. 2003.

RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G.; BRITO, J.O. **Queima de canavial, o desperdício não mais admissível**. Álcool & Açúcar, v.10, n.54, p.18-23, 1990.

RIPOLI, T.C.C.; VILLA NOVA, N.A. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar: novos desafios. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos,** v.11, n.1, p.28-31, set./out. 1992.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L. **Biomassa de cana-de-açúcar:** colheita, energia e ambiente. Piracicaba: TCC Ripoli, 2004, 302p.

RIPOLI, T.C.C. et al. **Plantio da cana-de-açúcar:** estado da arte. 1. ed. Piracicaba: T.C.C. RIPOLI, 2006. 216 p.

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,** v.8, n.9, 2007.

SANTELICES, R. Desarrollo de una plantación de Eucalyptus globulus establecida en primavera con diferentes tratamientos de riego**. *Bosque (Valdivia).*** v.26, n.3, p.105-112, 2005.

SANTONI, N. et al. Caracterizacíon de hidrogeles de quitosano entrecruzados covalentemente con genipina. **Iberoamericana de Polímeros,** v.9, n.3, p.326-330, 2008.

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

SARTORI, M.M.P. **Otimização da produção de energia e biomassa do resíduo de colheita em variedades de cana-de-açúcar.** 2001. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade de Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu.

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.

SEGATO, S.V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006.

SHAINBERG, I.; LEVY, G.J. Organic polymers and soil sealing in cultivated soils. **Soil Science**, Baltimore, v.158, n.4, p.267-273, 1994.

TIMM, L.C. **Efeito do manejo da palhiço da cana-de-açúcar nas propriedades fisico-hidricas de um solo.** 2002. 115p. Tese (Doutorado) Escola Superior de “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TOMMASELLI, J.T.G.; BACCHI, O.O.S. Calibração de um equipamento de TDR para medidas de umidade de solos**. Pesq Agropec Bras**. Brasília, v.36, n.9, p.1145-1154, set. 2001.

URQUIAGA, S. et al. Queima de cana. **Revista agrobiologia EMBRAPA**, n.5, p.17-28, abr. 1997.

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

WALLACE, A.; WALLACE G.A.; ABOUZAMZAM, A.M. Amelioration of soil sodic with polymers. **Soil Science**, Baltimore, v.141, n.5, p.359-362, 1986.

WANG, Y.T.; BOOGHER, C.A. Effect of a medium-incorporatel hydrogel on plant growth and water use of two foliage species**. Journal of Environment Horticulture**, Washington, v.5, n.3, p.125-127, 1987.

WILLINGHAM, Jr.; COFFEY, D.L. Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. **Hortculture Science**, v.16, n.3, p.289, 1981.

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: 1998 nov.

WOFFORD Jr., D.J. **Worldwide research suggestions for cross-linked polyacrilamide in agriculture** (*on line*). Virginia, September 1992. Disponível em: http://www.hydrosource.com Acesoo em: 1998 nov.

WOOD, A.W. Green cane trash management in the Herbert valley. Preliminary results and research priorities. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIEY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 8., Brisbane, 1986. **Proceeddings…** Brisbane: Wastson Ferguson,1986. p.85-94.