

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

STRAW, HYDROGEL POLYMER, AND PLANTING SYSTEM ON THE PARAMETERS OF BIOMETRICS, TECHNOLOGY, ENERGY AND PRODUCTIVITY OF SUGARCANE HIDROABSORVENTE

**Tadeu Alcides MARQUES¹; Elvis Lima DELTREJO JUNIOR²;
Érick Malheiros RAMPAZO³; Patrícia Angélica Alves MARQUES⁴**

1. Engenheiro Agrônomo, Pós Doutor em Tecnologia de Alimentos, Diretor do Centro de Estudos Avançados em Bioenergia e Tecnologia Sucroalcooleira - CENTEC - UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil. tmarques@uol.com.br; 2. Engenheiro Agrônomo, Mestre Agronomia, Pesquisador do CENTEC – UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil; 3. Tecnólogo em Produção Sucroalcooleira, Mestre Agronomia, Pesquisador do CENTEC – UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil; 4. Departamento de Engenharia de Biosistemas, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, SP, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do palhiço, sistema de plantio e doses de polímero hidrogel nos parâmetros biométricos, tecnológicos, de produtividade e energéticos. O estudo foi realizado em soqueira de cana-de-açúcar, cultivar RB 86 7515. O solo do experimento foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférrico, típico A moderado, textura médio-argilosa e o clima da região classificado como em Aw. O modelo estatístico utilizado foi fatorial com parcelas subdivididas (2x4x4), sendo dois os sistemas de plantios utilizados (leira e sulco), quatro doses do polímero hidroabsorvente, sendo cada dose subdividida em quatro tratamentos utilizando quantidades diferentes de palhiço como cobertura vegetal. O palhiço em cobertura afetou os parâmetros biométricos, principalmente quando em interações com plantio em leira. Não afetou a produtividade e interagindo com doses de polímeros elevou a bioenergia, sendo as quantidades 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 (Açúcar Total Recuperável, que corresponde à quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas estimadas no processamento industrial), com dose de 53,33 kg ha⁻¹ de polímero e não afetam a produtividade. As doses de polímeros alteram a biometria (medidas dos órgãos vegetais, bem como as devidas taxas de desenvolvimento), principalmente em leira, sendo a dose de 53,33 kg ha⁻¹ a que proporcionou melhores ATR, não afetando a produtividade nem a bioenergia.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum*. Matéria orgânica. Solo.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com 8,5 milhões de hectares e produção estimada de 596,6 milhões de toneladas em 2012. A região Centro-Sul do Brasil é responsável por 88,92% da colheita nacional e no Estado de São Paulo estima-se a produção de 323,1 milhões de toneladas em área de 4,4 milhões de ha (CONAB, 2012).

A expansão da área canavieira levou ao cultivo nos solos do oeste de São Paulo, sul do Mato Grosso do sul e noroeste do Paraná. Estas áreas apresentam características edafoclimáticas típicas, sendo uma delas a ocorrência de veranicos, que dificultaram a atividade agrícola (PINTO et al., 2011).

A legislação atual determina que as novas unidades industriais realizem 100% de colheita mecanizada. As unidades já instaladas ainda

realizam colheita manual, contudo em redução gradual até serem eliminadas.

Com relação ao plantio, a maior parte é realizada de forma tradicional, abrindo sulcos de 0,30 a 0,40 m de profundidade. Devido à exigência legal e aos menores custos, as áreas com colheitas mecânicas apresentam expansões anuais.

A colheita mecanizada no primeiro e segundo corte, nestas áreas, apresentam problemas técnicos com relação ao disco de corte basal. Este corte pode ser realizado próximo ao fundo do sulco carregando impureza mineral (terra) ou pode-se erguer o disco de corte deixando no campo grande quantidade de fragmentos de colmos de cana-de-açúcar com elevado teor de sacarose. Técnicas como “quebra do lombo” e plantio em sulcos rasos são utilizadas por algumas unidades (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

Alguns países, como a África do Sul, utilizam o plantio da cana-de-açúcar em leiras visando atenuar os problemas da colheita

mecanizada. A produtividade agrícola destes países é baixa, 60 t ha⁻¹ para cana-de-açúcar de sequeiro e 89 t ha⁻¹ para cana-de-açúcar irrigada (JOHNSON; SEEBALUCK, 2012). No Brasil, a utilização de sulcos profundos advém de recomendações do IAC (Instituto Agrônomo Campinas) e extinto IAA (Instituto do Açúcar e do Alcool).

A elevação do sistema radicular é relatada como um dos fatores que promovem redução de produtividade, em cortes subsequentes, ficando o sistema radicular exposto ao estresse hídrico em períodos de veranicos, principalmente em solos arenosos. A utilização de plantios superficiais aliados à utilização de palhiço em cobertura e interagindo com polímeros hidrorretentores são técnicas que podem minimizar o decréscimo de produtividade e apresentar soluções para os problemas relatados da colheita mecanizada brasileira.

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 dificultando a brotação da cana-de-açúcar e servindo como hospedeiro de pragas e doenças. 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 chamada colheita integral da cana-de-açúcar (BRAUNBECK; OLIVEIRA, 2006).

A cana colhida com folhas e ponteiro (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 à pesagem e amostragem, a cana é descarregada e sofre a limpeza por fortes ventiladores que retiram o palhiço e a terra que é encaminhada para o campo. O palhiço misturado com bagaço (atualmente no limite de 3%, devido a problemas técnicos das caldeiras) é enviado para queima nas fornalhas das caldeiras.

A energia química é transformada em energia térmica promovendo a mudança de estado

da água que em sequência promove, na forma de vapor, a rotação de um dínamo, gerando energia elétrica, a chamada cogeração. O palhiço levado para indústria colabora com a produção de energia, mas prejudica os resultados analíticos da matéria prima. No campo, observa-se também fatores positivos e negativos, como já citados. Qual a quantidade de palhiço que deve ser deixada no campo? Qual a quantidade que deve ser levada para indústria? Estas informações podem contribuir para uma utilização mais viável do palhiço produzido na colheita mecanizada. Marques et al. (2008) estudando a brotação da cana-de-açúcar com a utilização de polímero hidrogel, relataram que alguns cultivares apresentaram melhor brotação indicando que a água retida pelo hidrogel foi utilizada pela cana-de-açúcar. Estes mesmos autores observaram que 51 dias após o plantio a retenção de água no solo apresentava-se diferente entre a testemunha, sem o polímero, e todos os tratamentos com doses diferentes de polímero. Devido a exigência legal da colheita mecanizada e as dificuldades operacionais na colheita de primeiro corte, o plantio superficial ou em leira pode ser alternativa desde que exista um suprimento de umidade para as raízes.

O objetivo da pesquisa foi verificar o efeito do palhiço e do polímero hidroabsorvente em dois sistemas de plantio (sulco e leira) para crescimento, produção e qualidade de soqueira de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Campus II da UNOESTE situada em Presidente Prudente - SP, cujo solo do experimento foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distroférrico, típico A moderado, textura médio-argilosa.

A análise química do solo, antes da instalação do experimento, apresentou os seguintes resultados: pH em CaCl = 5,5; pH em SMP = 7,3; H+Al = 0 (mmolc dm⁻³); M.O. = 5 (g dm⁻³); Ca⁺² = 11 (mmolc dm⁻³); Mg⁺² = 6 (mmolc dm⁻³); K⁺¹ = 1,4 (mmolc dm⁻³); P = 21 (mg dm⁻³); SO₂ = 1,3 (mmol dm⁻³); S.B. = 18 (mmol dm⁻³); M% = 0%; CTC = 29 (mmolc dm⁻³); V% = 63%.

O clima classificado como Aw, sendo a estação chuvosa no verão e estação seca no inverno. Os dados de chuva e temperatura no período de execução do ensaio são apresentados na Figura 1.

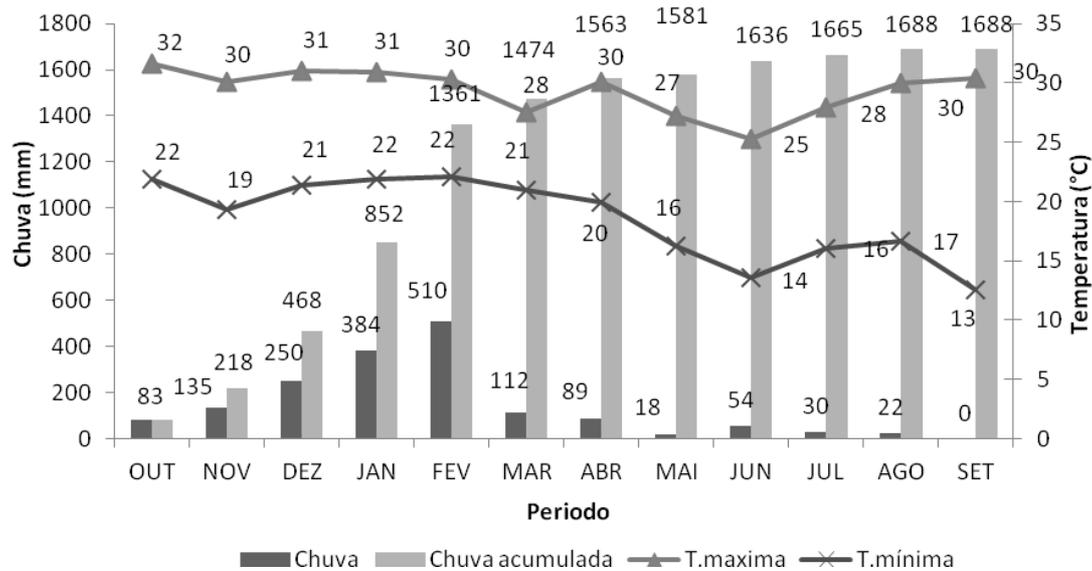


Figura 1. Dados meteorológicos durante o período de execução do experimento a campo, precipitação mensal (mm), precipitação acumulada (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C).

O cultivar de cana-de-açúcar RB 86 7515, que possui bom desenvolvimento vegetativo (crescimento), porte alto, hábito de crescimento ereto, alta densidade de colmo, cor verde arroxeado que se acentua quando expostos, e de fácil despalha, tolerante à seca e boa brotação de soqueira, mesmo colhida crua, tendo em seu interior alto teor de sacarose, com um porte de crescimento rápido com alta produtividade Holffmann, et al., (2006), foi plantado em dezembro de 2007, colhido em junho 2009 (1º corte, 18 meses).

No plantio em sulco, em 2007, foi aberto sulco com profundidade de 0,30m, já para o plantio em leira ergueu-se leira de 0,30m e em seu ápice foi aberto um pequeno sulco para o plantio dos toletes de cana-de-açúcar. Utilizou-se cana-de-açúcar com 12 meses e 15 gemas por metro linear. O espaçamento adotado em todo o ensaio foi de 1,5m entre fileiras. A unidade experimental foi composta de cinco fileiras com cinco metros de comprimento e espaçamento padrão de 1,5m (área de 37,5 m²).

A soqueira foi conduzida até outubro de 2010, adição do polímero foi realizado (2º corte). Após a colheita foi realizada amostragem do solo para análise e correção e adubação segundo Orlando filho (1983). Posteriormente foi adicionado manualmente o polímero em pó, lateralmente a fileira da soqueira. A soqueira (ciclo subsequente após corte, rebrota) foi utilizada no esquema fatorial de parcelas subdivididas (2x4x4), sendo dois os sistemas de plantios (leira e sulcos), quatro as doses do polímero hidroabsorvente (T1- 0,0; T2- 26,66 kg ha⁻¹; T3- 53,33 kg ha⁻¹ e T4- 80,00 kg ha⁻¹). As áreas

com as doses de polímero foram subdivididas em quatro tratamentos com palhiço em cobertura (matéria seca), (sem folhas, folhas secas, na dose de 5 t ha⁻¹, folhas verde, na dose de 16,67 t ha⁻¹, e mistura de folhas verdes mais folhas secas, na dose de 21,67 t ha⁻¹). Os valores de cobertura foram calculados de acordo com (ORLANDO FILHO, 1983; RIPOLI E RIPOLI, 2004; BOVI E SERRA, 2001) que relatam até 20 t ha⁻¹ de palhiço seco por ha⁻¹ e considerou-se que folhas verdes apresentam em média umidade de 40%.

As análises biométricas realizadas foram: número de perfilhos por metro linear (NP); altura dos perfilhos durante o processo de crescimento (H), medida com trena da base do solo até a inserção da TVD (Top Visible Dewlap ou folha⁺ de Kuijper); diâmetro médio colmo (D), medido com paquímetro digital na altura média do colmo; 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, para cada parcela, após o primeiro mês da brotação, sendo demarcado com uma fita vermelha de forma aleatória, segundo preconizado por Casagrande (1991), e acompanhado durante oito meses. Aos nove meses de crescimento vegetativo foram iniciadas as análises mensais para determinação dos parâmetros tecnológicos: Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e Açúcares Redutores (AR) por quatro meses, segundo metodologia descrita por Fernandes (2003), sendo que as coletas foram realizadas nas três fileiras internas, desprezando o primeiro e o último metro das extremidades.

Nas amostras coletadas para análises dos parâmetros tecnológicos foi realizada a análise de poder calorífico superior do colmo em megajoule por quilograma (MJ kg^{-1}), segundo a norma ABNT NBR 8633/84, utilizando-se da bomba calorimétrica Cal2K. 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.

$$BC = \frac{PCc * PRODC}{1000} \quad (1)$$

Sendo: BC = Bioenergia do colmo (TJ ha^{-1});
PCc = Poder calorífico do colmo (MJ kg^{-1});
PRODC = Produtividade agrícola de colmo (t ha^{-1}).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade, e as medias comparadas pelo teste de Scott Knott (ANOVA, $p < 0,05$) (BANZATTO; KRONKA, 2006), utilizando ao programa estatístico Sisvar. A análise de variância, para as diferentes variáveis, é mostrado na Tabela 1.

Tabela1. 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}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, para variáveis biométricas, os sistemas de plantios em leira ou sulco apenas não proporcionaram diferenças nas variáveis altura (H) e número de folhas positivas (NFP). O uso de quantidades diferentes de cobertura 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 podem ter proporcionados 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).

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 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). Na ausência do polímero ATR e AR mostraram-se diferentes para os plantios em leira e sulco, sendo piores valores para leira (Tabela 3), indicando que deve existir uma melhor combinação entre plantio e polímero para melhores valores de ATR.

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	C 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
Tecnológicas (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. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Com a utilização de polímero ocorre maior disponibilização de água, devido ao uso de polímeros (WILLINGHAM JR.; COFFEY 1981), (WALLACE, 1987) e (SAYED et al., 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 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, de algum modo as quantidades crescentes de cobertura apresentaram bioenergia diferentes apenas nas doses mais elevadas de polímero e as doses crescentes de polímero apresentaram bioenergias diferentes apenas com as quantidades máximas de cobertura (Tabela 5). Estes fatores (polímero e cobertura) afetam a água disponível no solo e proporcionam maior desenvolvimento do sistema radicular, parte aérea das plantas e conseqüentemente alteram os teores de metabólitos (MARTINS et al., 2004),

(DEMARTELAERE et al., 2009) e (LOPES et al., 2010).

Para as variáveis biométricas (Tabela 3) o incremento das doses de polímero acarretou melhores valores para o plantio em leira. Para a variável tecnológica ATR 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.

No estudo para plantio em sulco ocorreram diferenças para variáveis tecnológicas, 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 (Tabelas 3 e 4). Nas mesmas Tabelas o efeito das doses no plantio em leira observa-se que

variáveis biométricas, tecnológicas e bioenergia, mostraram alterações com as doses de polímero, demonstrando interações positivas entre plantio em leira e doses do polímero.

Nimah et al. (1983); Wang; Booger, (1987); Willingham Jr.; Coffey, (1981); Wallace, (1987); Sayed et al. (1991) relatam que o polímero apresenta grande capacidade de retenção de água no solo e disponibilização as plantas. Logo, com a utilização, das maiores doses de polímero, pode-se presumir maiores retenções de água no solo, para posterior disponibilização às plantas. Este fato relatado pode ter proporcionado à planta 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 segundo corte, com a utilização de polímero em diferentes doses.

DOSE (kg ha ⁻¹)	SISTEMA PLANTIO	VARIÁVEIS									
		Biométricas					Tecnológicas			Produção	
		NP	H (m)	D (mm)	NFP	NFN	NFS	ATR (kg ha ⁻¹)	AR (%)	Colmo (kg ha ⁻¹)	Bioenergia (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 leira											
0,00	Leira	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	Leira	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	Leira	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	Leira	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 sulco											
0,00	Sulco	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	Sulco	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	Sulco	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	Sulco	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

Legenda: Letras distintas diferem na coluna (p<0,05) para Scott-Knott; 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, ATR-açúcares totais recuperáveis, AR-açúcares redutores, Colmo-produtividade de colmo, Bioenergia- produtividade de energia.

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 palhicho como

cobertura vegetal na superfície do solo não influenciou nenhum dos componentes do balanço hídrico, e Ripoli e Vila Nova (1992) citaram 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 relataram que a quantidade de matéria seca é diferente para cada variedade, apresentando vantagens e desvantagens agrônômicas, e Caldeira (2002), afirmou 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. Contudo pode-se aferir que diferentes valores de ATR, os quais proporcionaram diferentes produções de açúcares por hectare, foram encontrados para doses de polímero em sulco, 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 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 quantidades.

Quantia (t ha ⁻¹)	SISTEMA PLANTIO	VARIÁVEIS									
		Biométricas						Tecnológicas		Produção	
		NP	H (m)	D (mm)	NFP	NFN	NFS	ATR (kg ha ⁻¹)	AR (%)	Colmo (kg ha ⁻¹)	Bioenergia (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 leira											
0	Leira	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	Leira	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	Leira	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	Leira	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 sulco											
0	Sulco	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	Sulco	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	Sulco	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	Sulco	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

Legenda: Letras distintas diferem na coluna (p<0,05) para Scott-Knott; 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, ATR-açúcares totais recuperáveis, AR-açúcares redutores, Colmo-produtividade de colmo, Bioenergia- produtividade de energia.

A utilização de palhiço como cobertura, em quantidades crescentes, promoveu reduções nos

valores da bioenergia (Tabela 5). Segundo Campos et al. (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, bioquímicos e fisiológicos, 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 (Tabela 5). 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 quantidades altas palhiço quando associadas à dose elevadas de polímero resultaram em reduções na bioenergia, sendo as combinações entre quantidades de 5 t ha⁻¹ de palhiço com 53,33 kg ha⁻¹ de polímeros, e 10 t ha⁻¹ de palhiço com 26,66 kg ha⁻¹ de polímeros, apresentaram os maiores valores de bioenergia (0,83 e 0,79), respectivamente.

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.

CONCLUSÕES

As quantidades de palhiço em cobertura afetaram os parâmetros biométricos, principalmente quando em interações com plantio em leira.

As quantidades de palhiço não afetaram a produtividade e interagindo com doses de polímeros elevaram a bioenergia, sendo as quantidades de 5 a 10 t ha⁻¹ de palhiço com 53,33 kg ha⁻¹ a 80,00 kg ha⁻¹ de polímeros, as melhores para bioenergia.

Os sistemas de plantio testados afetaram a biometria, tecnologia, bioenergia e ATR.

As doses de polímeros alteraram 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.

Encontrou-se valores de bioenergia do colmo variando de 0,46 a 0,83 terajoules por hectare.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela viabilização técnica e financeira do projeto.

Ao CENTEC centro de estudos avançados em bioenergia e tecnologia sucroalcooleira da UNOESTE pelo suporte ao desenvolvimento da pesquisa.

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the effect of straw, planting system and hydrogel polymer on biometrics, technologies, productivities and energy. The study was conducted in the ratoon sugarcane, cultivar RB 86 7515. The soil was characterized as Ultisol Distroferric typical A moderate, medium-loamy texture and the climate in the region classified as Aw. The statistical model used was split plot factorial (2x4x4), two planting systems used (windrow and groove), four doses of hydrogel polymer, each subdivided into four dose treatments using different amounts of straw in cover. The straw in coverage affects biometric parameters, especially when interactions with planting. Doesn't affect productivity and interacting with doses of polymers increases bioenergy, and the amounts 5-10 t ha⁻¹ of straw with 53.33 kg ha⁻¹ of polymers are the best for bioenergy. The planting systems affect biometrics, technology, bioenergy and TRS. Doses of 53.33 kg ha⁻¹ of polymer and not affect productivity. Doses of polymers alter biometrics, especially in windrow, and 53.33 kg ha⁻¹ promote the best TRS doesn't affecting productivity or bioenergy.

KEYWORDS: *Saccharum*. Organic matter. Soil.

REFERÊNCIAS

- ABRAMO FILHO, J.; MATSUOKA, S.; SPERANDIO, M. L.; RODRIGUES, R. C. D.; MARCHETTI, L. L. Resíduos da colheita mecanizada de cana crua. **Álcool e Açúcar**, São Paulo, n. 67, p. 23-25, abr./jun. 1993.
- AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L) cv. Tupi**. Maringá, 2000, 38p. Dissertação (Mestrado) – UEM – Universidade Estadual de Maringá.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum agronomy**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 1239-1243, 2002.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BOVI, R.; SERRA, G. E. Folhas verdes, folhas secas, fibra do colmo e a clarificação do caldo de cana-de-açúcar. **Scientia Agricolae**, v. 58, n. 3, p. 457-463, jul/set. 2001.
- BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 300-308, 2006.
- CALDEIRA, D. S. A. **Palhiço residual de cana de açúcar (*Saccharum ssp*) colhida mecanicamente (sem queima previa): manejo, fertilização, influência no perfilhamento e produtividade da cultura**. Botucatu, 2002. 94p. Tese (doutorado) Faculdade de Ciência Agrônomicas Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita filho”.
- CAMPOS, L. H. F. de.; CARVALHO, S. J. P. de.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; FORTES, C.; SILVA, J. S. da. 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.
- CONAB, **Cana-de-açúcar safra 2012/2013. Segundo levantamento agosto de 2012**. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 05 set. 2012.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; DUTRA, I.; ALVES, S. S. V.; TEÓFILO, T. M. da S.; ALVES, S. V. Utilização de polímero hidroabsorvente no meloeiro (*Cucumis melon* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 05-08, 2009.
- FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: EME, 2003.
- HOLFFMANN, H. P.; BASSINELLO, A. I.; URASHIMA, A. S.; VIEIRA, M. A. S.; GAGLIARDI, P. R.; LOUREIRO, C. J.; MENDES, C. J.; CIOFI, J.; SILVA, J. I.; ZAVAGLIA, L. P.; MENEZES, L. L.; DIOGO, O.; OLIVEIRA, V. **Quatro novas variedades RB de cana-de-açúcar**. CCA/UFSCar, Araras, 2006.
- 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.
- JOHNSON, F. X.; SEEBALUCK, V. **Bioenergy for Sustainable Development and International Competitiveness: the role of sugar cane in Africa**. New York: Routledge, 2012.
- LOPES, J. L. W.; SILVA, M. R. da; SAAD, J. C. C.; ANGÉLICO, T. dos S. 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.

- MARQUES, P. A. A.; SILVA, L. P. do P.; MARQUES, T. A.; SATO, A. M. Brotação de toletes utilizando polímeros condicionador. **STAB: Açúcar, Álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 86-88, 2008.
- MARTINS, C. C.; REIS, E. F. dos; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J. E. M. 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, p. 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.
- ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. IAA/PLANALSUCAR. Superintendência geral, Piracicaba, 369p. 1983.
- PENTEADO, S. R. **Adubos verdes e produção de biomassa: melhoria e recuperação dos solos**. São Paulo: Via orgânica, 2007. 170p.
- PINTO L. E. V.; GODINHO, A. M. M.; MARQUES, T. A.; BENINCASA, F.; NEVES, L. C. G.; RAMPAZO, E. M.; MESSAS, A. C. Bioenergia e produtividade de biomassa canavieira sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e sistemas de plantio. **Colloquium agrariae**. UNOESTE, Presidente Prudente, v. 7, serie. especial, p. 302-308, 2011.
- RIPOLI, T. C. C e RIPOLI, M. L. **Biomassa de cana-de-açúcar: Colheita, energia e ambiente**. Piracicaba. Ripoli, 2004, 302p.
- 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.
- 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**, Oxford, v. 42, n. 240, p. 891-899, 1991.
- SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: [s.n.], 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 físico-hídricas de um solo**. Piracicaba. 2002. 115p. Tese (Doutorado) Escola Superior de “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.
- WALLACE, A. Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. **Horticulture 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-incorporated 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. **Horticulture Science**, v. 16, n. 3, p. 289, 1981.

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