DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM USO DE HIDROGEL

Mansuêmia Alves Couto de Olivera[1]
Leslie Aparecida Santos Silva [2]
Pedro Henrique Assis[3]
Samuel Silva Landin[4]
Marcelo dos Santos Bernardes[5]

RESUMO

O objetivo principal desse estudo foi avaliar o desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar com diferentes modos e frequência de aplicação do polímero orgânico reticulado STOCKOSORB® 660. O experimento foi instalado na faculdade Santa Rita de Cássia (UNIFASC). Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com cinco repetições e quatro tratamentos (T0: sem hidrogel; T1: hidrogel não hidratado no plantio; T2: hidrogel pré-hidratado no plantio e demais irrigações sem o produto; T3: hidrogel pré-hidratado no plantio + todas as demais irrigações com o hidrogel diluído). Foi possível observar que houve crescimento de raízes secundárias nas parcelas onde se utilizou hidrogel e, na testemunha (T0) houve maior crescimento de raiz pivotante em busca de água nas áreas mais profunda. O delineamento em blocos ao acaso demonstrou maior eficiencia em todas a vaiáveis analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Déficit hídrico; Polímero sintético; *Saccharum officinarum* L.

ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate the development of sugarcane seedlings with different modes and frequency of application of the crosslinked organic polymer STOCKOSORB® 660. The experiment was installed at Santa Rita de Cássia College (UNIFASC). A randomized block design with five replications and four treatments was used (T0: without the hydrogel; T1: non-hydrated hydrogel at planting; T2: pre-hydrated hydrogel at planting and other irrigations without the product; T3: pre-hydrated hydrogel at planting + all other irrigations with diluted hydrogel). It was possible to observe that there was growth of secondary roots in the plots where hydrogel was used and, in the control (T0), there was greater growth of pivoting root in search of water in the deeper areas. The randomized block design was more efficient in all analyzed variable.

Keywords: Synthetic polymer, *Saccharum officinarum* L, Water deficit.

[1] Professora da Faculdade Santa Rita de Cássia; mansuemia@gmail.com, Itumbiara-GO
[2] Estudante da Faculdade Santa Rita de Cássia; Itumbiara-GO
[3] Estudante da Faculdade Santa Rita de Cássia; Itumbiara-GO
[4] Estudante da Faculdade Santa Rita de Cássia; Itumbiara-GO
[5] Estudante da Faculdade Santa Rita de Cássia; Itumbiara-GO

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para agronegócio brasileiro. Alcançando a maior produção de etanol da história, com um total de 35,6 bilhões de litros provenientes da cana-de-açúcar e do milho. Isso representa um acréscimo de 7,5% em comparação a 2018/19. Segundo dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento a cultura ocupa uma área de 8,5 milhões de hectares no território brasileiro, e tem como maior produtor o estado de São Paulo com 4,4 milhões de hectares, seguido por Goiás e Minas com 950 e 824 mil hectares respectivamente (CONAB, 2019). Diante da crescente demanda de açúcar, álcool e bioenergia torna-se necessário o aumento de produtividade por meio de adoção de novas tecnologias tais como mudas pré-brotadas (MPB), bioestimulantes e utilização de hidrogel.

O uso de MPB proporciona melhor disposição das mudas no plantio, diminuindo a competição entre plantas. O sistema de multiplicação das MPB vem contribuindo para a produção mais rápida e de melhor qualidade de mudas, bem como contribuindo para uma melhor uniformidade no estabelecimento de mudas, reduzindo número de falhas e também volume de toletes gastos por hectare (LANDELL et al., 2012). Ainda pensando em aumento de rentabilidade tem-se a utilização de bioestimulantes que promovem um controle hormonal alterando processos vitais e estruturais ocasionando incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade.

Outra importante novidade objetivando reduzir a vulnerabilidade das mudas de cana-de-açúcar no pós-plantio pela escassez de água são os hidrogéis (BASÍLIO, 2019). Na cultura canavieira a umidade tem importância em todos os estádios de desenvolvimento, que compreende a brotação e a emergência, o perfilhamento, a expansão dos colmos e o desenvolvimento do sistema radicular (MARQUES et al. 2013). Sendo que na produção de mudas de cana-de-açúcar a falta de água determina a grande mortalidade e desta forma soluções para mitigar este problema são de grande importância tecnológica.

Os polímeros sintéticos foram desenvolvidos na década de 1960, sendo muitos deles recomendados para uso agrícola como condicionadores de solo por melhorarem as propriedades físico-químicas dos solos, reduzirem o número de irrigações e as perdas de nutrientes. Esses hidrogéis, são polímeros que possuem capacidade de retenção de água maior do que o solo, porém menor que das raízes das plantas, sendo assim conseguem reter

água e disponibilizar para as plantas quando necessário, o que faz com que haja maior retenção de água e nutrientes no solo, por serem imediatamente liberados para as raízes (MENDONÇA et al., 2013). A Água e nutrientes ficam disponíveis para a planta por mais tempo, resultando em um crescimento mais forte e saudável das plantas, mesmo sob condições climáticas quentes e secas. Os solos brasileiros são, em sua maioria, antigos e altamente intemperizados, ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes, especialmente os do Cerrado, o que torna necessária a correção e adubação para níveis adequados ao desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 2014). Nesse ecossistema, o desenvolvimento das raízes é abreviado pelo excesso de alumínio trocável e também pela deficiência de cálcio, limitando a absorção de água e nutrientes. Além de seu papel na retenção de água no solo, tem-se verificado que os hidrogéis têm capacidade de redução da lixiviação de nutrientes, devido à sua elevada capacidade de troca catiônica (BARTIERIS et al., 2016).

No Brasil alguns tipos de polímeros são utilizados na produção de frutíferas, hortaliças, mudas de espécies variadas e até mesmo na formação de gramados em jardins e em campos de futebol e golfe (BARTIERES et al., 2016; LOPES et al., 2010; MOTTA & MAXIMINIANO, 2019; OLIVEIRA et al. 2004; PINTO et. al., 2015; SAAD et al., 2009). Para a cultura da cana-de-açúcar os resultados de pesquisa científica ainda são poucos e discordantes (BASÍLIO, 2019; HURTADO et al., 2007; MARQUES et al. 2017; MARQUES & PINTO, 2013; OLIVEIRA et al.,2004; PINTO et al., 2011). O objetivo principal desse estudo foi avaliar o desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar com diferentes modos e frequência de aplicação do polímero orgânico reticulado STOCKOSORB® 660.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em campo, na área da Faculdade Santa Rita de Cássia (18º26’03.0” S e 49º13’08.3” W). O experimento foi instalado no dia 14 de março em vasos de dez litros contendo latossolo vermelho distrófico (Embrapa, 2006), com formulação de plantio 06-40-12 seguindo o delineamento em blocos casualizados (DBC) utilizando 4 tratamentos (Quadro 01) e 5 repetições com uma planta útil por parcela (mudas pré-brotadas da variedade RB966928).

Foi estabelecido um padrão de 4L de água por vaso em cada irrigação, quando necessário. As variáveis analisadas foram: Periodicidade de irrigação, comprimento de raiz, número de

perfilho, peso fresco e peso seco. Para auxiliar as interpretações foram anotados diariamente o índice pluviométrico, e a temperatura máxima e mínima.

A avaliação da periodicidade de irrigação foi realizada diariamente às 17:30 h, onde se fez avaliação visual da plasticidade do solo.

Quadro 01. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos DIC e DBC.

T0	Todas as irrigações, apenas, com água (sem hidrogel)
T1	**Plantio:** STOCKOSORB® 660 MICRO **não** hidratado aplicado direto na cova de plantio / após plantio irrigar com 4 L de água.
	Irrigações: Restante das irrigações somente com 4 L de água.
T2	**Plantio:** 1 g STOCKOSORB® 660 MICRO + 4 L água (hidrogel diluído).
	Irrigações: Restante das irrigações somente com água (4 L).
T3	**Plantio:** 1 g STOCKOSORB® 660 MICRO + 4 L água.
	Irrigações: todas as irrigações com 1 g STOCKOSORB® 660 MICRO + 4 L água.

Após 42 dias a avaliação foi realizada a retirada das mudas dos vasos, lavagem, pesagem e medição do comprimento das raízes. Em seguida as raízes foram mantidas por 48 h em estufa a 65 ºC, no laboratório da UNIFASC, conforme foi estabelecido pelo protocolo de Serafim et al (2017). Posteriormente foi realizado a pesagem das raízes secas e calculado a relação peso seco/peso fresco. As médias foram comparadas empregando-se o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade com auxílio do software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

Para verificar a eficiência relativa (ER) do DBC em relação ao DIC, inicialmente estimou-se o quadrado médio do erro (QM erro) considerando que o experimento fosse inteiramente ao acaso, pela expressão de Steel & Torrie (1980) citado por Ramalho et al., 2000:

$$QM_{erro\ DIC} = (r-1)\ QM_{bloco} + [(t-1) + r(t-1)QM_{erro} / (rt-1)$$

Assim, a ER do delineamento de blocos ao acaso em relação ao inteiramente ao acaso foi obtida por:

$$ER = QM_{erroDIC} / QM_{erro} =$$
$$ER = (r-1)(QM_{bloco} + r(t-1)QM_{erro} / (rt-1)\ QM_{erro}$$

Se ER >1 o DBC será mais eficiente que o DIC na mesma situação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efetuar a análise de variância de um experimento torna-se necessário considerar seu modelo matemático e aceitar algumas hipóteses básicas par a validade da referida análise. Faz-se necessário admitir que: os efeitos dos fatores sejam aditivos; os erros ou desvios devido aos efeitos de fatores não controlados sejam independentes, possuam variância comum e possuam distribuição normal de probabilidade (BANZATO & KRONKA, 2018). Diante do exposto foram analisados os pressupostos da análise de variância. Para cada experimento foram realizados os testes de normalidade dos dados (Tabela 01**)** e procedendo a transformação dos dados, quando necessário, de acordo com o resultado do teste de Shapiro-Wilk (FERREIRA, 2010).

Analisando os valores de W apenas para variável número de perfilho não se ajustou a curva normal (Tabela 01). Desta forma tornou-se necessário a transformação dos dados em Raiz quadrada de X e posteriormente procedeu a Análise de Variância.

Tabela 01. Valores do teste de Shapiro-Wilk para delineamento em blocos casualizados.

Variável	**Valor de W**
Periodicidade de irrigação	0,94 ^{ns}
Comprimento de raiz	0,94 ^{ns}
Número de perfilho	0,89 **
Peso Fresco	0,97 ^{ns}
Peso Seco	0,92^{ns}
Peso Seco / Peso Fresco * 100	0,98$^{\mathbf{ns}}$

Teste de normalidade W de Shapiro-Wilk e seu valor de significância. Algoritmo usado: AS R94. T. Applied Statistic - Serie C (1995) vol.44, n4. (FERREIRA, 2010)

Após a certificação que os dados atendem aos pressupostos da análise de variância procedeu-se as análises, utilizando o SISVAR 5.3 e os resultados estão apresentados na Tabelas 02. De acordo com os resultados, verifica-se diferença significativa para as variáveis peso fresco e número de perfilhos. Discordando com os resultados apresentados por Marques & Pinto (2013) que não constataram influência do hidrogel na produção de bioenergia do colmo, do palhiço e total do sistema. Correlacionando com estudos de Basílio (2019) que verificou a ineficiência dos bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes sobre o desenvolvimento inicial do broto principal das mudas pré-brotadas da cana-de-açúcar.

O índice pluviométrico foi de 79,5 ml em 42 dias e a temperatura variou de 20 ºC e 30 ºC no período de avaliação.

Tabela 02. Quadro de Análise de variância do experimento no delineamento em blocos ao acaso para as variáveis comprimento de raiz, número de perfilhos, peso fresco, peso seco, (peso seco/peso fresco) *100 e periodicidade de irrigação.

FV	GL	QM Comp raiz	QM* n. perfilho	QM Peso Fresco	QM Peso Seco	QM PS/PF *100	QM Irrigação
Trat	3	6,85 ^{ns}	3,27*	8082,48*	1008,63^{ns}	15,69^{ns}	6,45^{ns}
Bloco	4	478	0,26	421,78	140,30	21,58	3,07
Erro	12	243	0,13	1391,88	246,04	23,67	2,40
Total	19						

***dados transformados por Raiz quadrada de X.**

Uma vez verificado as diferenças significativas, procedeu o teste de Tukey para as médias, avaliando qual tratamento foi mais satisfatório (Tabela 03).

Tabela 03. Teste de Tukey para variáveis peso fresco e número de perfilhos.

Tratamentos	Peso fresco	N° perfilhos
0	42,6 ^{a1*}	0,6 ^{a1}
3	93,8 ^{a1a2}	4,2 ^{a2}
2	139,8 ^{a2}	4,6 ^{a2}
1	104,6 ^{a1a2}	4,6 ^{a2}

***Significativo ao nível de 5% de significância. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey (p ≤ 0, 05).**

Para variável número de perfilho verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos T1, T2 e T3. Apenas ao considerar a testemunha, sem adição de hidrogel, verifica-se diferença. Ou seja, o uso de hidrogel proporcionou um aumento no número de perfilho por planta, podendo refletir positivamente em produtividade. Essas observações corroboram com os resultados apresentados Hurtado et al. (2007) pois, constataram que houve maior retenção de água, fertilizante e micronutriente ao solo com a utilização de polímeros hidro absorventes e este fato repercutiu em maior crescimento das plantas.

Avaliando a variável peso fresco verificou-se que os tratamentos T3, T2 e T1, pertencente ao grupo a2, apresentando maior peso fresco de raiz. Com isso pode-se inferir que a presença de hidrogel proporcionou um acréscimo no peso radicular. Isso pode ser observado, também, na Figura 01 relativos ao aumento de peso fresco e número de perfilhos na presença de hidrogel.

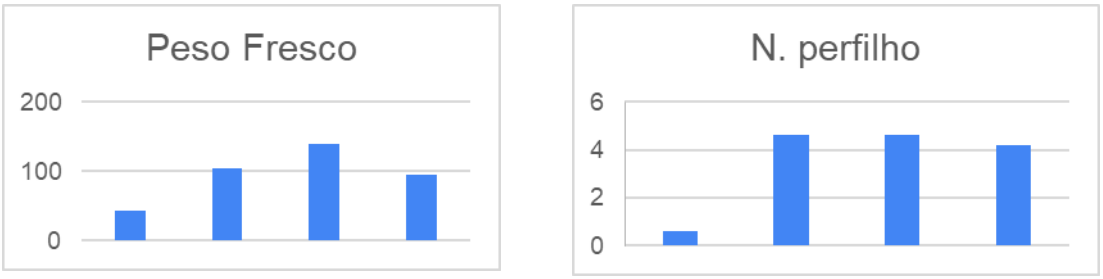

Figura 01. Gráficos para peso fresco e número de perfilhos.

Outro resultado, interessante, foi observado para variável comprimento de raiz (Figura 02 e 03). Verifica-se que com o aumento da quantidade de hidrogel houve aumento de raízes secundárias. Isso ocorre porque havia água suficiente na região mais superficial e por isso não foi necessário que a raiz se dirigisse as camadas mais profundas. Esse resultado corrobora com resultados apresentados por Marques et al. (2017) onde verificaram que a utilização de polímeros proporcionou acúmulo de raízes na superfície dos tubetes e com as doses 2 e 20 g/L as mudas apresentaram maior porte. Com isso foram transferidas para o campo mais rapidamente e com melhores possibilidades de sobrevivência.

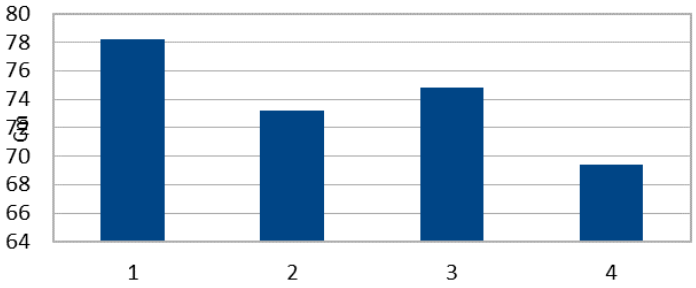

Figura 02. Gráfico comprimento de raiz em comparação com os 4 tratamentos aplicados.

Figura 03. A direita T3 e a esquerda T0.

Na Tabela 06 tem-se os resultados para eficiência do delineamento em blocos ao acaso em relação ao delineamento inteiramente ao acaso. Verifica-se que o DBC foi mais eficiente que o DIC para todas as variáveis analisadas. Sendo que apresentou valores entre 0,8 % a 53% de eficiência. Com isso verifica-se a importância do princípio da experimentação denominado controle local.

Tabela 06. Resultados para eficiência do delineamento em blocos ao acaso para variáveis comprimento de raiz, número de perfilho, peso freso e peso seco de raiz, relação peso seco/ peso fresco e periodicidade de irrigação.

Variável	**ER**
Comprimento de raiz	52,00%
n° perfilho	53,00%
Peso fresco	0,80%
Peso Seco	15,00%
PS/PF	24,00%
Periodicidade de irrigação	21,00%

4. CONCLUSÕES

A utilização de hidrogel proporcionou diferença significativa para número de perfilhos e peso fresco.

Com a presença de hidrogel houve maior perfilhamento e incremento de peso radicular.

O delineamento em blocos casualizados proporcionou maior eficiência que o delineamento inteiramente ao acaso para todas as variáveis avaliadas.

5. REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola.** Jabuticabal: Funep, 2018, 6º ed., 237 p.

BARTIERES, E.M.M.; CARNEVALI, N.H.S.; LIMA, E.S.; CARNEVALI, T.O.; MALLMANN, V. Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 86, p. 145-151, abr./jun. 2016.

BATISTA, L.E.; BULGARELLI, M.I.; RUIZ, J.G.C.L.; MARTINELLI, P.R.P. Uso de gel hidroabsorventes no plantio de mudas de cana-de-açúcar. **Congresso de inovação, ciência e tecnologia do IFSP**, 2016 (Anais).

BASÍLIO, P.P. **Desenvolvimento inicial do broto principal e perfilhamento de mudas prébrotadas de cana-de-açúcar, em função do uso de bioestimulante, micronutrientes e hidrogel**. 32p. 2019. (Dissestração UFO).

CONAB. **Companhia Nacional do Abastecimento**. Acomp. safra bras. cana, v. 6 - Safra 2019/20, n. 3 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-58, dezembro de 2019. Disponível em : <conab.gov.br/info-agro/safras/cana> Acesso em: 24/02/2020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa-Serviço de Produção de Informação, 306 p., 2006.

FERREIRA, D.F. SISVAR - **Sistema de análise de variância.** Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

HURTADO, M.G.; DIAZ, M.I.H.; MARTELL, D.D.; BRIONES, J.R.; ACOSTA, C.R.; CUESTA, E.; SARDIÑA, C.; Síntesis y comportamiento de un material polimérico aplicado como recubrimiento em un fertilizante de liberación controlada. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 8, p.275-286, 2007.

LANDELL, M. G. de A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**, Campinas: Instituto Agronômico, 16 p., 2012.

LOPES, J.L.W.; SILVA, M.R.; SAAD, J.C.C. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MARQUES, T.A.; PINTO, L.E.V. Energia da biomassa de cana-de-acúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n.6, p.680-685, 2013.

MARQUES, T.A.; PRADELA, V.A.; ALVES, V.C.; GODINHO, A.M.M.; ANDREDE JUNIOR, O. É possível melhorar a produção de mudas de cana com polímeros? **Bionergia em revista: dialógos**, ano 7, n. 1p. 19-25, 2017.

MARQUES, T.A.; SANTOS, A.T.; MARQUES, P.A.A. Polímero hidrogel e profundidade de plantio na produção de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 126-138, 2013.

MOTA, A.L.P.; MAXIMINIANO, C.V. O uso do hidrogel no cultivo de hortaliças. Anais do 15 Simpósio de TCC e 8 Seminário de IC do centro Universitário ICESP. 2019 (15); 68-77.

OLIVEIRA, R.A.; REZENDE, L.S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre e a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.160-163, 2004.

PINTO, L.E.V.; GODINHO, A.M.M.; MARQUES, T.A.; BENINCASA, F.; NEVES L.C.G.; RAMPAZO, E.M.; MESSAS, A.C. Bionergia e produtividade de biomassa canavieira sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e sistemas de plantio. **Colloquium agrariae**, v. 7, Especial, 2011.

PINTO, L.E.V.; SANTANA, M.R.; GODINHO, A.M.M. Utilização do hidrogel na produção de mudas de pimenta Jalapeno. Colloquium Agrariae, v.11, n. Especial, 2015, p. 66-72.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.;OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** Lavras: UFLA, 2000. 326p.

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

SERAFIM, R.S.; ANTONELLI, A. SANTOS, M.A.T. Determinação da matéria seca e proteína bruta pelo método convencional e microondas. **Zootecnia/ Animal Science.** Uberaba, n.11, p. 39-43, 2017.

SOUZA, N. H.; MARCHETTI, M.E.; CARNEVALI, R.O.; RAMOS D.D.; SCALON, S.P.A.; OLIVEIRA, J.T. Crescimento inicial de Stryphnodendron polyphylum (Mart.) em resposta à adubação com N e P. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 441-447. 2014.