

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CARLOS RONALDO MELRO CANSANÇÃO FILHO

**HIDROGEL COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS PRÉ BROTADAS DE CANA-DE -AÇÚCAR**

RIO LARGO – AL

2022

CARLOS RONALDO MELRO CANSANÇÃO FILHO

**HIDROGEL COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS PRÉ BROTADAS DE CANA-DE -AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Lígia Sampaio Reis

RIO LARGO – AL

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

C215h Cansanção Filho, Carlos Ronaldo Melro.

Hidrogel como condicionador de substrato para produção de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar. / Carlos Ronaldo Melro Cansanção Filho. – 2022.

40f.: il.

Orientador(a): Lígia Sampaio Reis.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2022.

Inclui bibliografia

1. *Saccharum spp.* 2. Hidrogel. 3. Cana-de-açúcar. 4. condicionador do solo. I. Título.

CDU: 633.61

Folha de Aprovação

CARLOS RONALDO MELRO CANSANÇÃO FILHO


HIDROGEL COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ BROTADAS DE CANA-DE -AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do curso de Agronomia do Campus
de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da
Universidade Federal de Alagoas – UFAL


Rio Largo, 19 de dezembro de 2022.

APROVADA em: 19/12/2022


BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **LIGIA SAMPAIO REIS**
Data: 20/12/2022 17:54:12-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof.ª. Dr.ª. Lígia Sampaio Reis
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **RILBSON HENRIQUE SILVA DOS SANTOS**
Data: 19/12/2022 16:41:13-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Doutorando Rilbson Henrique Silva dos Santos
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
 **MIRANDY DOS SANTOS DIAS**
Data: 20/12/2022 19:01:40-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Doutorando Mirandy dos Santos Dias
Examinador externo

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado superando as dificuldades.

A minha mãe e ao meu filho, que foram fundamentais para me dar coragem e força para concluir esta trajetória acadêmica e meus objetivos da vida.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus familiares, que me incentivaram nos momentos difíceis.

A minha esposa, por toda dedicação e encorajamento.

Aos meus professores pelos ensinamentos, em especial professor Iedo e professora Lígia, por todo apoio e preocupação com minha formação acadêmica e pessoal. E todos os que se fizeram presentes, direta ou indiretamente, nessa etapa da minha formação, o meu muito obrigado

RESUMO

A utilização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, apresentam vantagens em relação ao método tradicional de plantio, como um aumento do número de perfilhos e maior uniformidade, e o tipo de substrato utilizado na produção tem influência no desenvolvimento da planta. Diante das adversidades climáticas existentes, a técnica da adição de hidrogel como condicionador de solo tem como objetivo aumentar a capacidade de retenção hídrica e promover a eficiência do uso de água por meio da liberação gradual em substratos para mudas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a utilização de polímeros de hidrogel e diferentes usos de substratos na produção de mudas de cana-de-açúcar. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, situado no município de Rio Largo, AL. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo o fator 1 (SUB1 = Húmus de minhoca e SUB2 = Terra vegetal + esterco). O fator 2 foram cinco doses do hidrogel (0, 10, 20, 30 e 40 g L⁻¹). As avaliações ocorreram a cada 7 dias após o transplante (DAT) até os 35 DAT e foram analisados o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea. Até os 21 DAT, as variáveis número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule apresentaram comportamento linear, apresentando os maiores valores na dose de 40 g L⁻¹. O húmus de minhoca foi mais eficiente que o substrato formado por terra vegetal + esterco na altura da planta de cana-de-açúcar 21 e 35 DAT. Aos 35 DAT no tratamento com húmus foi superior até a dose de 20 g L⁻¹, e a partir dessa dose, o substrato terra vegetal + esterco obteve valores maiores.

Palavras-chave: *Saccharum spp*, hidrogel, condicionador do solo.

ABSTRACT

The use of pre-sprouted sugarcane seedlings has advantages over the traditional planting method, such as an increase in the number of tillers and greater uniformity, and the type of substrate used in production influences plant development. Given the existing climatic adversities, the technique of adding hydrogel as a soil conditioner aims to increase water retention capacity and promote water use efficiency through gradual release in substrates for seedlings. In this context, the objective was to evaluate the use of hydrogel polymers and different substrate uses in the production of sugarcane seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at the Engineering and Agricultural Sciences Campus of the Federal University of Alagoas, located in Rio Largo, AL. The design was entirely randomized in a 2 x 5 factorial arrangement, with four repetitions, factor 1 (SUB1 = earthworm compost and SUB2 = plant soil + manure). Factor 2 was five doses of the hydrogel (0, 10, 20, 30 and 40 g L⁻¹). The evaluations occurred every 7 days after transplanting (DAT) until 35 DAT and were analyzed the number of leaves, plant height, stem diameter, fresh mass of the aerial part and dry mass of the aerial part. Until 21 DAT, the variables number of leaves, plant height and stem diameter showed a linear behavior, presenting the highest values at the dose of 40 g L⁻¹. The worm humus was more efficient than the substrate formed by vegetal soil + manure in the height of the plant of sugar cane 21 and 35 DAT. At 35 DAT the treatment with humus was superior until the dose of 20 g L⁻¹, and from this dose, the substrate vegetal soil + manure obtained higher values.

Keywords: *Saccharum spp*, hydrogel, soil conditioner.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número de folhas (A), altura de plantas (B) e diâmetro do caule (C) das plantas de cana-de-açúcar 7 dias após a transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.....	20
Figura 2. Número de folhas (A), altura de plantas (B) e diâmetro do caule (C) das plantas de cana-de-açúcar 14 dias após a transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.....	22
Figura 3. Médias das alturas de plantas da cana-de-açúcar 21 dias após a transplantio, em função do tipo de substrato utilizado.....	24
Figura 4. Altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) das plantas de cana-de-açúcar 21 dias após a transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.....	24
Figura 5. Número de folhas (A) e diâmetro do caule (B) das plantas de cana-de-açúcar 28 dias após a transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.....	26
Figura 6. Médias das alturas de plantas da cana-de-açúcar 35 dias após a transplantio, em função do tipo de substrato utilizado.....	27
Figura 7. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), massa fresca da parte aérea (C) e massa seca da parte aérea (D) das plantas de cana-de-açúcar 35 dias após a transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana de açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 7 dias após a transplantio.....	19
Tabela 2. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana de açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 14 dias após a transplantio.....	21
Tabela 3. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana de açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 21 dias após a transplantio.....	23
Tabela 4. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana de açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 28 dias após a transplantio.....	25
Tabela 5. Médias das alturas de plantas e diâmetro do caule da cana-de-açúcar 28 dias após a transplantio, em função do tipo de substrato utilizado.....	25
Tabela 5. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea da cana de açúcar cultivada sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 35 dias após a transplantio.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A cultura da cana de açúcar	13
2.2 Importância econômica da cana-de-açúcar	14
2.3 Estresse nas plantas.....	15
2.4 Uso do hidrogel	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Localização do experimento.....	17
3.2 Delineamento estatístico	17
3.3 Obtenção da capacidade de campo.....	17
3.4 Material genético e sistema de cultivo	17
3.5 Variáveis analisadas.....	18
3.6 Análise estatística.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético proporcionou o plantio em diferentes tipos de solos e regiões com climas diferentes, melhorando a produtividade e a longevidade do canavial, que é de suma importância para os setores de produção sucroenergético (DIAS, 1997). O plantio de cana-de-açúcar utilizando o sistema de mudas pré-brotadas possibilita a redução do volume gasto de colmos por hectare, aumentando a taxa de multiplicação, através da sanidade das mudas, uniformidade do plantio e utilização de um menor volume de mudas no campo, com aumento na eficiência do plantio (LANDELL et al., 2012).

Um estudo realizado por MOREIRA; BOIZIO (2012), comprovou que a metodologia de mudas pré-brotadas é rentável também para pequenos produtores de cana-de-açúcar, pois exige baixo investimento e a formação dos viveiros para a multiplicação é rápida. Sendo que um viveiro pode ser implantado de diferentes formas e aproveitando o uso de instalações já existentes. Em canaviais comerciais, a multiplicação da cana-de-açúcar é realizada vegetativamente, ou seja, de forma assexuada a partir dos toletes, que é parte da planta contendo gemas, reservas nutricionais, hídricas e hormonais.

A principal necessidade dos minirrebolos para uma excelente brotação é a quantidade e qualidade de água disponível no solo. Após o minirrebolo ser coberto com solo ou substrato, havendo disponibilidade de água, ocorre a ativação do sistema enzimático, a produção de hormônios, que controlam a divisão e o crescimento celular, tanto da gema axilar como também dos pontos dos primórdios das raízes na zona radicular (LANDELL et al., 2012).

O clima tem sido limitante para diversos setores, como o setor sucroalcooleiro, devido aos baixos níveis e irregularidade de chuvas que impactam a atividade agrícola, impulsionando a necessidade do uso da irrigação por assegurar a demanda hídrica necessária às plantas (ANA, 2017). Desse modo, torna-se necessário o uso de manejos de irrigação adequados, assim como associá-los a outras técnicas na busca por uso eficiente da água. Diante disso, aumentar a eficiência no uso da água é essencial por esta se tratar de recurso limitado e indispensável a diversos setores e de significativo valor econômico (BORGHETTI et al., 2018).

O polímero hidrorretentor tem sido avaliado no setor agrícola em razão do potencial de promover a eficiência do uso de água por meio da liberação gradual da água, podendo ser importante aliado a irrigação, possibilitando manejos de água em maiores intervalos. No entanto, é preciso destacar que a eficiência do polímero hidrorretentor está diretamente relacionada às propriedades físicas e químicas do substrato e possivelmente a outros fatores

como forma e volume do recipiente, estratégias de manejo de irrigação, entre outros aspectos (SOUZA, 2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a utilização de polímeros de hidrogel e diferentes substratos na produção de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da cana de açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) pertence à família botânica *Poaceae* e ao gênero *Saccharum*, e dentre as espécies comercialmente cultivadas se destacam *S. officinarum L.*, *S. spontaneum L.*, *S. robustum J.*, *S. sinensis R.* e *S. barberi J.* Sendo que atualmente as espécies cultivadas em sua grande maioria são derivadas de hibridização interespecífica (GUPTA et al., 2010).

O centro de origem da cana-de-açúcar, ainda é muito discutida e não há um consenso, no entanto, a teoria mais aceita é que sua origem seja de algumas regiões da Ásia, mais precisamente de Nova Guiné (DOORENBOS; KASSAM, 1979). A estimativa é que a domesticação tenha ocorrido entre os anos 10.000 e 8.000 a.C. e depois migrado para as regiões vizinhas.

É uma espécie de reprodução sexuada, mas para fins de cultivo comercial é propagada vegetativamente (assexuada), a cana-de-açúcar também apresenta em sua parte vegetativa, ou seja, nos colmos sua fonte de matéria prima (BONNET, 2014). Sua estrutura morfológica apresenta características da família *Poaceae*, se desenvolvendo em forma de touceira, apresentando em sua parte aérea colmos, gemas, folhas, bainha, entrenós, inflorescências, e na parte subterrânea formada por raízes do tipo fasciculada e rizoma (ARALDI et al., 2010).

É uma planta que fisiologicamente tem metabolismo C_4 , sendo eficiente fotossinteticamente e apresenta maior crescimento e desenvolvimento em ambientes tropicais e subtropicais do planeta. No crescimento da cana-de-açúcar são observados número de perfilhos, altura, diâmetro e densidade dos colmos, dentre outras características que são inerentes aos componentes fenológicos, que são atributos genéticos da planta e que estão sujeitos à influência do ambiente (SUGUITANI, 2006).

A cana-de-açúcar é cultivada e adaptada em regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre e seu cultivo abrange uma faixa de latitude 35° N a 30° S, com altitudes que podem variar até 1000 metros acima do nível do mar. Temperaturas ótimas para o seu desenvolvimento variam entre 25 °C e 35 °C. As exigências climáticas para o desenvolvimento da cana-de-açúcar tem estações bem definidas, uma quente e úmida para o processo de desenvolvimento da parte vegetativa e outra fria e seca para atingir sua maturação e acumular sacarose disposta em todo caule da planta. (SILVA et al., 2021).

O plantio da cana para o seu ciclo evolutivo corresponde em duas épocas distintas originando cana-planta que pode ser de 12 meses (cana-planta de ano) e de 18 meses (cana-

planta de ano e meio) (SUGAWARA; RUDORFF, 2011). Após o primeiro corte, a cana passa a se chamar de cana-soca, cada corte inicia a brotação da soqueira e com isso um novo estágio de corte dessa cana (BARBOSA, 2010). O plantio varia para cada região do Brasil em função das condições climáticas.

OLIVEIRA (2004) destaca o crescimento pleno da cana-de-açúcar em ciclo de cana planta em três etapas: (i) fase inicial, de crescimento lento com duração em torno de 200 dias após o plantio; (ii) fase de crescimento rápido, período no qual a planta apresenta acúmulo de 75% de massa total, que corresponde dos 200 dias aos 400 dias após o plantio; e (iii) fase final, com crescimento lento e acumulando apenas 11% de massa total, período que corresponde dos 400 dias aos 500 dias após o plantio.

De acordo com MARAFON (2012) entender os processos e os períodos que estão envolvidos no desenvolvimento do ciclo da cultura é a base para um manejo de qualidade.

2.2 Importância econômica da cana-de-açúcar

Como maior produtor mundial, o Brasil figura uma importância no cenário mundial na produção de cana-de-açúcar, seguido de Índia e China (FAO, 2020). Além de ser uma das culturas mais exploradas no Brasil, a cana-de-açúcar apresenta um setor capacitado no uso de técnicas para o seu gerenciamento (CASTRO SILVA; BARBOSA, 2021).

O Brasil com território de extensão continental apresenta diversidade de clima e de solo, que favorece o desenvolvimento e expansão da cana de açúcar tornando assim a base econômica em várias regiões (GOMES et al., 2014).

Segundo dados da União das Indústrias de cana-de-açúcar, o Brasil lidera como maior produtor global de cana-de-açúcar, explorando nas últimas décadas uma série de novas tecnologias, extraído novos subprodutos e adotando práticas cada vez mais sustentáveis. Dados da safra brasileira de cana-de-açúcar 2021/22 revelam ótimos resultados com a maior produção na região Sudeste que alcançou uma produção de 366,9 milhões de toneladas, seguido pelo Centro-Oeste que atingiu 131,4 milhões de toneladas, o Nordeste produziu 51,1 milhões de toneladas e o Norte com uma produção de 3,8 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

O setor sucroenergético brasileiro movimenta de forma significativa a economia colaborando no Produto Interno Bruto (PIB), além de gerar milhares de empregos diretos e indiretos em todo país (CARVALHO et al., 2013). Segundo o SINDAÇÚCAR-AL (2022), o setor foi responsável em pela geração de 11.346 novos empregos, atingindo uma marca de 70% dos empregos gerados no estado de Alagoas.

Na região Nordeste, o estado de Alagoas figura o maior produtor da região, na safra 2021/22, o estado foi responsável em produzir 19,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com uma área 307,7 mil hectares (CONAB, 2022).

2.3 Estresse nas plantas

As culturas de uma forma geral, são frequentemente submetidas a condições externas adversas, resultando em estresses, que afetam de forma negativa o seu desenvolvimento e por consequência a sua produtividade. Os estresses podem ser classificados como bióticos (resultantes da ação de microrganismos) e abióticos (resultantes do excesso ou déficit de algum fator físico ou químico do meio ambiente), podendo ocorrer de forma isolada ou concomitante (GONÇALVES, 2008). Como estresses abióticos podemos destacar a salinidade, o estresse hídrico (deficiência ou excesso), nutrientes minerais (deficiência ou excesso) e temperaturas (altas ou baixas) (BRAY, 1997; CAMBRAIA, 2005).

As respostas das plantas ao estresse dependem da espécie, do genótipo, da duração, da severidade, da idade, do estágio de desenvolvimento, do órgão, tipo de célula e do comportamento subcelular. Segundo CAMBRAIA (2005), as plantas podem apresentar tolerância ou resistência (quando sobrevive às adversidades) ou suscetibilidade (quando sofre redução em seu crescimento, podendo chegar à morte, dependendo da intensidade do estresse ao qual a planta é submetida).

2.4 Uso do hidrogel

Os hidrogéis podem ser definidos como estruturas tridimensionais formadas a partir de macromoléculas ou polímeros hidrofílicos entrecruzados que ao absorver água, mesmo em grandes quantidades, são capazes de manter sua estrutura sem sofrer dissolução (PEPPAS et al., 2000; SABADINI, 2015). Eles têm sido usados em diversas áreas, dentre elas, a agricultura onde vem se destacando nas últimas décadas (AZEVEDO, 2002; BERNARDI et al., 2012)

Vários autores constataram que a aplicação do hidrogel ao solo ou ao substrato aumenta a retenção de água, reduz perdas de nutrientes por percolação e lixiviação, melhoram a aeração e drenagem do solo, resultando em efeitos positivos no crescimento e sobrevivência de mudas e na produtividade das culturas (HÜTTERMANN et al., 1999; ABEDI-KOUPAI et al., 2008; TOHIDI-MOGHADAM et al., 2009).

A taxa de absorção de água de polímeros do hidrogel é de até 400 vezes, podendo ser ainda maior a depender de sua formulação e da presença de sais no solo ou na água de umedecimento do hidrogel (ALS; BETON, 2005). A água é removida do hidrogel mediante a

demanda da raiz por meio de diferença na pressão osmótica em condições de déficit hídrico (ZOHOURIAN; KABIRI, 2008).

A dose de aplicação desse polímero deve ser determinada considerando fatores como o tipo de solo, qualidade da água e do tipo de cultura a ser irrigada (DABHI; BHATT; PANDIT, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo, AL. Com coordenadas geográficas 9° 27' 55'' de latitude Sul e 35° 49' 46'' de longitude Oeste, e altitude média de 127m.

3.2 Delineamento estatístico

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo o primeiro fator os tipos de substratos (SUB1 = Húmus de minhoca) e (SUB2 = Terra vegetal + esterco). O segundo fator foi composto de cinco doses do hidrogel agrícola Nutri GEL (0, 10, 20, 30 e 40 g L⁻¹).

3.3 Obtenção da capacidade de campo

No início do experimento, cada tratamento foi elevado à capacidade de campo; para isso, os vasos foram saturados com água, envolvidos individualmente com plástico filme, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO, 2000). Os volumes de água utilizados para reposição de cada vaso foram obtidos a partir da quantidade de água evapotranspiração diariamente em cada tratamento.

3.4 Material genético e sistema de cultivo

Para a execução do experimento utilizou-se a variedade RB08791. Ela tem como principais características: alta produtividade agrícola, colheita de novembro a fevereiro, alta taxa de perfilhamento, ótima brotação da soca, bom fechamento de entrelinha, maturação média/tardia, PUI (período de utilização industrial) longo, alto teor de sacarose e baixo teor de fibra (OLIVEIRA; BARBOSA; DAROS, 2021).

Utilizou-se nós do caule da planta para obtenção das mudas, e foram semeadas em bandeja com a finalidade de obter uma melhor brotação das gemas e enraizamento. Após aproximadamente 30 dias da brotação das gemas, cada planta foi colocada em um vaso com capacidade de 0,5 L. Cada tratamento com o hidrogel foi preparado de acordo com suas respectivas concentrações.

Nos primeiros sete dias utilizou-se uma proteção na parte superior da casa de vegetação com tela de sombrite a 50%, a qual no decorrer da etapa foi sendo retirada. Este procedimento

associado à manutenção de elevada umidade relativa do ar no ambiente, tem como objetivo minimizar os efeitos negativos de altas temperaturas. As lâminas e os turnos de irrigação foram definidos de acordo com o desenvolvimento das plantas.

3.5 Variáveis analisadas

Foram realizadas coletas dos dados altura da planta – AP (cm), diâmetro do colmo – DC (mm) e número de folhas – NF, de forma periódica nas seguintes épocas 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o transplante (DAT) das mudas pré-brotadas de cana-planta. Na parte aérea das plantas foram realizadas as contagens das folhas, sendo consideradas apenas as folhas verdes totalmente abertas (desenvolvidas) por planta. A altura foi medida da base da planta (colo) até o último colarinho visível (folha +1). Na parte do colmo, foram realizados a medição de sua base em milímetros com o auxílio de um paquímetro, sendo considerado o diâmetro acima de 1 cm da base da superfície do solo.

Para obtenção da massa fresca da parte aérea – MFPA (g) e massa seca da parte aérea – MSPA (g) as mudas foram cortadas aos 35 DAT, separados, identificadas e levadas ao laboratório para pesagem do material vegetal, com auxílio de uma balança de precisão digital. Após pesagem as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e postas em uma estufa por aproximadamente 24 horas, a uma temperatura de 70 °C. Passadas as 24 horas, as amostras foram novamente pesadas com o auxílio da balança de precisão, obtendo-se peso da matéria seca.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05. Os resultados obtidos em função das doses do hidrogel foram submetidos à análise de regressão. As análises foram realizadas utilizando-se o software ASSISTAT versão 7.6 (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, considerando a resposta da cana-de-açúcar aos 7 dias após o transplântio, verifica-se que não houve efeito significativo da interação entre os fatores hidrogel e o tipo de substrato utilizado em nenhuma das variáveis, demonstrando assim, que a resposta da cultura à aplicação de hidrogel não varia de acordo com o meio de cultivo (Tabela 1).

Verificou-se que não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade do fator isolado substrato para as variáveis. Entretanto, todas as variáveis estudadas, se ajustaram ao modelo linear no nível de 1% de probabilidade, indicando que as doses de hidrogel tem efeito sobre a cultura no estágio inicial de crescimento.

Tabela 1. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana-de-açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 7 dias após a transplântio.

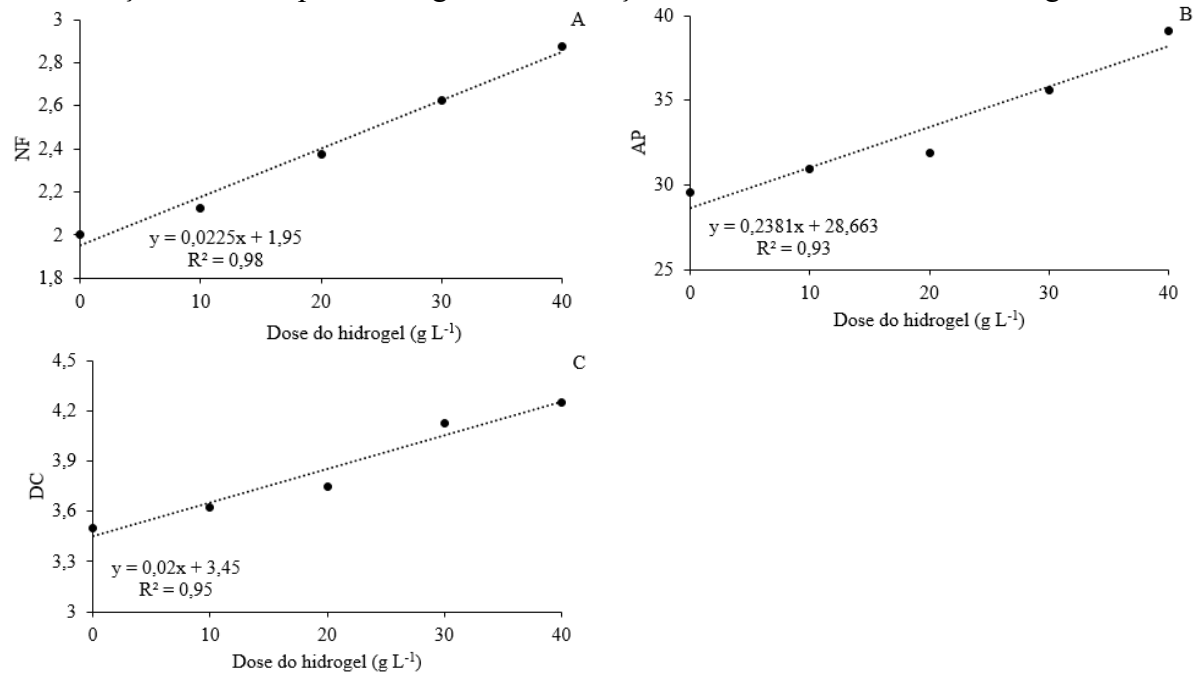
CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	QM		
		NF	AP	DC
Substratos (I)	1	0,000 ^{ns}	52,900 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Hidrogel (II)	4	1,025 ⁻⁻	121,678 ⁻⁻	0,838 ⁻⁻
Interação (I x II)	4	0,125 ^{ns}	0,978 ^{ns}	0,063 ^{ns}
Regressão linear	1	4,050 ^{**}	453,628 ^{**}	3,200 ^{**}
Regressão quadrática	1	0,036 ^{ns}	28,502 ^{ns}	0,036 ^{ns}
Resíduo	30	0,233	14,858	0,317
Total	39			
CV (%)		20,13	11,53	14,62

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

De acordo com a Figura 1, verifica-se que houve aumento em todos os componentes analisados (NF, AP e DC) a medida que aumentou a dose do hidrogel. O coeficiente de determinação (R^2) ficou acima de 93%. Na Figura 1A, está representado o comportamento da variável número de folhas, constatou-se um aumento no NF de 30,43% quando se aplicou uma dose de 40 g L⁻¹, evidenciando dessa forma a contribuição do hidrogel para a cultura.

É importante a avaliação de características biométricas (altura e diâmetro), pois o potencial de acúmulo de sacarose por plantas de cana está relacionado quanto a estes parâmetros na fase inicial da muda (SANTI et al., 2016)

Figura 1. Número de folhas (A), altura de plantas (B) e diâmetro do caule (C) das plantas de cana-de-açúcar 7 dias após a emergência, em função das diferentes doses do hidrogel.



Fonte: Autor (2022)

De forma semelhante, as variáveis AP (Figura 1B) e DC (Figura 1C) apresentaram um aumento linear conforme se aumentou as doses do hidrogel, tendo um acréscimo de 24,44% e 17,65%, para AP e DC, respectivamente. Na literatura encontram-se vários trabalhos que evidenciam os benefícios da incorporação do hidrogel ao substrato, tanto na capacidade de armazenamento quanto na disponibilidade de água para as plantas (MARTYN; SZOT, 2001; NAVROSKI et al., 2015, 2016).

Segundo OLIVEIRA et al., (2004), o hidrogel funciona como reservatório de água no substrato, pelo fato de reter água em elevados potenciais matriciais, impedindo ou reduzindo as perdas por percolação quando houver um aporte de água que ultrapasse sua capacidade de retenção.

De acordo com a análise de variância, com dados da cultura da cana-de-açúcar aos 14 dias após o transplante, verifica-se que não houve efeito significativo da interação entre os fatores hidrogel e o tipo de substrato utilizado em nenhuma das variáveis, demonstrando assim,

que a resposta da cultura à aplicação de hidrogel não varia de acordo com o meio de cultivo (Tabela 2).

Verificou-se que não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade do fator isolado substrato nas variáveis analisadas. No entanto, todas as variáveis estudadas, se ajustaram ao modelo linear no nível de 1% (AP e DC) e 5% (NF) de probabilidade, indicando que as doses de hidrogel tem efeito sobre a cultura aos 14 dias após o transplântio.

Tabela 2. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana de açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 14 dias após a emergência.

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	QM		
		NF	AP	DC
Substratos (I)	1	0,400 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,056 ^{ns}
Hidrogel (II)	4	0,462 ⁻⁻	99,818 ⁻⁻	4,292 ⁻⁻
Interação (I x II)	4	0,587 ^{ns}	6,350 ^{ns}	0,097 ^{ns}
Regressão linear	1	1,512 [*]	4,050 ^{**}	3,200 ^{**}
Regressão quadrática	1	0,080 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,036 ^{ns}
Resíduo	30	0,233	20,344	0,256
Total	39			
CV (%)		15,58	12,27	12,69

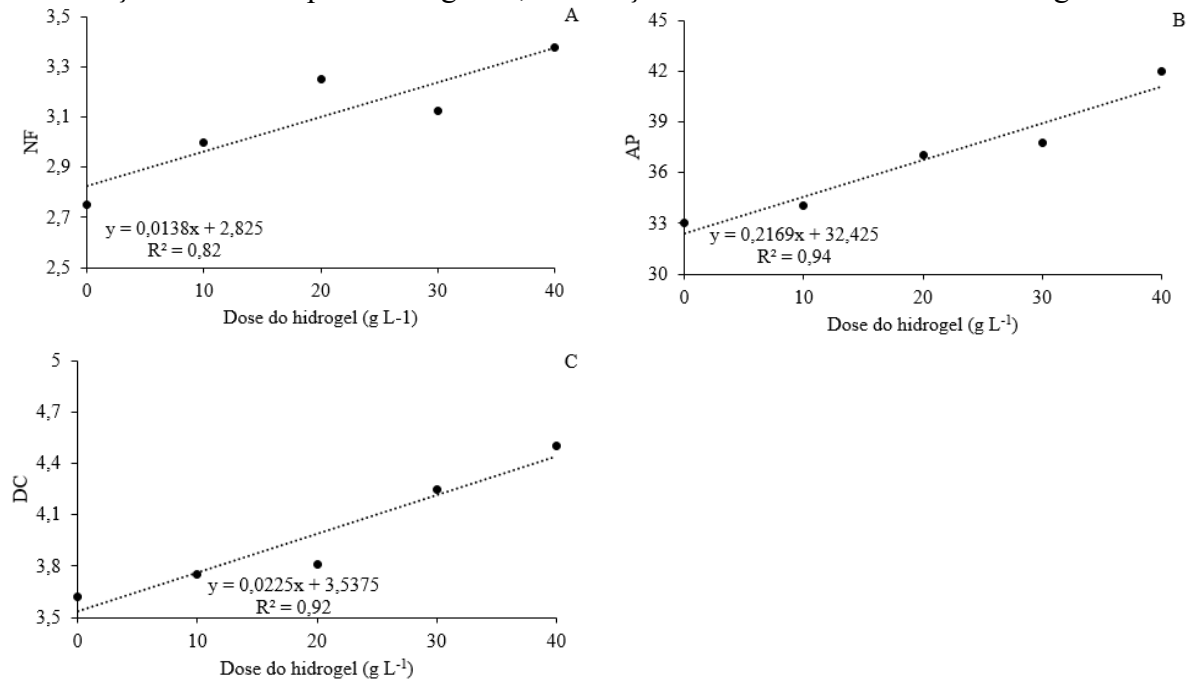
CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 2, verifica-se que houve aumento em todos os componentes analisados (NF, AP e DC) a medida que aumentou a dose do hidrogel. O R^2 variou de 0,82 a 0,94. Comparando-se a testemunha com a dose de 40 g L⁻¹, constatou-se um aumento de 22,73%, 27,27% e 24,14% nas variáveis NF (Figura 2A), AP (Figura 2B) e DC (Figura 2C), respectivamente. A dose do hidrogel contribuiu de forma positiva para o crescimento da planta.

Segundo alguns autores, a capacidade de retenção hídrica causada pela influência do hidrogel pode ser influenciada por diversos fatores, como sua composição física e química, tamanho de suas partículas, textura, densidade e pH do solo, bem como os sais solúveis presentes na solução do meio (AKHTER et al., 2004; COELHO JUNIOR et al., 2008; LANDIS; HAASE, 2012; SHAHID et al., 2012; HAN et al., 2013). Esses fatores são capazes de explicar

o comportamento no desenvolvimento da cultura da cana de açúcar encontrado no presente trabalho.

Figura 2. Número de folhas (A), altura de plantas (B) e diâmetro do caule (C) das plantas de cana-de-açúcar 14 dias após a emergência, em função das diferentes doses do hidrogel.



Fonte: Autor (2022)

Na Tabela 3 está apresentada a análise de variância, com dados da cultura da cana de açúcar aos 21 dias após o transplantio, verifica-se que não houve interação entre os fatores testados nas variáveis analisadas, demonstrando assim, que a resposta da cultura à aplicação de hidrogel independe do meio de cultivo.

Verificou-se que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade do fator isolado substrato na variável AP. As variáveis AP e DC, se ajustaram ao modelo linear no nível de 5% (AP) e 1% (DC) de probabilidade, indicando que as doses de hidrogel tem efeito sobre a cultura aos 21 dias após o transplantio nessas variáveis.

Tabela 3. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana-de-açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 21 dias após o transplântio.

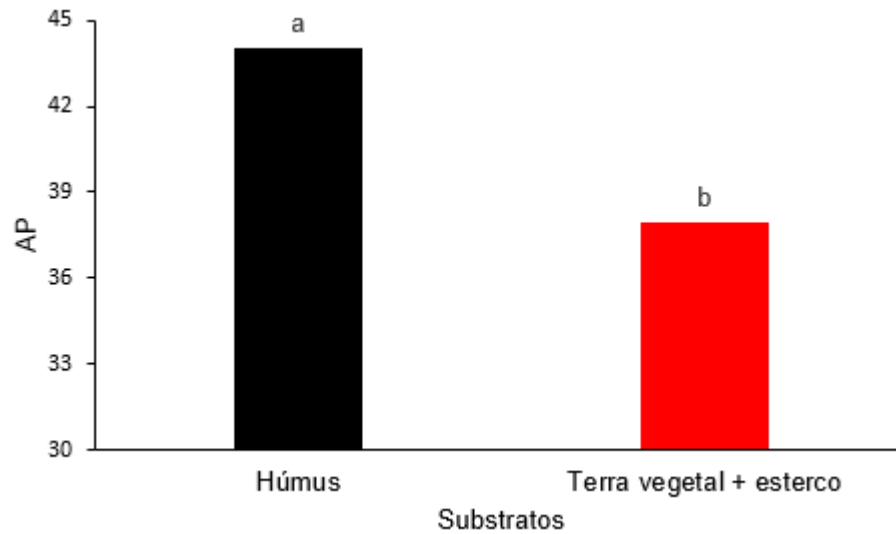
CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	QM		
		NF	AP	DC
Substratos (I)	1	0,025 ^{ns}	369,056 ^{**}	0,650 ^{ns}
Hidrogel (II)	4	0,500 ⁻⁻	45,021 ⁻⁻	1,015 ⁻⁻
Interação (I x II)	4	0,025 ^{ns}	14,728 ^{ns}	0,075 ^{ns}
Regressão linear	1	1,800 ^{ns}	166,753 [*]	3,916 ^{**}
Regressão quadrática	1	0,142	4,520 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Resíduo	30	13,25	26,739	0,195
Total	39			
CV (%)		18,33	12,62	10,84

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 3, estão representados os tipos de substratos em relação à altura da planta de cana-de-açúcar aos 21 dias após o transplântio da planta. Verificou-se que o húmus de minhoca obteve médias superiores na altura quando comparado a terra vegetal + esterco, destacando desta forma, sua superioridade.

Nessa fase, os resultados evidenciaram que o tipo de substrato influenciou na altura de plantas de cana-de-açúcar. O substrato é fundamental na formação e qualidade das mudas, pois permite o funcionamento adequado do sistema radicular e supre os requisitos nutricionais necessários ao desenvolvimento inicial da planta em condições de campo (JESUS et al., 2019).

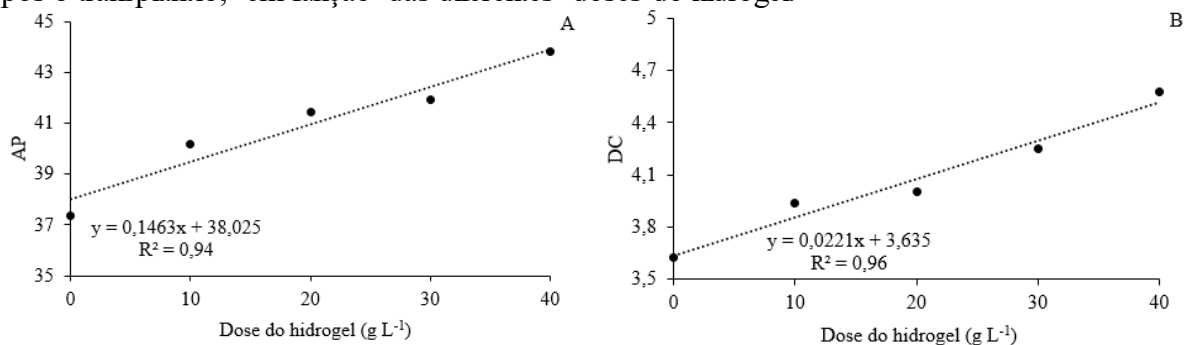
Figura 3. Médias das alturas de plantas da cana-de-açúcar 21 dias após a emergência, em função do tipo de substrato utilizado.



Fonte: Autor (2022)

Na Figura 4, verifica-se que houve aumento nos componentes AP e DC conforme aumentou a dose do hidrogel. O R^2 foi de 0,94 para AP e 0,96 para DC. Comparando-se a testemunha com a dose de 40 g L^{-1} , constatou-se um aumento de 17,23% e 26,21% nas variáveis AP (Figura 4A) e DC (Figura 2B), respectivamente. A dose do hidrogel contribuiu de forma positiva para o crescimento da planta.

Figura 4. Altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) das plantas de cana-de-açúcar 21 dias após o transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.



Fonte: Autor (2022)

A análise de variância está representada na Tabela 4, com dados da cultura da cana de açúcar aos 28 dias após o transplantio, verifica-se que não houve interação entre os fatores nas variáveis AP e DC. No entanto, a variável NF apresentou interação no nível de 1% de probabilidade pelo teste F, indicando que a resposta da cultura à aplicação de hidrogel depende do meio de cultivo.

Verificou-se que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade do fator isolado substrato nas variáveis AP e DC. A variável DC, se ajustou ao modelo linear no nível

de 1% de probabilidade, indicando que as doses de hidrogel tem efeito sobre a cultura aos 28 dias após o transplântio nessa variável.

Tabela 4. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule da cana-de-açúcar cultivado sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 28 dias após o transplântio.

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	QM		
		NF	AP	DC
Substratos (I)	1	0,625 ^{ns}	536,556 ^{**}	2,025 ^{**}
Hidrogel (II)	4	1,725 ⁻⁻	48,725 ⁻⁻	1,187 ⁻⁻
Interação (I x II)	4	3,375 ^{**}	25,712 ^{ns}	0,337 ^{ns}
Regressão linear	1	1,512 ^{ns}	139,128 ^{ns}	4,512 ^{**}
Regressão quadrática	1	3,937 ^{**}	19,305 ^{ns}	0,080 ^{ns}
Resíduo	30	0,391	33,647	0,212
Total	39			
CV (%)		20,35	13,85	10,85

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Comparando as médias das variáveis na cultura da cana-de-açúcar, verifica-se que quando as plantas foram cultivadas com húmus, obteve diferença significativa em relação ao cultivo na terra vegetal + esterco, destacando-se o cultivo com húmus, apresentando médias superiores.

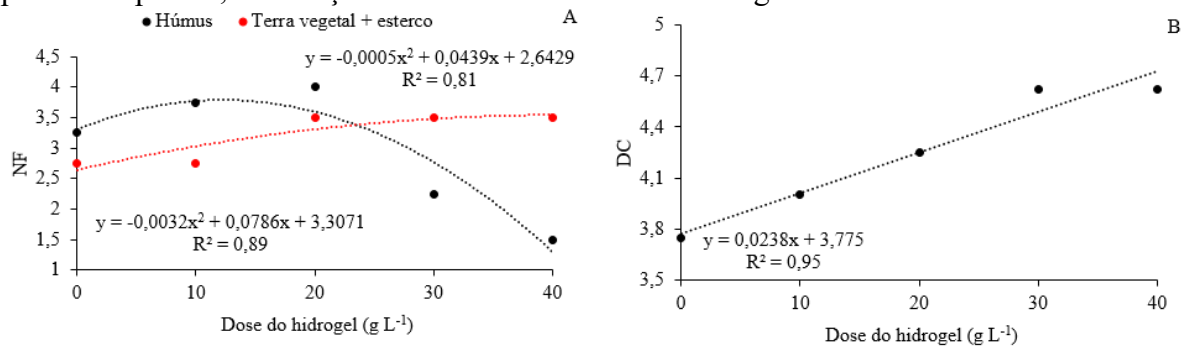
Tabela 5. Médias das alturas de plantas e diâmetro do caule da cana-de-açúcar 28 dias após o transplântio, em função do tipo de substrato utilizado.

	AP	DC
Húmus	45,550 a	4,475 a
Terra vegetal + esterco	38,225 b	4,025 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se na Figura 5A, que ambos os tipos de substratos se ajustaram ao modelo polinomial do 2º grau. A planta cultivada no húmus, obteve médias superiores até a dose de 20 g L⁻¹, decrescendo a partir deste nível, o R² foi de 0,89. O cultivo em terra vegetal e esterco, a partir da dose de 20 g L⁻¹ apresentou número de folhas constante (3,5 folhas por planta), o R² foi de 0,81. Na Figura 5B, o aumento do diâmetro do caule ocorreu de forma linear a medida que se aumentou a dose do hidrogel, o coeficiente de determinação foi de 95%.

Figura 5. Número de folhas (A) e diâmetro do caule (B) das plantas de cana-de-açúcar 28 dias após o transplântio, em função das diferentes doses do hidrogel.



Fonte: Autor (2022)

Na Tabela 5 está representado a análise de variância da última análise realizada no início da cultura da cana-de-açúcar aos 35 dias após o transplântio. Observa-se que as variáveis NF e MFPA apresentaram interação significativa entre os fatores no nível de 1% de probabilidade pelo teste F. A variável AP apresentou efeito significativo no nível de 1% de probabilidade para o fator isolado substrato. As variáveis DC e MSPA se ajustaram ao modelo linear, no nível de 5% e 1% para DC e MSPA, respectivamente.

Tabela 5. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de folhas, altura de planta, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea da cana de açúcar cultivada sob diferentes substratos e níveis de aplicação do hidrogel aos 35 dias após o transplântio.

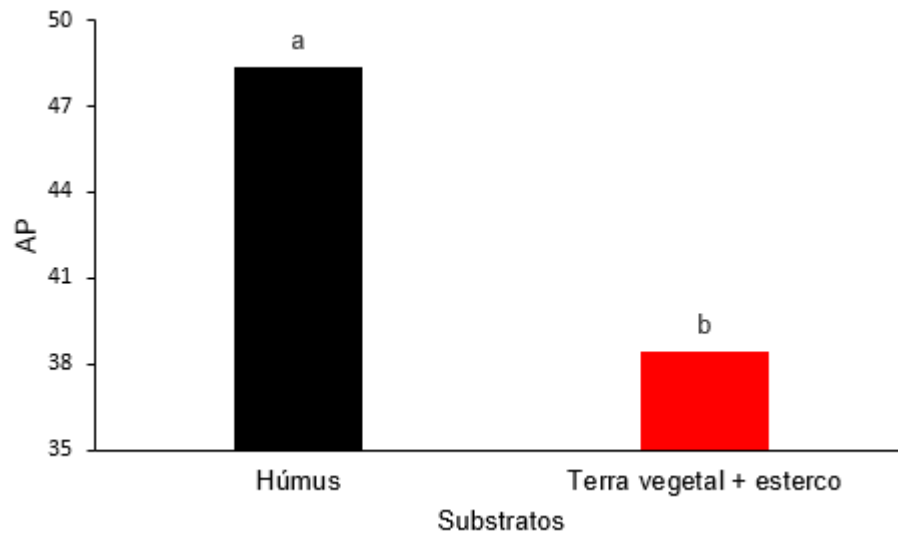
CAUSA DE VARIACÃO	GL	QM				
		NF	AP	DC	MFPA	MSPA
Substratos (I)	1	3,025*	990,025**	1,225 ^{ns}	8,584**	0,009 ^{ns}
Hidrogel (II)	4	4,062 ⁻⁻	52,225 ⁻⁻	0,787 ⁻⁻	3,738 ⁻⁻	0,598 ⁻⁻
Interação (I x II)	4	3,212**	58,025 ^{ns}	0,162 ^{ns}	2,812**	0,005 ^{ns}
Regressão linear	1	1,512 ^{ns}	112,812 ^{ns}	2,450*	7,558**	2,226**
Regressão quadrática	1	12,223**	64,508 ^{ns}	0,571 ^{ns}	6,965**	0,154 ^{ns}
Resíduo	30	0,408	48,475	0,458	0,211	0,039
Total	39					
CV (%)		20,45	16,03	10,85	23,34	16,85

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 6 estão representados os tipos de substratos em relação à altura da planta da cana-de-açúcar aos 35 dias após o transplântio da planta. Verificou-se que o húmus de minhoca

superou o substrato terra vegetal + esterco e apresentou uma média de altura de planta 48,4, sendo 25,88% superior a terra vegetal + esterco, no qual apresentou uma altura média de plantas de 38,45.

Figura 6. Médias das alturas de plantas da cana-de-açúcar 35 dias após o transplântio, em função do tipo de substrato utilizado.



Fonte: Autor (2022)

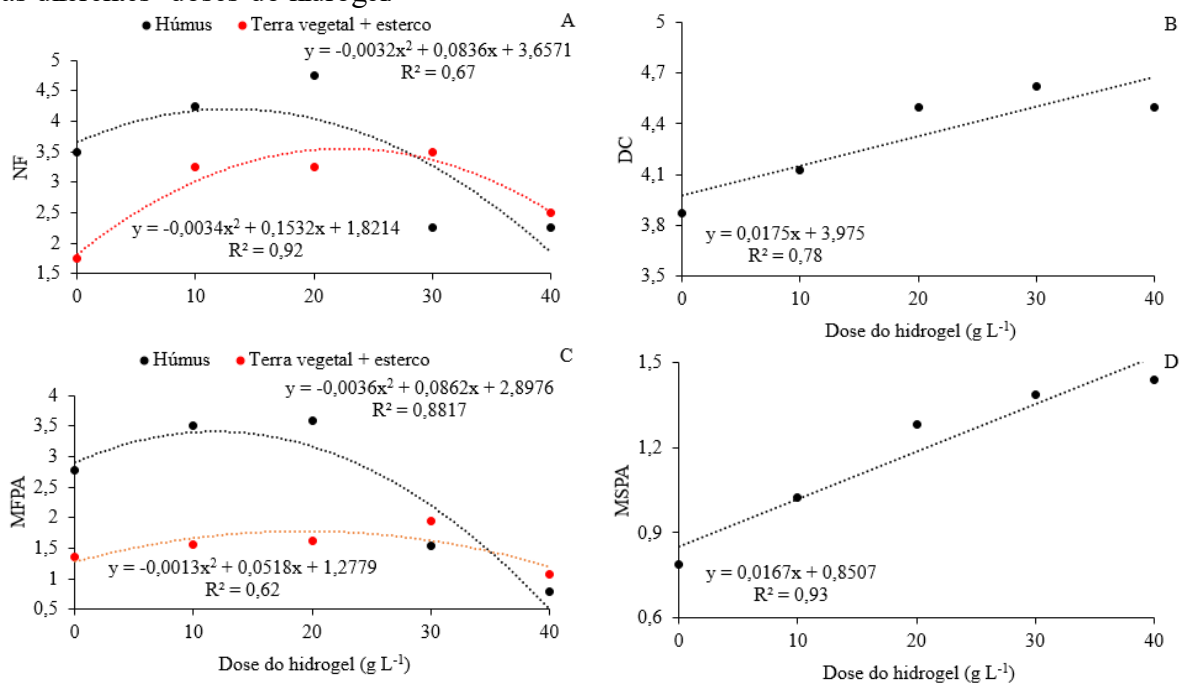
No presente trabalho, os resultados alcançados foram promissores e superiores quando comparado com alguns trabalhos da literatura. BRAGA (2016) verificou influência na altura de MPB em função da utilização de diferentes substratos, com mudas atingindo aproximadamente 30 cm após 30 dias. OHASHI et al. (2016) e GARCIA et al. (2016) obtiveram MPB com médias de 20 cm de altura com substrato comercial, e 25 cm com substrato à base de casca de pinus e vermiculita, aos 60 e 56 dias após o plantio, respectivamente.

Vários autores trabalharam com diversos tipos de substratos na produção de MPB (mudas pré-brotadas) na cultura da cana de açúcar. SANTI et al. (2016), trabalhando com as variedades RB 96-6928, RB 86-7515 e RB 92-579, utilizando substratos comerciais, observaram maiores valores de AP com os substratos comerciais (mistura de fonte orgânica, química e areia) quando comparou com areia pura e substrato com areia somado com solução nutritiva. DE MARCO et al. (2017), trabalhando com a variedade RB 97-5932, observaram maior AP nas MPB aos 45 dias após o plantio, quando se utilizou Turfa Fértil em comparação com o substrato 50% substrato orgânico + 45% casca de arroz + 5% torta de tungue. Já LEMOES et al. (2017) observaram maior crescimento e desenvolvimento nas MPB das variedades RB 867515 e RB 966928 quando se utilizou casca de arroz carbonizada e composto orgânico.

Verifica-se na Figura 7, o comportamento das variáveis NF, DC, MFPA e MSPA em função das doses do hidrogel. As variáveis NF (Figura 7A) e MUPA (Figura 7C), apresentaram comportamento semelhante, ambas as variáveis se ajustaram ao modelo polinomial grau 2, o húmus teve seu número médio máximo até a dose de 20 g L⁻¹, apresentando decréscimo após essa dose, já a terra vegetal + esterco apresentou médias menores até a dose de 20 g L⁻¹, superando o húmus nas doses de 30 g L⁻¹ e 40 g L⁻¹.

As variáveis DC (Figura 7B) e MSPA (Figura 7D) se ajustaram ao modelo linear, à medida que aumentou a dose do hidrogel, aumentaram os valores dessa variável. A massa seca da parte aérea torna-se a variável mais representativa, uma vez que o acúmulo de massa sem umidade representa o real desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. MARQUES; BASTOS (2010), em estudo com doses de hidrogel em cultura de pimentão verificaram que a massa seca apresentou diferenças significativas entre os tratamentos de doses de hidrogel e promoveu um ajuste linear positivo significativo.

Figura 7. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), massa fresca da parte aérea (C) e massa seca da parte aérea (D) das plantas de cana-de-açúcar 35 dias após o transplantio, em função das diferentes doses do hidrogel.



Fonte: Autor (2022)

SANTI et al. (2016) relataram maior MUPA de MPB nas variedades RB 96-6928, RB 86-7515 e RB 92-579 utilizando substratos comerciais (mistura de fonte orgânica, química e areia) quando comparou com areia pura e substrato com areia somado com solução nutritiva.

Na literatura não há relatos de trabalhos com a utilização do hidrogel em MBP da cana-de-açúcar, no entanto, o maior acúmulo de MSPA conforme aumentou as doses do hidrogel para ambos os substratos utilizado já era esperado, uma vez que todos os outros parâmetros testados obtiveram o mesmo comportamento.

5 CONCLUSÃO

O húmus de minhoca foi mais eficiente que o substrato formado por terra vegetal + esterco na altura da planta de cana-de-açúcar 21 e 35 DAT. Aos 35 DAT o húmus foi superior até a dose de 20 g L⁻¹, e a partir dessa dose o substrato terra vegetal + esterco apresentou valores maiores.

A incorporação do hidrogel ao substrato proporcionou aumentos na qualidade das mudas de cana-de-açúcar. Aos 35 DAT, para as variáveis NF e MUPA a dose de 20 g L⁻¹ foi mais eficiente e para DC e MSPA a dose mais eficiente foi 40 g L⁻¹.

O uso do hidrogel incorporado ao substrato permitiu que as mudas de cana-de-açúcar obtivessem maiores valores de parâmetros biométricos, tornando-se uma boa alternativa no cultivo de MPB.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEDI-KOUPAI, J.; SOHRAB, F.; SWARBRICK, G. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, n. 2, p. 317-331, 2008.
- AKHTER, J.; MAHMOOD, K.; MALIK, K. A.; MARDAN, A.; AHMAD, M.; IQBAL, M. M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and 62 seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil Environment**, v. 50, n. 10, p. 463–469, 2004.
- ALS, W. S. P.; BETON, Z. F. H. Water saturated super-absorbent polymers used in high strength concrete. **Otto-Graf-Journal**, [s.l.],v. 16, p. 193, 2005.
- ARALDI, R. SILVA, F. M. L.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Florescimento em cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 694-702. 2010.
- AZEVEDO, TL de F.; BERTONHA, ALTAIR; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.
- BARBOSA, F. S. **Resistência à seca em cana-de-açúcar para diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba, 2010.
- BERNARDI, M. R.; JUNIOR, M. S.; DANIEL O; VITORINO, A. C T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, 2012.
- BONNET, G. B. Developmental Stages (Phenology). In: MOORE, P. H.; BOTHA. F.C. Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology. 1 ed.: **John Wiley & Sons Ltd**. pp. 35-53, 2014.
- BRAGA, N. C. C. **Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em substratos comerciais e alternativos com subprodutos da indústria canavieira**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2016.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 2, p. 95-104.

CARVALHO, L. C., BUENO, R. C. O. F., CARVALHO, M. M., FAVORETO, A. L. & GODOY, A. F. Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera**, 9(16), 530-542. 2013.

CASTRO SILVA, W. T.; BARBOSA, H. A. Avaliação da precipitação na produtividade agrícola da cana-de-açúcar: estudo de caso usina Coruripe para as safras de 2000/2005. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 03, p. 1352-1366, 2021.

COELHO JUNIOR, J. B. M.; BARROS, M. F. C.; CORREA, M. M.; WANDERLEY, R. A.; COELHO JÚNIOR, J. M.; FIGUEREDO, J. L. C. Efeito do polímero hidratassolo sobre propriedades físico-hídricas de três solos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 253–259, 2008.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTCIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, Brasília, DF, v. 8, n. 4 abril 2022.

DABHI, R.; BHATT, N.; PANDIT, B. Superabsorbent polymersan innovative water saving technique for optimizing crop yield. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, [s.l.], v. 2, n. 10, p. 5333-5340, 2013.

DE MARCO, E. et al. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de cana-de-açúcar. *Revista da Jornada da Pós-graduação e Pesquisa Congrega URCAMP, Bagé*, v. 1, p. 2677-2690, 2017. RESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 10., 2016, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: STAB, 2016. p. 241-244.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome, FAO – Food and Agriculture Organization, 1979, 193p. (Irrigation and Drainage Paper 33).

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAOSTAT. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> Acesso em: 09/12/2022.

GARCIA, J. C. et al. Fertilizantes de liberação controlada na formação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 10., 2016, Ribeirão Preto. **Anais... Ribeirão Preto: STAB, 2016. p. 241-244.**

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

GOMES, A. W. A.; SAAD, J. C. C.; BARROS, A. C. Simulação de produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na região Nordeste do Brasil, utilizando modelo DSSAT. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 160-173, janeiro-março, 2014.

GONÇALVES, E. R. **Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica**. 2008. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.

GUPTA, V.; RAGHUVANSHI, S.; GUPTA, A.; SAINI, N.; GAUR, A.; KHAN, M. S.; GUPTA, R. S.; SINGH, J.; DUTTAMAJUMDER, S. K.; SRIVASTAVA, S.; SUMAN, A.; KHURAMA, J. P.; KAPUR, R.; TYAGI, A. K. The water-deficit stress- and red-rot-related genes in sugarcane. **Funct Integr Genomics**, v. 10, p.207–214, 2010.

HAN, Y.; YU, X.; YANG, P.; LI, B.; XU, L.; WANG, C. Dynamic study on water diffusivity of soil with super-absorbent polymer application. **Environmental Earth Sciences**, v. 69, n. 1, p. 289–296, 2013.

HÜTTERMANN, A.; ZOMMORODI, M.; REISE, K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. **Soil and Tillage Research**, v. 50, n. 3-4, p. 295-304, 1999.

JESUS, H. I.; MEDEIROS, M. L. S.; LOPES, M. F. Q.; OLIVEIRA, B. S.; SILVA, G. M.; MIELEZRSKI, F.. Development and gas Exchange of pre-sprouted sugarcane seedlings in three diferente growing substrate media. **Journal of Experimental Agriculture International**, Hooghly, v. 32, n. 4, p. 1-7, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/jeai/2019/v32i430114>.

LANDELL, M. G. 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, IAC, 2012.

LANDIS, T. D.; HAASE, D. L. Applications of Hydrogels in the Nursery and During Outplanting. **Forest and Conservation Nursery Associations-2011**, n. PMRS-P-68, p. 53–58, 2012.

LEMOES, L. S. et al. Crescimento e desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar em diferentes substratos. **Revista da Jornada da Pós-graduação e Pesquisa Congrega URCAMP**, Bagé, v. 1, p. 465-476, 2017.

MARAFON, A. C.; SIMON, E. D. T.; TATTO, F. R.; ANTUNES, W. R.; MASCARENHAS, L. S.; VARNES, L. S.; SILVA, S. D. A. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Aracaju, v. 1, n. 1, 29 p. 2012.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa aplicada e Agrotecnologia**, 2010. São Paulo.

MARTYN, W.; SZOT, P. Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates. **International agrophysics**, v. 15, p. 87–94, 2001.

MOREIRA, M. G.; BOIZIO, R. C. Análise comparativa dos custos de cana-de-açúcar: produção independente x usina de açúcar e álcool. **Custos e Agronegócio**, v. 8, n. 2, 2012.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, Á. L. P.; PEREIRA, M. O. Redução da adubação e melhoria das características do substrato na produção de mudas de *Eucalyptus dunni*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1155-11–65, 2016.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, Á. L. P.; PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467–476, 2015.

OHASHI, A. Y. P. et al. Crescimento e eficiência no uso da água de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em diferentes substratos. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 10., 2016, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: STAB, 2016. p. 212-216.

OLIVEIRA, R. A.; BARBOSA, G. V. S.; DAROS, E.. 50 anos de variedade RB de cana-de-açúcar: 30 anos de RIDESA. Curitiba: UFPR. **RIDESA**, p. 199, 2021. ISBN 978-65-994177-2-6.

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

OLIVEIRA, R. A. **Análise de crescimento da cana-de-açúcar na região noroeste do Paraná**. 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em produção vegetal) – Departamento de fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2004.

PEPPAS, N. A.; BURES, P.; LEOBANDUNG, W.; ICHIKAWA, H. Hydrogels in pharmaceutical formulations. **European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics**, v. 50, n. 1, p. 27-46, 2000.

SABADINI, R. C. **Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Carlos 2015.

SANTI, P. H. P. et al. Desenvolvimento de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar em diferentes substratos. In: WORKSHOP AGROENERGIA MATÉRIAS-PRIMAS, 10., 2016, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: IAC, 2016. 7p.

SHAHID, S. A.; QIDWAI, A. A.; ANWAR, F.; ULLAH, I.; RASHID, U. Improvement in the water retention characteristics of sandy loam soil using a newly synthesized poly(acrylamide-co-acrylic acid)/AlZnFe 2O₄ superabsorbent hydrogel nanocomposite material. **Molecules**, v. 17, n. 8, p. 9397–9412, 2012.

SILVA, D. L. G.; BATISTI, D. L. S.; FERREIRA, M. J. G.; MERLINI, F. B.; CAMARGO, R. B.; BARROS, B. C. B. Cana-de-açúcar: Aspectos econômicos, sociais, ambientais, subprodutos e sustentabilidade. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 7, pág. e44410714163, 2021.

SINDAÇUCAR, SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ALCOOL – AL NO ESTADO DE ALAGOAS 2022. Disponível em: <<https://www.sindacucar-al.com.br/app/uploads/2022/08/050822.pdf>>. Acessado em 09 de dezembro 2022.

SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Evapotranspiração e eficiência do uso da água no primeiro ciclo produtivo da figueira ‘roxo de valinhos’ submetida a cobertura morta. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 1127-1138, July/Aug. 2014.

SUGAWARA, L. M.; RUDORFF, B. F. T. Acompanhamento do crescimento vegetativo da cana-de-açúcar por meio de séries temporais de NDVI do sensor Modis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais** [...]. p. 391. Curitiba: INPE, 2011.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo mosicas**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia. Área de concentração: fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

TOHIDI-MOGHADAM, H. R.; SHIRANI-RAD, A. H.; NOUR-MOHAMMADI, G.; HABIBI, D.; MODARRES-SANAVY, S. A. M.; MASHHADI-AKBAR-BOOJAR, M.; DOLATABADIAN, A. Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hydrogel application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, 2009.

ZOHOURIAN, M. M.; KABIRI, K. Superabsorbent polymer materials: a review. **Iranian Polymer Journal**, Theran, v. 17, p. 451, 2008.