

LITHOTHAMNIUM E VINHAÇA NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICA IRRIGADA E DE SEQUEIRO

WALTER DANILO MARADIAGA RODRIGUEZ¹; ADÃO WAGNER PÊGO EVANGELISTA¹; JOSÉ ALVES JÚNIOR¹; WILSON MOZENA LEANDRO¹; MARCUS VINICIUS HONORATO DOMINGOS¹ E DERBLAI CASAROLI¹

¹Núcleo de Pesquisa em Clima e Recursos Hídricos do Cerrado – Escola de Agronomia - Universidade Federal de Goiás, Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0, Goiânia, Goiás, CEP: 74690-900, E-mail: maradiagawd@gmail.com, awpego@bol.com.br, josealvesufg@yahoo.com.br, wilsonufg@gmail.com, derblaicasaroli@yahoo.com.br, marcus-domingos@hotmail.com

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar a influência do lithothamnium e vinhaça na produtividade e as características tecnológicas da cana-planta variedade RB 86-7515 cultivada em sistema de produção orgânica, conduziu-se um experimento na Universidade Federal de Goiás. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com 3 repetições em esquema fatorial (5x5x2). As plantas foram cultivadas no interior de tambores de 200 litros. Os tratamentos corresponderam a cinco doses de vinhaça (0, 165, 330, 495 e 660 m³ ha⁻¹) e cinco doses de lithothamnium (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹) e cultivo em regime irrigado e de sequeiro. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento com emissores com vazão de 4 L h⁻¹. Avaliaram-se: produtividade do colmo (t ha⁻¹), teor de sólidos solúveis (Brix %), porcentagem de umidade do colmo, teor de sacarose aparente na cana (Pol %), teor de fibra (Fibra %), pureza do caldo e açúcar total recuperável (ATR) expresso em kg t ha⁻¹. Os tratamentos aplicados produziram efeitos significativos sobre a produtividade e características tecnológicas da cultura, sendo as plantas irrigadas e adubadas com 200 kg ha⁻¹ de lithothamnium e 330 m³ ha⁻¹ de vinhaça as que apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chaves: *Saccharum sp.*, adubação, irrigação.

MARADIAGA-RODRIGUEZ, W. D.; EVANGELISTA, A. W.; ALVES JÚNIOR, J.; MOZENA, W.; DOMINGOS, M. V. H.; CASAROLI D.
LITHOTHAMNIUM AND VINASSE IN THE PRODUCTION OF ORGANIC SUGAR CANE IRRIGATED AND UNIRRIGATED

2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productivity and technological characteristics of sugarcane, variety RB 86-7515. The experiment was carried out in the experimental area of the School of Agronomy, of the Federal University of Goiás. A completely randomized experimental design (CRD) was applied, with three replicates, in a 5x5x2 factorial scheme. The plants were grown in containers of 200 liters. The treatments were five vinasse doses (0, 165, 330, 495 and 660 m³ h⁻¹) and five doses of lithothamnium (0, 100, 200, 300 and 400 kg ha⁻¹) and cultivation under irrigated and unirrigated. The irrigation system used was drip emitters

with flow rate of 4 L h⁻¹. The variables evaluated were fiber % cane; Brix % juice; pol % cane; juice purity and total recoverable sugar - TRS and productivity per hectare. The treatments produced significant effects on the parameters of crop growth, and irrigated plants, fertilized with 200 kg ha⁻¹ lithothamnium and 330 m³ ha⁻¹ of vinasse showed the best results.

Keywords: *Saccharum* sp., fertilization, irrigation.

3 INTRODUÇÃO

A demanda por produtos do setor de açúcar e álcool vem aumentando em nível mundial, e neste setor o Brasil lidera a produção de cana-de-açúcar. Sua produção se concentra nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul brasileiro, consideradas distintas segundo os regimes de precipitação pluvial (CONSECANA, 2007). No Centro-Sul as precipitações ocorrem de setembro a fevereiro, enquanto no nordeste a estação chuvosa coincide com os meses de junho e julho, resultando num sistema de produção realizado em períodos alternados, permitindo uma produção nacional homogênea ao longo do ano.

A limitação da expansão em São Paulo estimulou a expansão da cana-de-açúcar para a região do cerrado a partir da década de 90. Dos estados da região Centro-Oeste, Goiás destaca-se como o mais promissor, porém apresenta uma estação seca durante o ano que pode resultar em déficit hídrico para a planta. Kramer (1983) afirma que o déficit hídrico ocorre em fases em que a água perdida por transpiração supera os ganhos por absorção. O autor ainda comenta que o déficit hídrico na cana-de-açúcar pode ocorrer em razão da perda demasiada de água como também pela redução da absorção hídrica, sendo o clima favorável da região o fator determinante para obtenção de altas produtividades. Assim, o uso da irrigação torna-se prática importante para a solução de tal problema, porém no cerrado, são poucos os estudos com essa prática na produção da cana-de-açúcar.

Além de uma irrigação bem manejada, o fornecimento de nutrientes para a planta torna-se prática fundamental. Neste contexto, o sistema de produção orgânico além de nutrir as plantas, contribui para preservação do meio ambiente e agrega valor ao produto colhido (EVANGELISTA et al., 2016). O principal produto da cana orgânica é o açúcar orgânico, enquanto outros produtos vêm se destacando, entre eles o melado e a aguardente. Entretanto, são vários os entraves que têm dificultado a expansão desse sistema no país, sendo os mais importantes, a falta de conhecimento técnico e do mercado de produtos orgânicos por parte dos agricultores e as variadas exigências e morosidade das entidades certificadoras (TEIXEIRA et al., 2011).

Dentre os adubos orgânicos, o lithothamnium combinado com vinhaça pode ser uma nova opção para o sistema de produção orgânico de cana-de-açúcar. O lithothamnium é um fertilizante oriundo de algas marinhas calcárias que possui em sua composição vários macros e micronutrientes, que incrementa as condições de fertilidade do solo e/ou melhora o uso de outros fertilizantes pela planta por sua ação de correção da acidez do solo (MELO; FURTINI NETO, 2003). Entretanto, a vinhaça é uma sobra do procedimento de produção de álcool, rica em K₂O, além de micronutrientes como Fe, Cu, Zn e Mn (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2011).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da irrigação e aplicação de doses de lithothamnium consorciado com vinhaça, sobre a produtividade e

características tecnológicas da cana-de-açúcar.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia-GO, situada nas coordenadas geográficas 16° 35' de Latitude Sul e 49° 16' de Longitude Oeste e altitude de 727 m. Segundo a classificação climática de Koppen, o clima da região é Aw, com média anual de temperatura, umidade relativa (UR%) e precipitação de 22,5 °C, 71% e 1460 mm, respectivamente (KLIEMANN et al., 2006).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições em esquema fatorial (5x5x2). Os tratamentos corresponderam a cinco doses de vinhaça (0, 165, 330, 495 e

660 m³ ha⁻¹), cinco doses de lithothamnium (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹) e cultivo em regime irrigado e de sequeiro. A dosagem máxima de vinhaça aplicada (660 m³ ha⁻¹) foi determinada segundo norma técnica P4. 231 Dez/2006 da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (KLEIN et al., 2008).

A variedade de cana-de-açúcar avaliada foi a RB86-7515 (cana planta), cultivada no interior de tambores plásticos de 200 litros, instalados na área de forma a manter o espaçamento entre fileiras de plantas de 1,50 m. Os tambores foram preenchidos com solo nunca agricultável, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa segundo classificação de Embrapa (BRASIL, 2006), numa densidade de 1,4 g cm⁻³, como visualizado na Tabela 1. Para facilitar a drenagem de água, no fundo dos tambores foi colocado uma camada de 0,10 m de brita.

Tabela 1. Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento.

Análises química					
Macro-nutrientes	Unidade	Valor	Micro-nutrientes e outros	Unidade	Valor
P	Kg ha ⁻¹	0,28	Al	Kg ha ⁻¹	291,744
K	Kg ha ⁻¹	90	Zn	Kg ha ⁻¹	4,2
Ca	Kg ha ⁻¹	1,122	MO	Kg ha ⁻¹	16
Mg	Kg ha ⁻¹	72,936	Carbono	Kg ha ⁻¹	9,28
CTC	-	4,42	pH	-	6,4
Características hidráulicas do solo					
θ_{CC}	cm ⁻³ cm ⁻³	0,30	θ_{PMP}	cm ⁻³ cm ⁻³	0,17
$\theta_{Crit.}$	cm ⁻³ cm ⁻³	0,23	Densidade	g cm ⁻³	1,2

As doses de lithothamnium foram aplicadas manualmente na época do plantio e as doses de vinhaça foram parceladas de acordo com a marcha de absorção de

potássio pela cultura (BACHCHHAV, 2005). A composição química do lithothamnium e da vinhaça utilizada pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química do fertilizante lithothamnium e da vinhaça.

Lithothamnium			Vinhaça		
Macronutriente	g kg ⁻¹	Micronutrient	(mg kg ⁻¹)	Elemento	(%)
Cálcio	422-455	Boro	8-20	Nitrogênio	0,012
Magnésio	38-53	Manganês	35-200	Fósforo	0,005
Silício	21-23	Molibdênio	<5-5	Potássio	0,088
				Matéria	
Ferro	2,7-9,7	Zinco	11-22	orgânica	0,7
Enxofre	2,5-5,2	Cobalto (Co)	11-16	Matéria mineral	0,2
Fósforo	0,4-1,6	Vanádio (V)	14	Matéria seca	77,8
Potássio	0,2-0,4	Níquel (Ni)	15	Relação C/N	33,8
Sódio	4,0-5,5	Cromo (Cr)	8	-	-
Cloro	2,0-48	Cobre (Cu)	21	-	-

No plantio foi incorporado ao solo uma dose de 20 t ha⁻¹ de torta de filtro, enriquecida com fosfato natural, com a seguinte composição: pH 7,9; 29% de MO; 12,03 R/C; 1,37% de N; 1,6% de P; 0,88% de K; 1,4% de Ca; 0,48% de Mg; 58% de Cu; 13,472 mg kg⁻¹ de Fe; 431 mg kg⁻¹ de Mn; 36,1 mg kg⁻¹ de Zn; e 29 mg kg⁻¹ de Mo.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com instalação de um emissor por tambor com vazão de 4,0 L h⁻¹. O manejo de irrigação realizado foi pleno e o monitoramento da umidade do solo foi por meio de sensores do tipo watermark. As lâminas de irrigação foram calculadas de maneira a aplicar a quantidade de água suficiente para aumentar o teor de água no solo para a umidade correspondente à capacidade de campo. As irrigações foram realizadas na segunda, quarta e sextas-feiras. Aos 30 dias antes de realizar a colheita cortou-se a irrigação para o acúmulo de sacarose nos colmos das parcelas que receberam irrigação. No caso da cana não irrigada, só recebeu irrigação quando o solo atingiu -60 Kpa.

Aos 540 dias após o plantio, foi realizado o corte manual das plantas para avaliação das variáveis tecnológicas, amostrando-se todos os colmos em cada parcela experimental, os quais foram obtidos a massa, e logo processados utilizando a metodologia do Sistema de

Pagamento do Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar (CONSECANA, 2007).

As características tecnológicas determinadas segundo as normas da CONSECANA foram: teor de sólidos solúveis no caldo extraído (°Brix), teor de sacarose (Pol % cana), teor de fibra (Fibra % cana). De posse dos resultados, procedeu-se aos cálculos da pureza do caldo, açúcar total recuperável (ATR) expresso em kg t ha⁻¹, além da produtividade da cana por hectare (TCH) e umidade do colmo (%).

Os dados foram submetidos à análise de variância, quando foi encontrada diferença significativa para o fator irrigação, as diferenças entre os tratamentos foram verificadas de acordo com teste de média de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No caso da adubação, foram realizadas análises de regressão polinomiais.

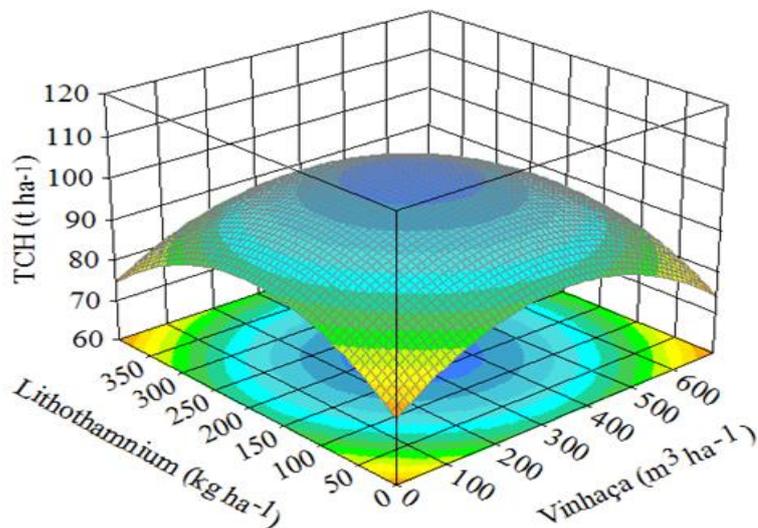
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância indicam que plantas irrigadas e adubadas com as doses de vinhaça e lithothamnium produziram efeitos significativos ($p < 0,01$) sobre a produtividade e características tecnológicas da cana-de-açúcar.

Plantas irrigadas e adubadas com 187,54 kg ha⁻¹ de lithothamnium e 326 m³

ha⁻¹ de vinhaça (Figura 1), apresentaram produtividade de colmo (TCH) de 105 t ha⁻¹.

Figura 1. Superfície de resposta da produtividade do colmo de cana-de-açúcar em função da irrigação e aplicação de doses de vinhaça e lithothamnium.



$$TCH = 72,20 + 0,0889V + 0,154L - 0,000129V^2 - 0,00039228^5L^2 - 2,404 \cdot 10^{-5}VL \quad R^2 = 0,90$$

O efeito positivo da irrigação sobre a produtividade de cana-de-açúcar deve-se provavelmente ao fornecimento ideal de água ao longo do ciclo fenológico da cultura. Durante a realização do experimento verificou-se períodos de veranicos nas etapas de brotação, crescimento inicial, intermédio e final da cana-de-açúcar que provavelmente comprometeu a produtividade de colmos das plantas não irrigadas. Durante a realização do experimento a lâmina total precipitada na região foi de 1177,8 mm, entretanto entre os meses de abril a agosto a lâmina total acumulada de precipitação foi de apenas 31,2 mm, com registro de três meses sem ocorrência de precipitação.

Quanto à influência da aplicação da vinhaça sobre o TCH pode ser atribuído ao fornecimento de K₂O presente na vinhaça. O potássio é um nutriente fundamental para o crescimento das plantas, por agir na regulação osmótica e estar envolvido no processo de abertura e fechamento estomático das folhas, processo essencial para a captação de CO₂ pela planta (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2011). Quanto

ao lithothamnium, o efeito positivo pode ser atribuído ao fornecimento de cálcio neutro com formação de quelatos contribuindo para uma maior absorção desse nutriente pela planta (EVANGELISTA et al., 2015).

Entretanto a irrigação provavelmente favoreceu a movimentação destes dois nutrientes, já que o solo se manteve próximo ou na capacidade de campo, provocando com isto que a taxa de evapotranspiração da cultura fosse máxima, e assim a translocação de nutrientes fosse maior em relação á plantas que não receberam água. Esta condição provavelmente manteve o turgor nas células permitindo a ininterruptão do crescimento vegetal, expansão, divisão celular e fotossíntese e como consequência aumento da produtividade de colmos (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005).

A aplicação de doses maiores que 330 m³ ha⁻¹ de vinhaça e 187,96 kg ha⁻¹ de lithothamnium no solo reduziram a produtividade de colmos da cana-de-açúcar. Ressalta-se que o excesso de vinhaça no solo além de reduzir a produtividade pode também acarretar efeitos indesejáveis na

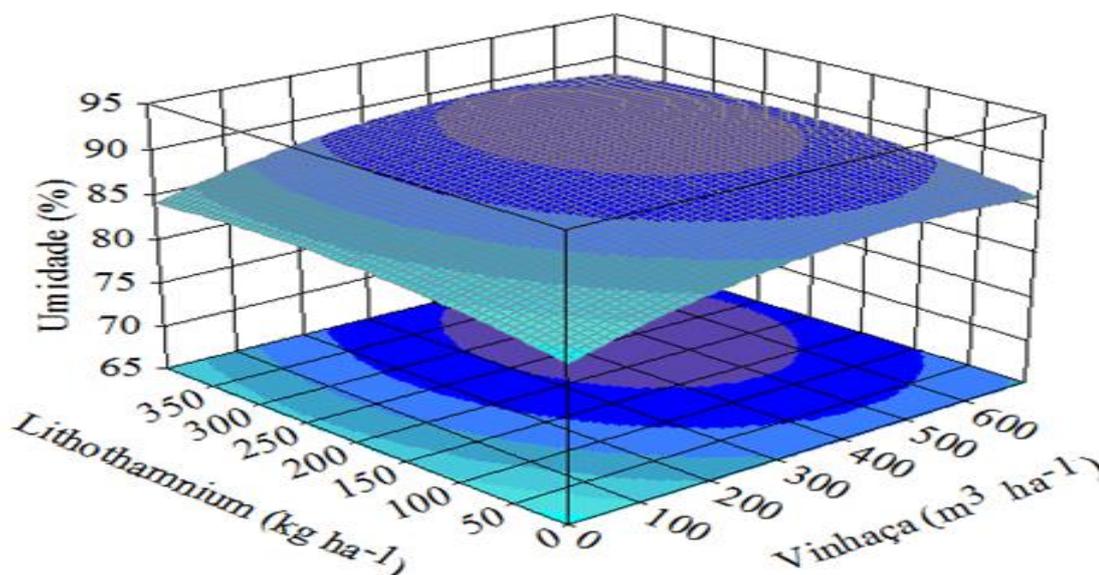
qualidade da cana-de-açúcar, principalmente na pureza do caldo e cristalização do açúcar devido ao excesso de potássio podendo contribuir para gerar alto teor de cinzas, com conseqüente redução no valor pago da cana-de-açúcar pela unidade industrial (SILVA et al., 2007). Doses elevadas de vinhaça também aumentam a salinidade da solução do solo e pode poluir o lençol freático (CRUZ et al., 2008).

Quanto à influência do lithothamnium, segundo Evangelista et al. (2016), solos com saturações por bases

acima de 70%, juntamente, com um fertilizante de rápida liberação como o lithothamnium causa efeito depressivo nas plantas quando fornecido em altas doses, pelo aumento do pH do solo, reduzindo a absorção de nutrientes pela planta.

A umidade do colmo foi influenciada pelas doses de vinhaça, de lithothamnium e também pela irrigação. Plantas irrigadas e adubadas com 261 kg ha⁻¹ de lithothamnium e 486 m³ ha⁻¹ de vinhaça, foram determinantes para atingir o máximo teor de umidade (89,46%) em época da colheita (Figura 2).

Figura 2. Superfície de resposta da porcentagem de umidade da cana-de-açúcar em função da aplicação de diferentes doses de vinhaça e lithothamnium.



$$\text{Umidade (\%)} = 81,84 + 0,020V + 0,0207L - 2,029 \cdot 10^{-5}V^2 - 3,809 \cdot 10^{-5}L^2 - 1,75 \cdot 10^{-6}VL \quad R^2 = 0,90$$

A umidade do colmo é um parâmetro utilizado para o monitoramento da maturação da cana-de-açúcar, que interfere nas condições de industrialização. É considerada madura quando no caldo o teor mínimo de sacarose for acima de 13%, ou colmos com umidade entre 71 a 73%, já que nestas condições geralmente produz-se cana de melhor qualidade sem reduzir sensivelmente a produtividade (RIPOLI et al., 2004).

A umidade do colmo também é fator importante para a comercialização da cana-

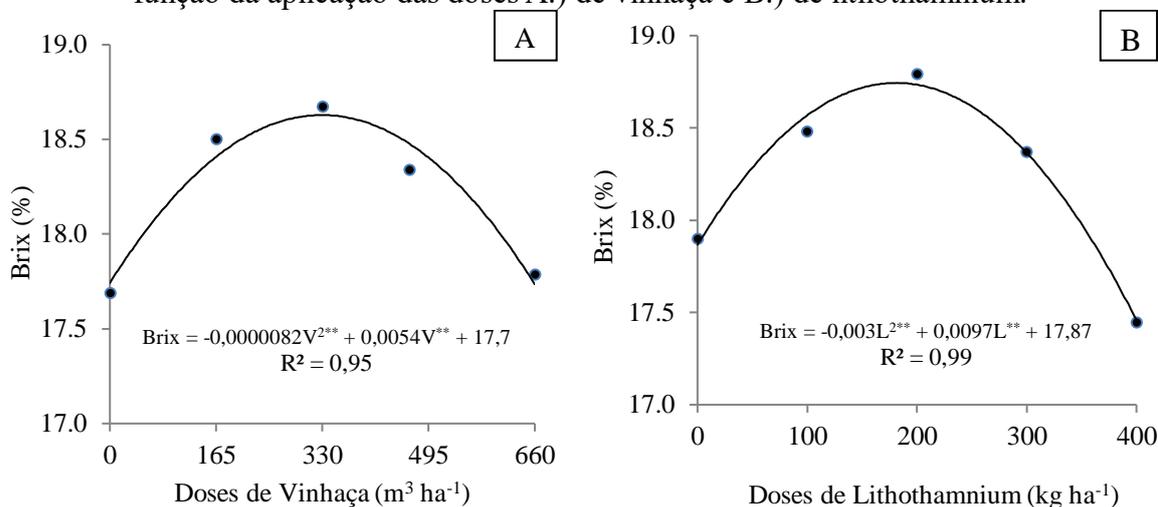
de-açúcar. Com a porcentagem de umidade de colmo, verificada neste estudo o produtor estaria entregando na usina em uma tonelada de cana-de-açúcar, 89,57% de caldo e 10,43% bagaço. Apesar da umidade de colmos registrada se encontrar acima do recomendado, caso se cumpra os parâmetros de qualidade da cana-de-açúcar favorecidos pelos tratamentos, esse fato pode contribuir para uma maior lucratividade do agricultor.

Houve efeito independente das doses de vinhaça e de lithothamnium

aplicadas sobre o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) encontrados no caldo da cana-de-açúcar. As doses de lithothamnium e de

vinhaça que maximizaram o $^{\circ}$ Brix foram respectivamente, 179,54 kg ha⁻¹ e 329,18 m³ ha⁻¹ (Figura 3).

Figura 3. Variação do teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) no caldo de cana-de-açúcar em função da aplicação das doses A.) de vinhaça e B.) de lithothamnium.



Em média o valor de $^{\circ}$ Brix registrado no caldo de plantas adubadas com vinhaça e lithothamnium foi de 18,74%, sendo 6% maior que o mínimo recomendado (13%) para que a cana apresente condições de ser amostrada para análise tecnológica detalhada (BARBOSA et al., 2012). A disponibilidade hídrica durante o ciclo fenológico da cultura, provavelmente favoreceu o crescente acúmulo de sacarose nas células isodiamétricas do tecido parenquimatoso do colmo, refletindo no valor de Brix registrado (SILVA et al., 2014).

Enquanto o aporte de potássio encontrado na vinhaça pode ter favorecido a síntese, o acúmulo e a translocação da sacarose da folha ao colmo, aumentando a qualidade do caldo da variedade pesquisada (OLIVEIRA et al., 2012).

Esse efeito positivo também pode ser consequência da maior absorção de cálcio e magnésio pela planta disponibilizado pelo lithothamnium. Em consequência, isso permitiu a manutenção do pH do solo próximo a 6,0, favorecendo e reduzindo os efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe,

com aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) e atividade microbiana do solo (Souto et al., 2008), contribuindo para uma maior nutrição da planta e consequente aumento de sua qualidade. A porcentagem de fibra, pureza do caldo e açúcar teórico recuperável (ATR) encontrados no caldo de cana-de-açúcar foram influenciados pela interação entre a irrigação e as doses de adubação orgânica aplicadas, enquanto a porcentagem de sacarose (% pol) foi influenciada apenas pela interação entre as doses de vinhaça e de lithothamnium.

Plantas irrigadas e adubadas com 161 kg ha⁻¹ de lithothamnium e 295 m³ ha⁻¹ de vinhaça, foram determinantes para alcançar a máxima porcentagem de fibra (16,6%) na cana-de-açúcar (Figura 4A).

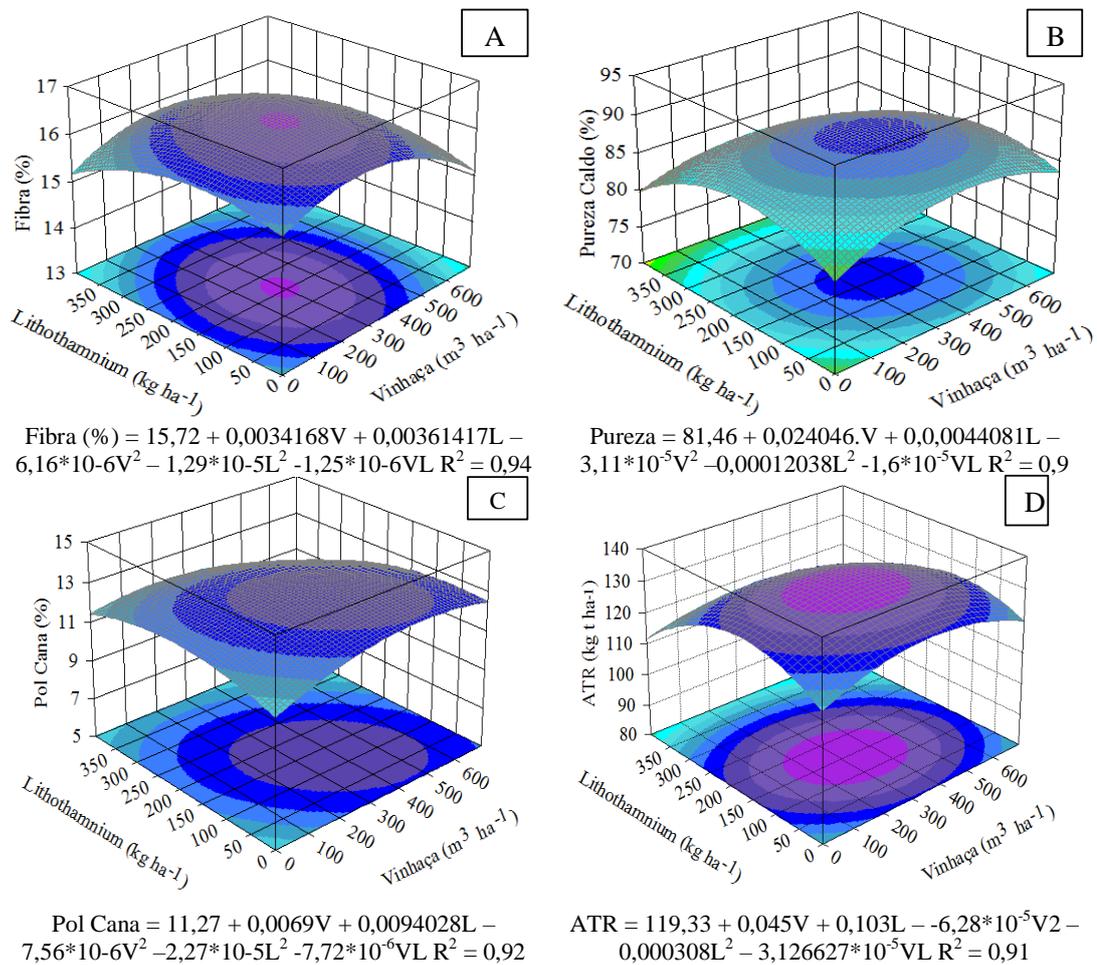
Tecnologicamente, o colmo se compõe de fibra e caldo. A fibra é a matéria insolúvel em água contida na cana (SILVA et al., 2014). O tecido fundamental do colmo é chamado de parênquima ou tecido suporte; é neste que se encontram as células com a principal função de armazenar o suco açucarado da planta (OLIVEIRA, 2012).

Além de armazenar sacarose, o

componente fibroso, fornece sustentação ao colmo, e tem um papel importante no processo industrial de extração do caldo e na co-geração de energia nas usinas (SILVA et al., 2014). A maior porcentagem de fibra alcançada com aplicação do melhor tratamento foi maior que o valor ideal para a extração de sacarose (11 a 13%). Entretanto essa porcentagem de fibra pode

produzir na moagem um bagaço com propriedades suficiente para conservar o poder calorífico das caldeiras. Teor de fibra na cana-de-açúcar menor que 10,5% é indesejável devido ao baixo balanço energético nas usinas, sendo necessário queimar uma maior quantidade de bagaço para manter o poder calorífico nas caldeiras (SILVA et al., 2014).

Figura 4. Variação de A.) porcentagem de fibra, B.) pureza do caldo, C.) pol cana %. e D.) ATR em função dos tratamentos aplicados.



Ressalta-se que quando apresentam baixos teores de fibra, as plantas ficam mais susceptíveis a prováveis danos mecânicos produzidos nas operações de corte e transporte da cana-de-açúcar, o que contribui para a contaminação do caldo e acarreta perdas na indústria. Quando a cana

está com teor de fibra baixo ela também pode acamar e quebrar facilmente pela ação de ventos fortes, o que resulta em perdas no momento da colheita mecanizada e perda de açúcar na água no processo de lavagem (BARBOSA et al., 2012). Canas com baixo teor de fibra permitem a penetração de

microrganismos no colmo, através de rachaduras, contaminando a cana e estimulando a produção de dextranas, as quais afeta a qualidade do açúcar e a eficiência industrial (OLIVEIRA et al., 2002).

A influência da vinhaça e da irrigação sobre a porcentagem de fibra pode estar associado à assimilação de carbono, assim como a síntese e translocação de proteínas e carboidratos pela planta, pois mediante a maior disponibilidade de água e potássio, resulta no aumento da quantidade de sacarose nas células da planta, reduzindo com isto o conteúdo de açúcares redutores totais derivando que o conteúdo de fibra na planta se mantivesse em valores não distantes aos considerados ideais para a extração de sacarose (KORNDÖRFER, 1990).

Plantas irrigadas e adubadas com 159,36 kg ha⁻¹ de lithothamnium e 357 m³ ha⁻¹ de vinhaça, produziram o maior valor de pureza (89,6%) no caldo (Figura 4B). Esse valor é considerado adequado para a produção de açúcar e álcool, pois segundo Segato et al., (2006), quando o caldo de cana-de-açúcar apresenta valor de pureza acima de 80% indica um produto isento de substâncias que apresentam atividade ótica, como açúcares redutores, polissacarídeos e algumas proteínas.

A alta porcentagem de pureza do caldo verificada comprova o elevado acúmulo de sacarose no caldo, reduzindo a quantidade de aminoácidos, ácidos orgânicos, amido, açúcares redutores, como também de outros precursores e formadores de cor (SILVA et al., 2014).

Entretanto, houve um efeito depressivo dos tratamentos sobre a pureza do caldo quando se aplicou doses maiores de 200 kg ha⁻¹ de lithothamnium e 382,35 m³ ha⁻¹ de vinhaça. O valor alcançado foi de 81,46%. Mesmo assim, esse fato não comprometeu a qualidade do caldo quanto a sua pureza, já que as unidades industriais somente recusam o recebimento de

carregamentos quando o caldo das plantas apresenta pureza inferior a 75% (OLIVEIRA, 2012).

Quando o solo apresenta excesso de potássio, as plantas tendem a absorver uma menor quantidade de cálcio e magnésio (SILVEIRA, 1989). Isso também implica em redução da capacidade de troca de cátions e da atividade microbiana do solo (SOUTO et al., 2008).

O excesso na concentração de potássio também provoca câmbios na cristalização da sacarose e se pode incrustar nos equipamentos, devido ao aumento de melado, reduzindo com isto a recuperação de açúcar durante o processo de industrialização (CASTILLO; GARCES, 2016).

A pureza do caldo é um dos fatores que determinam a quantidade de sacarose que é possível recuperar em açúcar, assim que substâncias prejudiciais exercem uma influência não somente na pureza do caldo, mas, também na taxa de cristalização e na capacidade de manuseio das massas cozidas (MARQUES, 2016).

O aumento de sacarose e ATR registrados em plantas irrigadas quando comparado às plantas cultivadas em regime de sequeiro (Figuras 4C e 4D), pode estar associado ao manejo pleno da irrigação, que contribui para o aumento do perfilhamento e alongação do colmo e, conseqüentemente, acelera a maturação fisiológica da cana-de-açúcar aumentando os teores de sacarose nas células do colmo (TOGNETTI et al., 2003).

Enquanto o aporte de potássio e cálcio encontrado na vinhaça e lithothamnium pode ter favorecido a síntese e solubilidade da sacarose no processo de industrialização, já que o cloreto de potássio (o principal constituinte das cinzas) em particular, tende a aumentar a solubilidade da sacarose dando uma pureza maior do mel esgotado (MARQUES, 2016). Esse aumento da solubilidade da sacarose promove uma redução no tempo de

industrialização com conseqüente redução no desgaste de máquinas com menor tempo de processamento do material vegetal (ARAÚJO, et al., 2016).

6 CONCLUSÃO

A irrigação e doses de vinhaça e lithothamnium produziram efeitos significativos sobre a produtividade e características tecnológicas da cana-de-

açúcar.

Recomenda-se o uso de 200 kg ha⁻¹ de lithothamnium, associada a 330 m³ ha⁻¹ vinhaça, sobre sistema irrigado.

A alternativa de adubação orgânica, além de manter a produtividade e melhorar as características de qualidade na cana planta, melhora a fertilidade do solo em virtude de aumentar os teores de fósforo, potássio e matéria orgânica.

7 REFERENCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C.; SOBRAL, M.; SILVA, F.; GOMES, W. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 1004–1013, 2011.
- ARAÚJO, R.; ALVES, J.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. Variation in the sugar yield in response to drying-off of sugarcane before harvest and the occurrence of low air temperatures. **Bragantia**, São paulo, v. 5, p. 111-127, 2016.
- BACHCHHAV, S. M. Fertigation technology for increasing sugarcane production. **Indian Journal of Fertilisers**, New Delhi, v. 1, n. 4, p. 85-92, 2005.
- BARBOSA, E.; ARRUDA, F.; PIRES, R.; SILVA, T.; SAKAI, E. Cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça e adubos minerais via irrigação por gotejamento subsuperficial: Ciclo da Cana-Planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 9, p. 952–958, 2012.
- CONSECANA- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil Cana-de-açúcar. **Cana-de-açúcar: Orientações para o setor canavieiro**, Brasília, 2007. 25 p.
- CASTILLO, R.; GARCÉS, F. Factors affecting the sugarcane quality. Reporte Técnico, CINCAE-Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. **Carta Informativa**, Quito, v. 2, 2016. 9 p.
- CRUZ, J. I.; PORTUGAL, R. S.; HERNANDEZ, C.; ELIS, V. R.; JUNIOR, S.; USTRA, A. T.; BORGES, R. Detecção de contaminação de solo por vinhaça através de análise de dados de eletrorresistividade. **Revista Brasileira de Geofísica**, Brasília, v. 26, p. 481–492, 2008.
- EMBRAPA-Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, 2006.
- EVANGELISTA, A. W.; ALVES, J.; CASAROLI, D.; RESENDE, F. Desenvolvimento inicial

da mamoneira, girassol e nabo forrageiro adubados com Lithothamnium. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 2, p. 40–48, 2015.

EVANGELISTA, A. W.; EVANGELISTA, P.; VIEIRA, M. A.; JÚNIOR, J. A. Seedling production of *Jatropha curcas* L. in substrates fertilized with Lithothamnium. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 2000, p. 132–139, 2016.

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

KRAMER, P.J. Water relations of plants. New York: Academic Press, 1983. 489 p.
KORNDÖRFER, H. **O potássio e a qualidade da cana-de-açúcar. Informações agronômicas**, Piracicaba, São Paulo, v. 49, p. 1-12, 1990.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Da. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21–28, 2006.

KLEIN, F. B.; FILHO, H. F.; ALMEIDA, P. **Análise sobre o uso da Norma Técnica P4 . 231 da CETESB como preventiva aos impactos ambientais causados pela vinhaça**. São Paulo, 2008. 85 p.

MARQUES, M. A. Fatores que influenciam as perdas durante o processo de cristalização na produção de açúcar. **Revista Eletrônica Engenharia de Estudos e Debates**, São Jose do Rio Preto, v. 1, n. 1, 13 p, 2016.

MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003.

OLIVEIRA, F.; ASPIAZÚ, I., KONDO, M.; BORGES, D.; PEGORARO, F.; VIANNA, E.; Jardim, F. Avaliação Tecnológica de Variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e supressões de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 832-840, 2012.

OLIVEIRA, A. S.; RINALDI, D. A.; TAMANINI, C.; VOLL, C. E; HAULY, M. C. O. Fatores que interferem na produção de Dextrana por microrganismos contaminantes da Cana-de-Açúcar. **Semina**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 99-104, 2002.

OLIVEIRA, E. R. Procedimentos e normas para o acompanhamento de análise da qualidade da Cana-de-Açúcar. **ORPLANA-Organização de plantadores de cana da Região Centro-Sul do Brasil**, Brasília, p. 81, 2012.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M (Org.).

Atualização em produção da cana-de-açúcar. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 2, p. 19-36.

SILVA, M.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108–114, 2007.

SILVA, M. D. A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, A. F. D. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 241–249, 2014.

SILVEIRA, J.A.G. Balanço de cátions e crescimento de cana de açúcar deficiente em K e cultivada em diferentes relações de K⁺/NO₃⁻. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p. 321-328, 1989.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofaunaedáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 151-160, 2008.

TEIXEIRA, R.A.; BARREIRA, C.C.M.A.; RIBEIRO, E.C. As Particularidades da Exploração Canavieira em Goiás: o caso do município de Inhumas. **Ateliê Geográfico**, v.5, n. 3, p. 219-238, 2011.

TOGNETTI, R.; PALLADINO, M.; MINNOCCI, A.; DELFINE, D.; ALVINO, A. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. **Agricultural Water Management**, New York, v. 60, p.135-155, 2003.