

Gessagem e calagem determinando parâmetros fitométricos, qualidade tecnológica e produtividade da cana-de-açúcar

Thiago Henrique Arruda Vieceli¹; Guilherme Martins Maia²; Ana Maria Conte³

1 Estudante de pós graduação; Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP; Bandeirantes, Paraná

2 Instrutor de cana de açúcar, FAESP/SENAR - SP – gui.maia@hotmail.com

3 Professora; Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP; Bandeirantes, Paraná

Resumo: A gessagem juntamente com a calagem vem sendo manejos de extrema importância no preparo de solo aplicados à diversas culturas, fazendo a correção dos teores elevados de alumínio e pH, respectivamente, possibilitando adequada disponibilidade de nutrientes. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os parâmetros fitométricos, de qualidade tecnológica e a produtividade da cana-de-açúcar com aplicação de doses de gesso agrícola e calcário em solo com alto teor de alumínio. O estudo foi realizado na Fazenda Porto no município de Andirá/PR em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico utilizando a variedade de cana-de-açúcar RB 85-5453. O delineamento foi em blocos casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições, sendo T1 (Testemunha: 0 Mg ha⁻¹ de calcário + 0 Mg ha⁻¹ de gesso), T2 (0 Mg ha⁻¹ de calcário + 2 Mg ha⁻¹ de gesso), T3 (0 Mg ha⁻¹ de calcário + 4 Mg ha⁻¹ de gesso), T4 (0 Mg ha⁻¹ de calcário + 8 Mg ha⁻¹ de gesso), T5 (3 Mg ha⁻¹ de calcário + 0 Mg ha⁻¹ de gesso), T6 (6 Mg ha⁻¹ de calcário + 0 Mg ha⁻¹ de gesso), T7 (3 Mg ha⁻¹ de calcário + 4 Mg ha⁻¹ de gesso). Foram avaliados: número de perfilhos, diâmetro do colmo, altura do colmo, produtividade, Brix (%), Pol (%), ATR, AR, Pureza (%), Fibras (%). Os resultados permitiram concluir que a calagem e gessagem não alteraram o desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo experimental, bem como os parâmetros de qualidade tecnológicos e a sua produtividade.

Palavras-chave: gesso agrícola; qualidade tecnológica; *Saccharum officinarum*

Gypsum and limestone determining phytometric parameters, technological quality and productivity of sugar cane

Abstract: The plastering along with the liming has been extremely important in the preparation of soil applied to the different crops, correcting the high levels of aluminum and pH respectively. Thus allowing the availability of nutrients for the plants. The objective of this work was to evaluate the phytometric parameters, the technological quality and the productivity of the sugar cane, where agricultural plaster and limestone doses were applied to soil with high aluminum content. The study was carried out at Farm Porto in the city of Andira / PR in the Oxisol Dystroferic, and the sugarcane variety RB 85-5453 was used. The experiment was carried out in a randomized block with 7 treatments and 4 replicates, with T1 = (Witness: 0 Mg ha⁻¹ limestone + 0 Mg ha⁻¹ gypsum), T2 = (0 Mg ha⁻¹ limestone + 2 Mg Ha⁻¹ of gypsum), T3 = (0 Mg ha⁻¹ of limestone + 4 Mg ha⁻¹ of gypsum), T4 = (0 Mg ha⁻¹ of limestone + 8 Mg ha⁻¹ of gypsum), T5 = 3 Mg ha⁻¹ limestone + 0 Mg ha⁻¹ gypsum), T6 = (6 Mg ha⁻¹ limestone + 0 Mg ha⁻¹ gypsum), T7 = (3 Mg ha⁻¹ limestone + 4 Mg ha⁻¹ of gypsum). Were evaluated: number of tillers, stem diameter, height of the stem, productivity, Brix (%), Pol (%), ATR, AR, Purity (%), Fibers (%). The results allowed to conclude that the liming and plastering did not alter the development of the plants during the experimental cycle, as well as the technological quality parameters and their productivity in the experimental conditions.

Keywords: Agricultural gypsum; *Saccharum officinarum* technological quality.

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura de grande importância econômica em razão de sua múltipla utilidade, podendo ser usada *in natura*, sob a forma de forragem para alimentação animal ou como matéria prima para a fabricação de melado, rapadura, aguardente, açúcar e álcool (SILVA *et al.*, 2007).

Com uma área total de, aproximadamente, 10 milhões de hectares de cana-de-açúcar em 2020, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, o maior produtor e exportador de açúcar mundial e o segundo de etanol (CONAB, 2019). No país, a cana é plantada no Norte-Nordeste e no Centro-Sul, permitindo dois períodos de safra (UNICA, 2015).

A cultura adapta-se a diversos tipos de solo, inclusive aqueles com características mais hostis para as plantas, porém com reduzida produção. Um dos fatores ligados ao solo, que pode reduzir a produção de cana-de-açúcar são solos ácidos e com elevado teor de alumínio, que impedem o crescimento radicular em profundidade, ocasionando menor absorção de água e nutrientes disponíveis (SOUSA *et al.*, 2005).

A cana-de-açúcar é uma cultura que tolera o alumínio, porém existem relatos que o sistema radicular se desenvolve melhor em solos corrigidos, como diz Rocha *et al.* (2008), no qual verificaram aumentos na percentagem de raízes em subsuperfície, principalmente nos tratamentos onde se aplicou calcário e a associação calcário e gesso.

O gesso agrícola é amplamente utilizado como fonte de enxofre (S) para diversas culturas, dentre elas a cana-de-açúcar (BLUM *et al.*, 2013), sendo feito atualmente várias pesquisas para fornecimento de enxofre (S) para a cana, pois pode ocorrer deficiência na cultura devido ao cultivo contínuo e queimadas que ocasionam volatilização do mesmo (FERRAZ, 2015). A aplicação do gesso na cana-de-açúcar, visando à recuperação química do solo em profundidade deve ser realizada preferencialmente após a calagem ou pelo menos junto a ela, podendo ser direcionada tanto para a cana planta como nas soqueiras, dependendo do planejamento e da condução da lavoura (DIAS e ROSSETO, 2006).

Bons resultados foram relatados com o uso do gesso em cana-de-açúcar por fornecer cálcio e enxofre, e ao efeito condicionador de subsuperfície, aumentando o volume radicular e melhorando os atributos químicos e físicos do solo (LORENZETTI *et al.*, 1992; VITTI *et al.*, 1992; ROCHA *et al.*, 2008).

O trabalho de Araújo (2015), assim como, de Ferraz *et al.* (2015) concluíram que a aplicação de gesso agrícola consiste em técnica importante para o condicionamento do solo, melhorando os atributos físicos e químicos contribuindo de forma expressiva para o

crescimento e desenvolvimento pleno da cana-de-açúcar, pois elevam Ca^{2+} e Mg^{2+} em profundidade, aumentando assim a disponibilidade de nutrientes à cultura da cana-de-açúcar.

Segundo Morelli *et al.* (1992), que avaliaram o efeito da aplicação incorporada de gesso e calcário no plantio da variedade SP70-1143 em um Latossolo Vermelho álico de textura arenosa, verificaram durante 4 cortes que a melhor combinação foi 4 Mg ha^{-1} de calcário com 2 Mg ha^{-1} de gesso, promovendo um acréscimo na produtividade de 18 Mg ha^{-1} .

Assim também, Medina *et al.* (2000), não observaram diferenças estatísticas entre as doses de calcário e gesso aplicados na terceira soqueira da cultivar IAC 58-480, em um Nitossolo distrófico.

O uso de gesso, segundo Carvalho *et al.* (2013), incrementou os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} e V%, bem como reduziu os teores de Al^{3+} , nas camadas de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, e aumentou o teor de SO_4^{2-} , na camada de 0,40-0,60 m, aos 180 e 360 dias, respectivamente. Ainda segundo esses autores, a gessagem não resultou em aumento na produtividade de colmos ou melhoria da qualidade tecnológica.

Para as variáveis tecnológicas na produção de cana-de-açúcar Rocha (2007), observou efeitos significativos para a aplicação das doses de gesso mineral, porém apenas para PC, ATR e POL na variedade SP 79-4764, esse mesmo autor constatou que os açúcares redutores totais recuperáveis, açúcares polarizáveis, Pol % de cana aumentaram em função das doses de gesso aplicadas. Para justificar estes resultados, notadamente o ponto de inflexão a partir da dose que promoveu maiores valores nos atributos avaliados, Rocha (2007), também mencionou que doses elevadas de gesso passam a ser nocivas à produção de açúcar, por causa dos possíveis desequilíbrios de bases provocado pela descida do cálcio, conforme também, relatado nos trabalhos de Caires *et al.* (2004), e Mupangwa; Tagwira (2005).

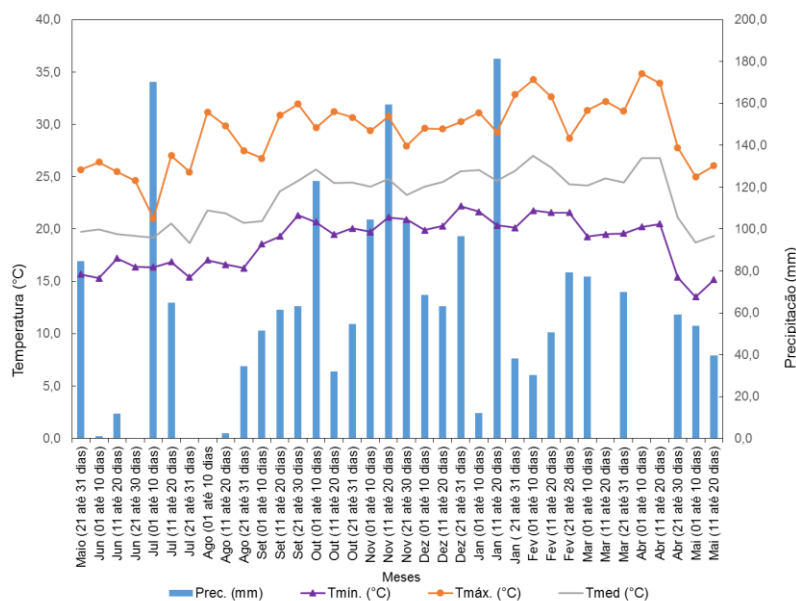
Portanto, sabendo dos benefícios que o calcário e gesso podem apresentar nas características físicas e químicas do solo e, conseqüentemente, na cultura implantada, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da calagem e gessagem no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, na qualidade tecnológica e na sua produtividade.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em área de cultivo pertencente à Usina de Açúcar e Álcool Bandeirantes - USIBAN, na Fazenda Porto, no município de Andirá - PR, latitude 23°03'02'' S, longitude 50° 13'44'' W e altitude 470 m (GEOGRAFOS, 2016).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, isto é, subtropical. A temperatura média mínima anual é de 16,7 °C e a máxima anual de 28,7 °C e a precipitação média anual é de 1429 mm (IAPAR, 2016). Os dados meteorológicos do período de avaliação foram obtidos da estação meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), localizado, aproximadamente, 6 km do experimento e estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Extrato mensal do balanço hídrico e de temperatura, durante o ciclo de 1 ano (uma soqueira), Bandeirantes – PR. **Fonte:** IAPAR, Bandeirantes – PR



O solo experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico e classificação textural muito argilosa apresentando: 670 g kg⁻¹ de argila, 151 g kg⁻¹ de silte e 179 g kg⁻¹ de areia, segundo (EMBRAPA, 2013). Foi amostrado inicialmente para caracterização química e textural, onde foram abertas 5 trincheiras de 1 m de profundidade e foram retiradas 3 amostras nas profundidades de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos e Plantas do Campus Luiz Meneghel/UENP e realizadas as análises de rotina, e os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental antes da correção e adubação- Andirá/PR, 2015.

Prof. (m)	pH CaCl ₂	M.O. mg dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al cmol _c dm ⁻³	H+Al	SB	CTC	V (%)	m (%)
0-0,20	3,9	14,7	3,8	0,10	1,00	0,50	2,3	8,63	1,60	10,24	15,7	60,0
0,20-0,40	4,1	12,7	1,6	0,03	1,70	0,60	1,3	5,89	2,43	8,33	29,2	36,0
0,40-0,60	4,2	10,7	1,2	0,02	1,70	0,70	0,7	5,53	2,42	7,95	30,4	24,0

A cultura utilizada no experimento foi a cana-de-açúcar variedade RB 85-5453, plantada em novembro de 2010 que, segundo Embrapa (2016), tem as seguintes características: exigente em solo e água, maturação precoce, rendimento de transporte bom, colheita mecanizada boa, brotação da soca boa, brotação com palha excelente, florescimento todos os anos e excelente resposta à maturadores.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições, com aplicação de doses de gesso agrícola e calcário, sendo T1, 2, 3 e 4, respectivamente (0 Mg ha⁻¹ de calcário + 0, 2, 4 e 8 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola), T5, e T6 respectivamente com (3 e 6 Mg ha⁻¹ de calcário e 0 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola), e T7 (3 Mg ha⁻¹ de calcário e 4 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola), conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento. Andirá/PR 2015.

Tratamentos	Descrição (Mg ha ⁻¹)	Simbologia
1	0 de calcário + 0 de gesso agrícola	0C+0G
2	0 de calcário + 2 de gesso agrícola	0C+2G
3	0 de calcário + 4 de gesso agrícola	0C+4G
4	0 de calcário + 8 de gesso agrícola	0C+8G
5	3 de calcário + 0 de gesso agrícola	3C+0G
6	6 de calcário + 0 de gesso agrícola	6C+0G
7	3 de calcário + 4 de gesso agrícola	3C+4G

O experimento foi realizado em área total de 3936 m², abrigando 32 linhas de plantio, espaçadas com 1,5 m entre si, por 82 m de comprimento, onde cada tratamento (parcela) foi composto por 8 linhas de plantio com 10 metros de comprimento, sendo separadas por 2 m entre si. Dentro de cada parcela foi considerada área útil as 4 linhas centrais, desprezando-se

no início 0,50 m e no final 1,50 m de cada linha dentro da parcela, totalizando uma área útil de 48 m².

A dose recomendada de gesso agrícola foi determinada segundo recomendação do Boletim 100 (RAIJ *et al.*, 1997), que recomenda sua aplicação quando averiguado teor de Ca²⁺ inferior a 4 mmol_c dm⁻³ e/ou saturação por alumínio acima de 40% seguindo a seguinte fórmula: argila (em g kg⁻¹) x 6 = kg ha⁻¹ de gesso a aplicar. O calcário utilizado foi o dolomítico, e sua dose recomendada foi realizada segundo recomendações estabelecidas pelo Boletim 100 (RAIJ *et al.*, 1997), sendo T7 as doses recomendadas (3 Mg ha⁻¹ de calcário + 4 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola) e T1 a testemunha.

O experimento foi instalado em setembro de 2015, onde foram demarcadas as áreas com estacas e sorteados os tratamentos. No dia 08 de novembro de 2015 houve uma chuva de 37,2 mm, com grande queda de granizo e ventos que ultrapassaram 100 km h⁻¹, ocasionando estragos na cultura, conforme Figuras 2 A e B.

Figura 2 A - Aspecto geral dos estragos causados por granizo em área próxima ao projeto.



Nota: VIECELI, T.H.A. (2016).

Figura 2 B - Aspecto geral de “costela de vaca” formada por consequência da enxurrada



Nota: VIECELI, T.H.A. (2016).

O controle de plantas daninhas foi realizado com pulverizador costal aplicando herbicida Confidence – H na dose de 2,5 L ha⁻¹, já para o controle de formigas foi feita aplicação de Regente 800WG na dose de 0,9 L ha⁻¹, sendo esses manejos feitos pelo técnico da USIBAN. A adubação foi realizada no dia 11 de junho de 2015 com a aplicação de 500 Kg ha⁻¹ da fórmula 20-05-20 de N-P-K, com o uso de cultivador conforme procedimento usual da usina.

Foram realizadas dos parâmetros fitométricos, aos 120, 240 e 360 dias após o corte (DAC), onde foram avaliados em 2 m lineares: números de perfilhos (plantas), altura do colmo (m) e diâmetro do colmo (mm).

Para avaliar o número de perfilhos foi contado o número dos perfilhos em 2 m na linha de plantio onde, posteriormente, foi medida a altura do colmo, com auxílio de uma trena, desde a superfície do solo até a bainha da primeira folha expandida “folha +1” (primeira folha superior desenvolvida e com a lígula visível). O resultado foi expresso em metros, em seguida, o diâmetro dos colmos foi medido utilizando um paquímetro digital, tendo os resultados expressos em milímetros.

Para determinação da produtividade foi realizada colheita (corte) manual e sem fogo (cana crua), onde foi retirado apenas as pontas (folhas) dos colmos em toda a área útil da parcela, a produtividade agrícola da cana-de-açúcar foi expressa em tonelada de colmos por hectare (TCH). Após a colheita (corte), os colmos foram picados e acomodados em “big bags” para posterior pesagem com auxílio de um guincho com balança suspensa.

Ainda para as demais variáveis relacionadas às qualidades tecnológicas da cana, como: Brix - unidade de medida de sólidos solúveis (%), POL - teor de sacarose aparente (%), pureza, açúcares totais recuperáveis (ATR), açúcar redutor (AR), e fibras, os quais foram analisadas pelo laboratório da USIBAN de acordo com as normas técnicas do Consecana (CANZIANI, 2012), onde foram amostrados 10 colmos por parcela, os quais foram picados no desintegrador e homogeneizados, tomando-se, em seguida, amostra de 500 g do material triturado que foi prensado para extração do caldo.

O procedimento foi efetuado em prensa hidráulica, com a amostra coletada em recipiente cilíndrico de aço inoxidável, submetida à pressão de 250 kgf cm⁻² durante 1 minuto. O grau Brix (sólidos solúveis totais) no caldo foi analisado em refratômetro de bancada com correção automática de temperatura. Clarificante à base de alumínio (“octapol”) foi adicionado ao caldo, que foi filtrado, fazendo a leitura sacarimétrica (POL) em sacarímetro com tubo polarimétrico de fluxo contínuo. Os rendimentos de ATR por hectare foram quantificados de acordo com CONSECANA (CANZIANI, 2012).

Os dados foram processados pelo programa estatístico SASM-Agri (CANTERI, 2001), e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5%.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nos parâmetros fitométricos estão apresentados na Tabela 3, onde se pode notar que não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, porém entre as épocas de amostragem (120, 240 e 360 DAC), houve significância entre os resultados. As possíveis diferenças nos parâmetros fitométricos perante aplicação das doses de calcário e gesso agrícola, poderiam ser obtidos, provavelmente, se o experimento fosse

conduzido por um período maior, sendo assim os insumos teriam um maior tempo de reagirem no solo.

Tabela 3 – Altura do colmo (m), diâmetro do colmo (mm), e número perfilhos em função da gessagem e calagem ao longo do ciclo de 360 dias após o corte (DAC), Andirá/PR.

Tratamentos (Mg ha ⁻¹)	Altura (m)	Diâmetro (mm)	Número de plantas
0C + 0G	1,17	19,10	30
0C + 2G	1,18	18,90	32
0C + 4G	1,20	19,75	29
0C + 8G	1,23	19,50	31
3C + 0G	1,25	19,32	30
6C + 0G	1,15	18,80	31
3C + 4G	1,19	19,65	30
F	0,83 ns	0,98 ns	0,33 ns
CV (%)	11,78	6,47	18,03
Épocas (DAC)			
120	0,18 C	11,64 B	32,71 A
240	1,21 B	22,44 A	34,07 A
360	2,20 A	23,81 A	25,00 B
F	675,65 *	267,76 *	22,96 *
CV (%)	17,09	11,17	17,66

Teste de Tukey a 5% de probabilidade; *= Significativo; ns = Não significativo, C= Calcário, G= Gesso (em Megagramas por hectare).

De acordo com a Tabela 4, onde são apresentados os parâmetros de qualidade tecnológicos da cultura da cana-de-açúcar, observa-se que houve diferenças estatísticas significativas apenas para ATR, sendo que o menor valor de ATR está associado a ao tratamento onde se utilizou 4 Mg ha⁻¹ de gesso agrícola que diferiu estatisticamente da testemunha.

Tabela 4 - Resultados com os parâmetros de qualidades tecnológicas, Bandeirantes/PR.

Tratamentos (Mg ha ⁻¹)	Brix (%)	Pol (%)	ATR (kg Mg ⁻¹)	AR	Pureza (%)	Fibras (%)
0C+0G	21,57	19,27	158,47 A	0,48	89,36	12,51
0C+2G	20,92	18,71	153,52 AB	0,47	89,43	12,68
0C+4G	19,75	18,35	143,53 B	0,47	89,42	13,27
0C+8G	20,17	18,29	148,79 AB	0,44	90,67	13,06
3C+0G	20,75	18,52	153,45 AB	0,48	89,35	12,14
6C+0G	20,85	18,93	153,46 AB	0,43	90,81	13,21
3C+4G	20,17	17,97	148,25 AB	0,49	89,06	12,48
F	ns	ns	3,40*	ns	ns	ns
CV (%)	4,05	3,65	3,48	7,18	1,28	5,60

Teste de Tukey a 5% de probabilidade; *= significativo; ns= não significativo; C= calcário; G= gesso agrícola (em Megagramas ou Toneladas).

Os resultados apresentados nessa tabela estão de acordo com os valores recomendados e mostrados na Tabela 5 segundo Ripoli; Ripoli (2004).

Tabela 5 - Indicadores da qualidade e valores recomendados para a cana-de-açúcar.

Indicadores	Valores Recomendados
POL	> 14
Pureza (POL/ Brix)	> 85 %
ATR (sacarose, glicose, frutose)	>15 % ou > 150 Kg Mg ⁻¹
AR (glicose, frutose)	< 0,8 %
Fibras	11 a 13%

Fonte: Ripoli; Ripoli (2004).

Esses resultados não corroboram com os encontrados por Araújo, (2015) em que o autor encontrou aumento nos açúcares redutores totais (ART), biomassa dos colmos (Fibras) e palha da cana em três socas com a utilização de gesso, porém estão de acordo com Rocha (2007) que afirmou que à medida que se acrescentou mais gesso, ocorreu um acréscimo na produção, assim como os açúcares totais recuperáveis, açúcares polarizáveis, POL % da cana.

Medina *et al.* (2000), trabalhando com doses de calcário e gesso agrícola aplicados na terceira soqueira da cultura da cana-de-açúcar, observaram diferenças significativas nos parâmetros de qualidade tecnológicos, para a aplicação de gesso, nos parâmetros PC, ATR, e POL. Essa pesquisa conseguiu resultados semelhantes para o parâmetro ATR da cana-de-açúcar em quinta soqueira.

Os resultados de produtividade (TCH) estão apresentados na Tabela 6, onde se pode observar que não houve diferenças significativas quando se utilizou doses de calcário e gesso agrícola. Esses resultados corroboram com Medina *et al.* (2000) e Rocha (2007), que não observaram diferenças estatísticas nos resultados entre doses de calcário e gesso agrícola aplicados na terceira soqueira. Isto difere de Lemes *et al.* (2010) que afirmaram que a aplicação de calcário e gesso aumentou a produtividade.

Tabela 6 - Produtividade (TCH), da cana-de-açúcar em função da calagem e gessagem. Bandeirantes/PR.

Tratamentos (Mg ha ⁻¹)	0C+0G	0C+2G	0C+4G	0C+8G	3C+0G	6C+0G	3C+4G
Produtividade (TCH)	59,60	52,90	64,14	57,39	64,20	57,40	57,83
F = ns CV (%) = 13,38							

Teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns= não significativo; C= Calcário e G= Gesso (em Megagramas).

Já Araújo (2015) encontrou aumento na produtividade (TCH), assim como, Fernandes *et al.*, (2007) que também verificaram que doses maiores de calcário e gesso promoveram aumento na produtividade.

Rocha (2007) menciona que doses elevadas de gesso tendem a ser nocivas à produção de açúcar por ocasionar desequilíbrio pela descida do cálcio, o que também foi relatado por Caires *et al.* (2004) e Mupangwa; Tagwira (2005).

Os baixos valores de produtividades apresentados na Tabela 6, podem ser explicados devido a cultura já estar em estado avançado de cultivo, ou seja, quinta soca. Também fatores ambientais adversos podem ter influenciados os resultados, como mostram os resultados da Figuras 1 e 3 A e B, onde chuvas torrenciais e na forma de granizo ocorreram no período experimental, trazendo atraso no desenvolvimento da cultura e possibilitando a disseminação de doenças.

Conclusão

A prática da calagem e gessagem não alteram o desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo experimental, bem como os parâmetros de qualidade tecnológicos e a sua produtividade.

Referências

ARAÚJO L. G. **Uso do gesso e sua influência na produção de cana-de-açúcar, atributos químicos e estoque de carbono no solo de cerrado**. 2015. 100f. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília. DF, 2015.

BLUM, S. C.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D.; CAIRES, E. F.; ALLEONI, L. R. F. Sulfur forms in organic substrates affecting S mineralization in soil. **Geoderma**, v. 200-201, p. 156-164, 2013.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 125-136, 2004.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p. 18-24, 2001.

CARVALHO, J. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; PASSOS, M. Produtividade de cana soca sem queima em função do uso de gesso e vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 1-9, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Monitoramento agrícola – Cana-de-açúcar: Segundo Levantamento**. CONAB: Brasília, DF. v.6, n.2, p. 1-58, 2019.

CANZIANI, J. R.; GUIMARÃES, V. di A.; Consecana, Paraná: **Manual de Instruções** – 3.ed. - Curitiba : FAEP/SIALPAR/SIAPAR . 3ª ed. 118 p. 2012.

DIAS, F.L.F.; ROSSETO, R. **Calagem e adubação da cana-de-açúcar**. In: SEGATO, S. V. et al. (org). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: SP, p.107-119, 2006.

DOS SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 6, n.1, p. 12 - 16, 2002.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 212p. 1997.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 353p. 2013.

FERNANDES, M. B.; FREIRE, F. J.; COSTA, F. G. B. Gesso mineral como fonte de enxofre para cana-de-açúcar. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 101-109, 2007.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, M. A.; FRANCO, F. O.; BATISTA, J. L.; SANTOS D. M. **M. Gessagem em cana-de-açúcar efeitos no solo e produção.** INTESA – Informativo Técnico do Semiárido – Pombal, PB, v.9, n 2, p. 70 -79, 2015.

GEOGRAFOS, Andirá, Paraná - PR. **Coordenadas Geográficas.Latitude, Longitude, Altitude e Área.** Disponível em:<<http://www.geografos.com.br/cidades-parana/andira.php>>. Acesso em: 07 novembro de 2016.

IAPAR. **Médias históricas em estações do IAPAR.** Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Bandeirantes.htm>. Acesso em: 04 novembro de 2016.

LEMES, G. de C.; CHAVES, U.; LIMA, W. P. de; PEREIRA, W. **Aplicação de calcário e gesso para correção de solos de Cerrado para o cultivo da cana-de-açúcar.** Cognition/ Pós-Graduação UNILINS, n.1, 2010.

MEDINA, C. C.; ROBAINA JÚNIOR, R. A. H.; NEVES, C. S. V. J.; BRINHOLI, O. Sistema radicular de cana-de-açúcar submetida a doses de gesso, calcário e vinhaça. **Semina: Ciências Agrárias** , v. 21, n. 1, p. 71-75, 2000.

MORELLI, J. L.; DALBEN, A. E.; ALMEIDA, J. O. C; DEMATTÊ, J. L. L. Calcário e Gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um Latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 187-194, 1992.

MUPANGWA,W.T.; TAGWIRA, F. Groundnut yield response to single superphosphate, calcitic lime and gypsum on acid granitic sandy soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, n.73, p.161–169, 2005

RAIJ, B. V; **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, Potafos, 343p. 1991.

RAIJ, B. V; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** Ed. 2, Campinas, SP: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 285p. 1997.

RAIJ, B. V; **Gesso na agricultura.** Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2008. 233p.

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

ROCHA, A. T. **Gesso mineral na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar e Implicações na produtividade agrícola e industrial.** Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE, p.69, 2007.

SILVA, V. L. M. M.; GOMES, W. C.; ALSINA, O. L. S. Utilização do bagaço da cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.2, p. 27-32, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso do gesso agrícola nos solos do Cerrado.** Circular Técnica Embrapa Cerrados, Brasília, v. 32, 19p. 2005.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A.; PEREIRA, H.S.; DEMATTÊ, J.L.I. **Resultados experimentais do uso de gesso na agricultura – cana-de-açúcar.** In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO

GESSO NA AGRICULTURA, 2. Uberaba, MG. Anais... Uberaba: Instituto Brasileiro do Fosfato, p. 191-224. 1992.