

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – IF GOIANO
- CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-
AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS(MPB) E GESSAGEM NA PRODUTIVIDADE DE
CANA-DE-AÇÚCAR

Orientador: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

Coorientadora: DSc. Tatiana Michlovská Rodrigues

Mestrando: Renato Gouveia Guimarães Júnior

RIO VERDE-GO

MAIO – 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – IF GOIANO
- CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-
AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS(MPB) E GESSAGEM NA PRODUTIVIDADE DE
CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação de mestrado apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Campus Rio Verde, do Programa de Pós-Graduação – *Stricto sensu* em Ciências Agrárias.

Orientador: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

Coorientador: DSc. Tatiana Michlovská Rodrigues

Mestrando: Renato Gouveia Guimarães Júnior

RIO VERDE-GO

MAIO 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

GG963a Guimarães Júnior, Renato Gouveia Guimarães Júnior
 AVALIAÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS E GESSAGEM NO
 CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR /
 Renato Gouveia Guimarães Júnior Guimarães
 Júnior;orientadora Carlos Ribeiro Rodrigues
 Rodrigues; co-orientadora Tatiana Michlovská
 Rodrigues. -- Rio Verde, 2019.
 65 p.

 Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias -
 Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
 Verde, 2019.

 1. Mudas pré-brotadas. 2. Gessagem. 3. Cana-de-
 açúcar . 4. Qualidade do caldo. I. Rodrigues, Carlos
 Ribeiro Rodrigues , orient. II. Rodrigues, Tatiana
 Michlovská Rodrigues, co-orient. III. Título.

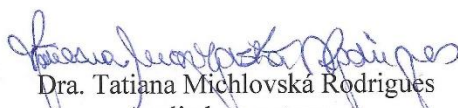
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA


MÉTODOS DE PLANTIO E GESSAGEM NA CANA-
DE-AÇÚCAR


Autor: Renato Gouveia Guimarães Júnior
Orientador: Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues


TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em, 31 de maio de 2019.


Dra. Tatiana Michlovska Rodrigues
Avaliadora externa
Autônoma


Prof. Dr. Leandro Carlos
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof. Dr. Gustavo Castoldi
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar o presente trabalho seria injusto não agradecer a força suprema que move o universo, por ter me dado a oportunidade de obter grandes aprendizados durante o tempo que me dediquei a conviver com todos que cercaram durante estes dois anos.

Logo sou muito grato pela credibilidade que meu orientador Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues me creditou ao me aceitar como seu orientado, em seguida e não menos importante a minha coorientadora Dr^a. Tatiana Michlovská Rodrigues e aos dois não poderia deixar de ser grato pelo laço de amizade e admiração que passei a ter durante o percurso até aqui vivenciado.

A minha família, pai Renato Gouveia Guimarães e minha mãe Eliete Gouveia Guimarães dos Santos e meus irmãos Bruna Gouveia Guimarães e Arthur Pereira Pinheiro, pelo apoio que foi fundamental para chegar até o final dessa pós-graduação, que foi tão sonhada e aguardada por todos, por me acalmarem nos momentos de ansiedade e dificuldades, aqui fica registrado a minha gratidão.

Ao meu companheiro Bruno Conrado Oliveira Arantes, por todo apoio emocional e pela torcida direcionada a mim desde o início, sendo minha calma nos dias de tribulações e compartilhando comigo os meus dias de alegria.

E não poderia nunca deixar de agradecer a todos os meus colegas de laboratório por me ajudar em todas as fases do experimento, Tâmara, Kassia, Vitor, Samara, Pamela, Thomas, Lukia, Amanda, sem a ajuda de vocês eu não teria conseguido finalizar todas as atividades executadas no experimento de campo pela sua grandiosidade, aqui deixo registrado minha gratidão e reconhecimento por todos os serviços prestados por vocês de muito bom grado.

E para finalizar gostaria de agradecer imensamente a instituição Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, pelo acolhimento durante todo este tempo, e também não poderia deixar de agradecer a CAPES, que me concedeu a bolsa como fonte de fomento, sendo muito importante durante todo o período do curso.

BIOGRAFIA DO ALUNO

RENATO GOUVEIA GUIMARÃES JÚNIOR , Filho de Renato Gouveia Guimarães e Eliete Gouveia Guimarães dos Santos, nascido em Rio Verde – Goiás, no dia 23 de março de 1991.

Ingressou fevereiro de 2007 no curso de tecnólogo em agropecuária, no antigo CEFET de Rio Verde , Atualmente o IF-Instituto Federal Goiano de Rio Verde, com termino em dezembro de 2008, logo em seguida iniciou sua graduação em fevereiro de 2009, no curso de agronomia da UNIRV- Universidade de Rio Verde.

Em março de 2017, inicia sua participação no programa de pós-graduação em Ciências Agrárias – Agronomia na área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado nível mestrado, sujeitando-se a defesa da dissertação , pré-requisito para a obtenção do título de mestre em Ciências Agrárias- Agronomia, fevereiro de 2019.

ÍNDICE

1-	INTRODUÇÃO GERAL	11
2-	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	HISTÓRICO DA CANA-DE-AÇÚCAR	12
2.2	PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS(MPB) DE CANA-DE-AÇÚCAR	12
2.3	CORREÇÃO DO SOLO E PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR	15
2.4	PROFUNDIDADE DE PLANTIO EM CANA-DE-AÇÚCAR	17
3	CAPÍTULO 1	18
3.1	APRESENTAÇÃO	19
3.2	INTRODUÇÃO	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	22
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4.3	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO DA CULTURA E AVALIAÇÃO	23
4.4	ESTATÍSTICA	23
5	RESULTADOS:ANÁLISE DE SOLO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA PLANTA E 1ª SOCA	24
5.1	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO DA CANA PLANTA	24
5.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO DA CANA 1ª SOCA	28
5.3	QUALIDADE DO CALDO DA CANA PLANTA	31
5.4	QUALIDADE DO CALDO DA CANA 1ª SOCA	33
6	DISCUSSÃO	36
7	CONCLUSÃO	41
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXO 1	49

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

TABELA 1- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL-----	22
FIGURA 1 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO CANA PLANTA-----	26
FIGURA 2 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO CANA 1ª SOCA-----	30
FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA CANA PLANTA---- -----	32
FIGURA 4 - PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA CANA 1ª SOCA----- -----	35

ÍNDICE DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

MPB	Mudas pré-brotadas
Mg	Magnésio
K ⁺	Potássio
S-SO ⁺² ₄	Enxofre
Ca	Cálcio
SM	Soma de bases
T pot.	CTC potencial
T efet.	CTC efetiva
Al ⁺³	Alumínio
CaCl ₂	Cloreto de cálcio
Mg ha ⁻¹	Megagramas por hectare
POL	Percentual de oligossacarídeos
AR	Açúcares redutores
°BRIX	Percentual de sólidos solúveis
PZA	Pureza do caldo
ATR	Açúcares totais recuperáveis
%	porcentagem
IAC	Instituto agrônomo de Campinas
DAT	Dias após o transplante
STP	Super fosfato triplo
CaO	Óxido de cálcio
H ₂ O	água
°C	Graus Celsius
KCl	Cloreto de cálcio
NaOH	Hidróxido de sódio

AVALIAÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS E GESSAGEM NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

Renato Gouveia Guimarães Júnior; Tatiana Michlovská Rodrigues; Carlos Ribeiro Rodrigues; Gustavo Castoldi; Tâmara Pontes Abreu; Samara Santos Viana; Kassia de Paula Barbosa; Vitor Martins Veneziano.

RESUMO

Objetivou-se analisar a eficiência de MPB (mudas pré-brotadas) de cana-de-açúcar com diferentes profundidades de sulco de plantio sob o efeito de diversas dosagens de gesso com interferência na produtividade e qualidade de caldo do final do ciclo da cana planta e primeira soca. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3 com parcelas subdivididas. Nas parcelas, três concentrações de gesso agrícola (0; 7; 14 Mg ha⁻¹) e nas subparcelas três tipos de muda: MPB transplantada em cova rasa (MPB raso); MPB transplantada em cova funda (MPB-fundo) e plantio convencional em toletes (convencional). Foram realizadas análises de solo e análises de caracterização da qualidade do caldo e produtividade. Os resultados obtidos das análises de solo revelaram efeitos positivos na profundidade de 0,0 a 0,4m na maioria das variáveis analisadas (K⁺, S-SO₄²⁻, Ca, SM, T pot., t efet, sat. base, Al³⁺), com exceção do pH(CaCl₂) que teve resultados melhores nas camadas mais profundas (0,4 a 1,0 m) na cana planta, evidenciando que as faixas de solo (0,0 a 0,4 m) podem ter sido acidificadas pela lixiviação de cátions pela aumento de SO₄⁻ do gesso aplicado, e na cana soca, notou-se nas análises de pH que se manteve alto nas camadas de 0,6 a 1,0 m. A produtividade de MPB fundo sob 14 Mg ha⁻¹ de gesso e convencional sob mesma dosagem obtiveram os melhores teores de POL (%), BRIX (%), porém a cana convencional obteve maior produção de açúcar, 23308,92 Mg ha⁻¹, valor 1,71% maior que a produção do MPB fundo 14 Mg ha⁻¹.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the MBP (pre-budded seedlings) efficiency of sugarcane with different depths of planting groove under the effect of several gypsum dosages with interference on yield and juice quality at the end of the first harvest and first ratoon cycle. The experimental design was randomized blocks in a 3 x 3 factorial scheme with subdivided plots. In the plots, three agricultural gypsum concentrations (0; 7; 14 Mg ha⁻¹) and in the subplots three sowing types: MPB transplanted in shallow pit (MPB-shallow); MPB transplanted in deep pit (MPB-deep) and conventional sett planting. Biometric analyzes (number of leaves, stems, tillers, plant height and stem diameter), soil analysis and juice quality characterization and yield analyses were performed. The results obtained from the soil analysis revealed positive effects in depth of 0.0 to 0.4m in most of the analyzed variables (K⁺, S-SO₄²⁻, Ca, SM, T pot., t efet., sat. base, Al³⁺), except pH (CaCl₂), which had better results in the deeper layers (0.4 to 1.0 m) in the first harvest, evidencing that the soil (0.0 to 0.4 m) may have been acidified by the absorption of large amounts of nutrients by the roots, and in the ratoon sugarcane it was noticed in the pH analysis that it remained high in the layers of 0.6 to 1.0 m. The MPB productivity under 14 Mg ha⁻¹ of gypsum and conventional under the same dosage obtained the best levels of POL (%), BRIX (%), but conventional sugarcane obtained higher sugar yield, 23308.92 Mg ha⁻¹, 1.71% higher than the MPB production of 14 Mg ha⁻¹. These treatments (MPB-deep and conventional 14 Mg ha⁻¹), however, did not stand out in the biometric analyses during the whole cycle, an indicator that these plants assigned their phytoassimilates to accumulate sucrose, instead of biomass.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura é a grande geradora de fonte de renda para a população menos favorecida no Brasil. No entanto, a necessidade de uma produção competitiva substituiu este serviço agrícola pelos mecanizados, com melhor atividade desde a preparação do solo até a colheita. A cana-de-açúcar é uma das culturas que demandava inicialmente de grande quantidade de mão de obra. Com o decorrer dos anos a agricultura de forma geral se desenvolveu a fim de otimizar o processo produtivo e facilitar as operações de plantio e colheita. Porém, na cana-de-açúcar essa evolução foi muito menos acentuada em comparação com outras culturas, principalmente no plantio.

A cana-de-açúcar é uma importante cultura, num primeiro momento com a produção de açúcar mascavo, cachaça e rapadura. Atualmente outros produtos são produzidos a partir da cana-de-açúcar, como álcool combustível, álcool celulósico, melaço, açúcar clarificado, bioeletricidade, biogás e até bagaço peletizado como alternativa à lenha para exportar aos países de clima frio.

A propagação da cana se deu por meio de plantio de cana inteira por muitos anos e com os avanços fitotécnicos, outras formas de propagação surgiram como a cana picada e as mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar. A produção de MPB consiste em gerar mudas individualizadas desenvolvidas em viveiros devidamente certificados de cuidados fitossanitários, a partir do minirrebolo da cana. Essas mudas posteriormente passam pelo importante processo de rustificação antes de serem levadas ao campo para o plantio, por reduzir ao máximo os danos e garantir crescimento satisfatório para o desenvolvimento da muda no campo.

A cultura da cana-de-açúcar tem ocupado espaço anteriormente de áreas do Cerrado destinadas para a pecuária e agricultura, sobretudo de soja e milho. Em Goiás essas áreas se aglomeram principalmente em volta de rodovias estaduais e federais fundamentais para o escoamento da produção. Essas áreas do Cerrado por ter características naturalmente ácidas, são submetidas aos condicionadores do solo, que são os grandes responsáveis pela produção em regiões em que os teores de Alumínio (Al) trocáveis são tóxicos às plantas, prejudica o crescimento radicular e conseqüentemente a produtividade. O calcário e o gesso são os condicionadores de solo que permitiram com que a agricultura no Cerrado se tornasse tão promissora, com a produção de uma exploração maior do solo em extensão e no caso do gesso em profundidade.

As práticas que envolve as operações de plantio como a quantidade de mudas, a profundidade do sulco, espaçamento entre fileiras, a época de plantio e os cuidados necessários que envolvem essas operações, devem proporcionar as condições ideais para o crescimento inicial da cana-de-açúcar.

Tais procedimentos favorece o crescimento radicular e a brotação, fatores estes que contribui para o aumento da produtividade e influencia na longevidade do canavial. Logo, a manutenção da produção do canavial ao longo dos anos de exploração do cultivo, a profundidade de plantio e a qualidade das mudas são fatores determinantes Tavares et al. (2010).

O gesso pode auxiliar no estabelecimento de MPB, e esse método de propagação é capaz de contribuir no rápido estabelecimento da cultura da cana-de-açúcar no campo e conseqüentemente elimina as falhas de plantas em linhas e aumenta o crescimento inicial das plantas e conseqüentemente a produtividade.

2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Histórico da cana-de-açúcar

Nas escrituras mitológicas dos hindus e nas Sagradas Escrituras que se teve os primeiros registros da existência de cana-de-açúcar. Era considerado como remédio e um artigo de luxo até o século XVIII. Nas ilhas do Arquipélago da Polinésia é que se teve a primeira aparição da cana. Os estoques das caravelas que partiam para expedições continham mudas de cana-de-açúcar, que seriam multiplicadas nas novas terras, para servirem de suprimentos aos desbravadores. Em 1493 Cristovão Colombo em sua segunda expedição pelas Américas, trouxe as primeiras mudas e em 1502 Martim Afonso de Souza chega ao Brasil trazendo cana oriunda da Ilha da Madeira. Já na alfândega de Lisboa, as primeiras entradas de açúcar brasileiro em terras portuguesas foram nos anos de 1520 e 1526. (Cesnik 2004).

A cana-de-açúcar teve destaque na história do Brasil, tanto econômica, quanto de desenvolvimento social. Por um lado, a cana-de-açúcar foi a base da economia do Brasil colônia. Por outro lado, a base do desenvolvimento econômico do Brasil colônia foi utilizada mão de obra escrava. Ambos os fatores deixam sinais vivos na sociedade brasileira atual.

A cana-de-açúcar, antes utilizada somente para a produção de açúcar, hoje é a base de uma nova matriz energética, renovável e sustentável e que gera divisas, tecnologias e exporta o álcool combustível para o mundo. No entanto, com a automatização e mecanização de vários processos nas agroindústrias sucroalcooleira, foi reduzida a dependência da mão de obra barata, que em muitos lugares são ocupadas pelos descendentes dos negros escravos. Esse foi um dos maiores êxodos rurais no Brasil. Hoje, esses descendentes dos negros escravos, ocupam boa parte das favelas do Brasil, gerando grande problema social. Todavia, as novas tecnologias na produção de álcool combustível podem auxiliar em trazer novamente a população para o setor produtivo da sociedade.

2.2 Produção de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar

Buscou-se em diferentes bases sobre mudas pré-brotadas em cana-de-açúcar. Na página da internet dos Periódicos Capes foi realizada a busca com as palavras “mudas pré-brotadas de cana” e “pre-sprouted seedlings” e foram obtidos como resposta seis e três artigos, respectivamente nos últimos 10 anos. Na base Google Acadêmico foram encontrados 18 artigos nos últimos 10 anos.

A maior parte dos artigos encontrados avalia o efeito de microrganismos promotores de crescimento como fungos micorrízicos e bactérias diazotróficas de vida livre, na brotação inicial das mudas em condições de substrato e ou vaso com solo (Girio et al. 2015; Malvestitti Neto et al. 2015). Os artigos de uso de MPB em campo avaliam as alterações no manejo de plantas daninhas na cultura da cana (Sabbag et al. 2017).

A técnica de mudas pré-brotadas de cana, foi desenvolvida inicialmente para acelerar trabalhos de melhoramento vegetal da cana-de-açúcar pelo Centro Tecnológico Canavieiro SA (CTC) em Ribeirão Preto, São Paulo (Landell et al. 2013), seguido de pedido de registro de patente, com o número de patente WO2014153630 (Hasner et al. 2019). Com esse intuito várias empresas multinacionais como Syngenta, Basf e DuPont solicitaram registro de patente de multiplicação de mudas pré-brotadas de cana, números das patentes WO2009000402; WO2012140177 e WO2013096531, respectivamente, não só para uso em

trabalhos de melhoramento genético, mas também para a multiplicação de área canavieiras comerciais (Harsner et al. 2019). Segundo os autores, o número de artigos científicos com menção dessas patentes é de 65, com mais de 50%, 39 artigos, de 2001 a 2015. Os países com artigos científicos que mais citam as patentes, com destaque para a patente número WO2009000402, solicitada pela Syngenta, são, China com 8 artigos; Austrália, Brasil, Colômbia e EUA com 7 artigos cada; Argentina e Peru com 6 artigos cada e África do Sul e México com 5 artigos cada. Esses dados demonstram o número crescente de artigos científicos a utilizar essa tecnologia, e tem uma demanda a nível mundial concentrado nos maiores produtores de cana-de-açúcar no mundo.

Todos os artigos citados por Harsner et al. (2019) estão relacionados às técnicas de micropropagação e manejo de doenças e pragas. Nenhum trabalho citado por Harsner et al. (2019) comparam a produtividade da cana em mudas a partir de MPB associada ao manejo de gessagem na cana. Como relatado acima, na busca realizada em janeiro de 2019, nenhum trabalho foi encontrado comparando a produtividade da cana, em plantio de diferentes métodos propagativos, associado ao manejo da gessagem. Assim, a ausência de mais informações relacionada a MPB com correção do solo, levanta a demanda de trabalhos nessa área.

A produção de MPB é uma técnica de fácil execução em que o primeiro cuidado é obter colmos de qualidade, oriundos de cultivos livres de fitopatógenos. Para produção dos minirrebolos os colmos são cortados em pedaços pequenos, com apenas uma gema. São submetidos a tratamento fúngico e depois vão para a bandeja, e são cobertos com substrato para que haja a brotação. Após esta fase eles são dispersos em tubetes com substrato para receberem irrigação e adubação correta para o crescimento da muda. Após esta etapa, passam para a área de rustificação para serem adaptadas ao sol e as condições de campo e em dois meses estão prontas para o plantio no campo (Landell et al. 2013).

Segundo Landell et al. (2013) a multiplicação MPB a partir de gemas individuais, as mudas devem ser espaçadas em aproximadamente 3 plantas por metro, para que tenha maior homogeneização espacial das plantas, não havendo desperdício de mudas sadias e também possibilitando melhor perfilhamento, aumento do número de colmos e consequentemente maior número de gemas no ciclo seguinte, além de fechar mais rápido das linhas de plantio, dispensa a necessidade de uso de herbicidas por haver controle natural das plantas invasoras pelo sombreamento da cana ao crescer.

Pedrosa et al. (2018) buscou estabelecer de MPB de cana-de-açúcar sob a influência de fungos micorrízicos arbusculares, expôs as variedades CTC 9004M, IAC SP955094 e IAC SP962042 ao solo estéril com inoculação de esporos de fungos micorrízicos e solo estéril sem a inoculação de esporos, e foram feitas análises biométricas das plantas, taxa de colonização micorrízica e densidade de esporos, com nenhuma diferença de diâmetro de colmo, número de perfilhos e peso de massa seca entre as variedades, porém o uso dos fungos incrementou na altura das variedades IAC SP 955094 E CTC 9004M. A densidade de esporos e a colonização micorrízica obteve significância nas cultivares IAC SP 955094 e IAC SP 962042.

No trabalho realizado por Gírio et al. (2015) a partir de inoculação de bactérias capazes de promover o crescimento e adubação nitrogenada no estágio de crescimento inicial de MPB em cana, resultam na estimulação até os 180 DAT (dias após transplantio) o crescimento inicial, com aumento do perfilhamento, altura, diâmetro e a produção de matéria seca dos colmos, palha e total das plantas. E, a

inoculação das bactérias em cana-de-açúcar tem efeito fisiológico sobre o crescimento com acúmulo de matéria seca da parte aérea, das raízes e produção do incremento de comprimento radicular, independente das quantidades de reservas da gema, além da brotação ocorrer de forma mais rápida.

Já Malvestitti Neto et al. (2015) estudou a intervenção de doses de nitrogênio e densidades na produtividade de MPB em cana-de-açúcar e afirmou que não há efeito significativo da produtividade da cana-planta em relação as doses de nitrogênio e no espaçamento entre plantas. Assim, ao usar a economia de recursos recomenda-se as menores doses, no plantio de 1,5 m de entre linhas, 0,75 m entre plantas e aplicação do N de 40 kg ha⁻¹.

Santos et al. (2018) em resposta ao trabalho realizado com as bactérias diazotróficas lembra que além de promoverem o crescimento também podem reduzir os gastos com fertilizantes. Oliveira et al. (2018) também avaliou o desempenho de MPB de cana-de-açúcar em resposta a aplicação de promotores de crescimento vegetal (*Burkholderia gladioli*), associado ao ácido húmico constata que a combinação é capaz de desenvolver mudas vigorosas podendo ser ótimo método para melhorar os rendimentos da cana-de-açúcar.

Os tipos de substratos também pode ser uma variável susceptível a produção de boas mudas segundo Pinto et al. (2016) ao observar o plantio de minirrebolos de cana-de-açúcar sob diferentes tipos de substratos combinados em quatro tratamentos: substrato comercial, substrato comercial com terra de subsolo, terra de subsolo com torta de filtro e substrato comercial com torta de filtro. Conclui que o experimento de MPB teve bons resultados com os substratos que utilizou torta de filtro, mas não demonstra diferença de desenvolvimento de MPB em substrato comercial puro.

Hasner et al. (2019) que descreve a tecnologia para propagar cana-de-açúcar em estudo de citação de patente, que ainda está em desenvolvimento, tendo como interessados três grandes multinacionais: Syngenta, BASF, Du Pont / BSE e uma única empresa nacional a CTC. Todos os pedidos de patentes descrevem diferentes métodos de propagação da tecnologia, a Syngenta retrata a muda de cana-de-açúcar como encapsulada com uso do técnica de propagação vegetativa, a BASF fala em mudas que são emergidas dos nós e plantada em diferentes substratos de recipientes biodegradáveis, Du Pont / BSE expõe sua tecnologia com recipiente expansível, mas não fala da técnica de propagação e a tecnologia do CTC descreve uma semente artificial derivada da técnica de micropropagação de meristema apical.

É importante analisar o interesse de empresas internacionais desenvolvendo novas tecnologias em nosso território, apesar da tecnologia mais avançada ser a nacional. Porém, enfrentando grandes limitações de desenvolvimento de novas pesquisas por problemas de custos e de logística internas. O texto também relata que apesar das tecnologias estarem bem avançadas nos últimos dez anos, as empresas CTC e BASF são dependentes da tecnologia desenvolvida pela Syngenta neste caso. Muitas citações de patentes estão associadas ao uso de biotecnologia relacionado os reguladores de crescimento e tratamento de mudas para suportar pragas, estresse ambiental e garantir melhor taxa de propagação.

2.3 Correção do Solo e produção da cana-de-açúcar

O estabelecimento da cana-de-açúcar em campo depende não só da qualidade da muda, mas também das condições do ambiente e do solo. O desenvolvimento das raízes é o fator chave para o estabelecimento da cana-de-açúcar e para a obtenção de altas produtividades (Nalawade et al. 2018). Segundo os autores, o melhor desenvolvimento do sistema radicular, além de aumentar a eficiência do uso de água e nutrientes, aumenta a resistência das plântulas à doenças e pragas de solo por escape.

Os solos brasileiros, em específico sob o Bioma Cerrado, em geral, são ácidos e apresentam baixos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) e altos teores de alumínio (Al) trocável (Lopes e Cox 1977; Lopes e Guilherme 2016). O plantio em solos sob Cerrado com as características citadas proporciona plantas com sistema radicular pequeno e concentrado na superfície do solo. Sob essas condições as plantas se tornam susceptíveis à condição de déficit hídrico, principalmente a cana-de-açúcar que é semiperene e se desenvolve ao longo do período seco do ano, ou seja, outono e inverno.

Para a produção agrícola em solos sob o Bioma Cerrado no Brasil, a premissa básica é a correção da acidez e do Al trocável do solo (Santos 2015). O Al trocável é tóxico para as plantas, com produção de baixo desenvolvimento do sistema radicular e com sintomas de raízes escurecidas e quebradiças (Faquin 2011). O Al se liga a RNA polimerase, impedindo a multiplicação das células, e o Al desloca o Ca dos espaços intracelulares e desestabiliza a parede e membrana celular, provoca a perda de constituinte intracelular e conseqüentemente a morte da célula (Malavolta 2006; Espstein e Bloom 2006; Faquin 2011; Marschner 2012). Assim, a correção do Al trocável é imprescindível para o estabelecimento inicial da cana e para a obtenção de altas produtividades. O principal insumo agrícola utilizado para a correção do Al trocável no solo é o gesso agrícola.

O gesso agrícola é um insumo obtido através da reação do ácido sulfúrico com rocha fosfatada moída para a produção de ácido fosfórico utilizado na fabricação do Super Fosfato Triplo (STP). Para cada tonelada de P_2O_5 na forma de Ácido Fosfórico, produz de 4 a 5 toneladas de gesso agrícola. (Malavolta et al. 2006). Também existe o gesso oriundo da exploração do mineral Gypsum ($CaSO_4$) e Gypsita ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). A maior parte do gesso oriundo da mineração de gypsum e gypsita é da região da chapada o Araripe entre os estados de Pernambuco e o Ceará. Essa região fica distante das áreas produtoras de cana do Cerrado, o que inviabiliza o uso de gesso dessas fontes, em função do custo do frete. Assim, o gesso agrícola utilizado na região do Cerrado é oriundo da fabricação de fertilizantes fosfatados, principalmente das fábricas da região do Triângulo Mineiro em Minas Gerais, como dos municípios de Uberaba, Araxá e Patos de Minas e do sudeste de Goiás, do município de Catalão.

O gesso agrícola ou sulfato de cálcio, compõe-se de 32% de óxido de cálcio (CaO) e até 19% de S. sendo dissociado em Ca^{2+} e SO_4^{2-} . O $CaSO_4$ não dissociado em profundidade, quando se dissocia, libera Ca para a CTC e o ânion sulfato que precipita com o alumínio livre em solução, e reduz sua disponibilidade para as plantas. É importante ressaltar que o gesso não corrige a acidez ativa, H^+ em solução, tão pouco tem a capacidade de elevar a “Capacidade de Troca de Cátions – CTC” (Raij 2011).

A aplicação de gesso na superfície do solo reduz a saturação e o teor de Al, e acrescenta em camadas mais profundas Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , S^-SO_4 , saturação por bases e melhora a produção de caules, açúcar, resíduo pós-colheita, energia, bagaço e conseqüentemente a renda (Crusciol 2017). Na subsuperfície do

solo o gesso elevou os valores de pH em CaCl_2 (40-100 cm), pH em H_2O (60-100 cm), Ca^{2+} e SO_4^{2-} (20-100 cm) e promoveu ainda na camada de 40 – 100 cm a elevação da capacidade de troca de cátions com agregação de benefícios aos fatores químicos do solo em profundidade (Araújo 2016).

Estas melhorias são resultantes das dosagens de gesso aplicadas no período de pelo menos 87 meses, para ter efeitos residuais e melhores condições de subsolo, após a colheita há aumento de densidade de massa seca, que ao longo do tempo atinge maiores profundidades contribuindo para a melhora da capacidade de absorção de nutrientes, sobretudo N, Ca e S (Araújo 2018).

O gesso interfere positivamente nos efeitos de calcário aplicado em superfície, com percolação dos níveis dos solos ácidos encontrados em camadas do subsolo, entretanto o gesso é capaz de lixiviar Mg e K da camada superficial (Rossato 2017). Segundo Souza et al. (2016) o uso de doses elevadas de gesso acima da recomendada para canaviais e outras culturas é interessante, pois é um modo também de oferecer enxofre como nutriente. O fornecimento de enxofre (S), através de altas doses de gesso, acima de 10 Mg ha^{-1} é extremamente vantajoso para a região do Cerrado, cujos solos são normalmente deficientes deste nutriente (Souza et al.2015).

Além disto, o fornecimento adequado de S no solo aumenta a resposta da planta ao nitrogênio (N) e pode melhorar a eficiência de seu uso. Sendo que no crescimento há interação entre doses de S e N (Teodoro 2015). Essa é muito utilizada em área de produção de café em sequeiro. A justificativa é pelo maior crescimento do sistema radicular, mantendo o crescimento e desenvolvimento das plantas durante o período de outono e inverno.

A cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta elevada tolerância à acidez do solo comparada com as principais culturas anuais como soja, milho e feijão. Todavia, mesmo adaptada aos solos ácidos, em experimento na Embrapa Cerrados foram observados ganhos anuais de produtividade ao redor de 17 toneladas por hectare de colmos e 3,3 toneladas por hectare de açúcar em resposta ao gesso como corretivo da acidez superficial e fonte de enxofre. (De Sousa 2015). Esse resultado é justificado pelo maior crescimento do sistema radicular em profundidade com a aplicação do gesso (Monte 2011), porém Clemente et al. (2017) ressalta que para profundidade de crescimento radicular não é interessante aplicar altas doses de gesso em solos de baixa acidez e em anos abundantes de chuvas

O plantio direto não é a melhor opção em cana de primeiro ano de cultivo, por dificultar a incorporação dos condicionadores do solo. Sendo mais adequado o preparo da seguinte forma: calagem, depois gradagem, em seguida aração e por fim gradagem, por apresentarem os melhores resultados de acordo com Prado et al. (2004). No segundo ciclo não há necessidade de gessagem e de aplicação de vinhaça visando o incremento na qualidade tecnológica e maior produção conforme Carvalho et al. (2013), tendo em conformidade que a planta está ainda utilizando o efeito residual da aplicação do primeiro ano.

2.4 Profundidade de plantio em cana-de-açúcar.

Em condições favoráveis de solo, o tolete de cana-de-açúcar brota por intermédio da gema para formação de novos colmos. No processo de germinação também são formadas as zonas radiculares, localizada nos nós da planta. Os novos colmos na parte que está sob o solo, aparecerão raízes com desenvolvimento do tipo fasciculado, do qual o tamanho e profundidade estão diretamente ligados à variedade, ao preparo de solo, ao solo, a idade e número de cortes da planta. (Segato et al. 2006).

A brotação dos toletes requer temperatura que deve se encontrar entre 26 e 33°C e temperatura mínima de 21°C. A brotação se interrompe em temperaturas inferiores a 13°C ou superiores a 40°C. Em períodos frios, é aconselhável plantar os toletes raso a fim de melhor aproveitamento da ação do sol (Crispim 2009). Uma das características desejáveis nas variedades é uma boa capacidade de brotação, principalmente em condições ambientais desfavoráveis. Em condições favoráveis de umidade, ocorrerá boa brotação, e isso independe da profundidade. No entanto, o sulco mais profundo nas condições desfavoráveis, possibilita melhores condições de umidade ao tolete. (Casagrande 1991).

Tem sido indicado a profundidade de plantio entre 0,25 e 0,30 m, ou seja, para que não se plante em solo não arado, compactado, que inibirá o desenvolvimento e a penetração das raízes no solo (Brieger 1964). A prática com plantios rasos ocorre em algumas regiões, melhorando o nivelamento da área para colheita mecanizada. Não sendo recomendado em regiões de baixo índice pluviométrico e de altas temperaturas. Sulcos com profundidade superior a 0,30 m oferecem grande risco de assoreamento, principalmente no chamado plantio “de verão” (Segato et al. 2006). Sulcos muito rasos podem resultar em soqueiras com brotação superficial e touceiras mais rasas têm pretensão a quedas de produção e de acamamento (Magro 2010).

No experimento com um plantio em diferentes profundidades de 0,10; 0,20 e 0,30 m, e em três variedades, com condições climáticas apontada como normais para a cultura de cana-de-açúcar. As três profundidades de plantio, tiveram resultados eficazes para a produção de cana-de-açúcar, após colheitas realizadas em três cortes consecutivos (Guimarães 1975). Com as mesmas profundidades e solo preparado a 0,15 m e a 0,30 m. No desenvolvimento inicial, ocorreu rápido avanço na brotação do plantio em menores profundidades (Paranhos 1987).

Segundo Procópio (2003), a profundidade de plantio é associada principalmente com a textura do solo, mas também é relacionada com capacidade de armazenamento e drenagem de água. Então há um consenso que a profundidade deve ser entre 0,25 a 0,30 m.

3.CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS E GESSAGEM NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PLANTIO TARDIO

RESUMO

Objetivou-se analisar a eficiência de MPB (mudas pré-brotadas) de cana-de-açúcar com diferentes profundidades de sulco de plantio sob o efeito de diversas dosagens de gesso com interferência na produtividade e qualidade de caldo do final do ciclo da cana planta e primeira soca. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3 com parcelas subdivididas. Nas parcelas, três concentrações de gesso agrícola (0; 7; 14 Mg ha⁻¹) e nas subparcelas três tipos de muda: MPB transplantada em cova rasa (MPB raso); MPB transplantada em cova funda (MPB-fundo) e plantio convencional em toletes (convencional). Foram realizadas análises de solo e análises de caracterização da qualidade do caldo e produtividade. Os resultados obtidos das análises de solo revelaram efeitos positivos na profundidade de 0,0 a 0,4m na maioria das variáveis analisadas (K⁺, S-SO₄²⁻, Ca, SM, T pot., t efet, sat. base, Al³⁺), com exceção do pH(CaCl₂) que teve resultados melhores nas camadas mais profundas (0,4 a 1,0 m) na cana planta, evidenciando que as faixas de solo (0,0 a 0,4 m) podem ter sido acidificadas pela lixiviação de cátions pela aumento de SO₄⁻ do gesso aplicado, e na cana soca, notou-se nas análises de pH que se manteve alto nas camadas de 0,6 a 1,0 m. A produtividade de MPB fundo sob 14 Mg ha⁻¹ de gesso e convencional sob mesma dosagem obtiveram os melhores teores de POL (%), BRIX (%), porém a cana convencional obteve maior produção de açúcar, 23308,92 Mg ha⁻¹, valor 1,71% maior que a produção do MPB fundo 14 Mg ha⁻¹.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the MBP (pre-budded seedlings) efficiency of sugarcane with different depths of planting groove under the effect of several gypsum dosages with interference on yield and juice quality at the end of the first harvest and first ratoon cycle. The experimental design was randomized blocks in a 3 x 3 factorial scheme with subdivided plots. In the plots, three agricultural gypsum concentrations (0; 7; 14 Mg ha⁻¹) and in the subplots three sowing types: MPB transplanted in shallow pit (MPB-shallow); MPB transplanted in deep pit (MPB-deep) and conventional sett planting. Biometric analyzes (number of leaves, stems, tillers, plant height and stem diameter), soil analysis and juice quality characterization and yield analyses were performed. The results obtained from the soil analysis revealed positive effects in depth of 0.0 to 0.4m in most of the analyzed variables (K⁺, S-SO₄²⁻, Ca, SM, T pot., t efet., sat. base, Al³⁺), except pH (CaCl₂), which had better results in the deeper layers (0.4 to 1.0 m) in the first harvest, evidencing that the soil (0.0 to 0.4 m) may have been acidified by the absorption of large amounts of nutrients by the roots, and in the ratoon sugarcane it was noticed in the pH analysis that it remained high in the layers of 0.6 to 1.0 m. The MPB productivity under 14 Mg ha⁻¹ of gypsum and conventional under the same dosage obtained the best levels of POL (%), BRIX (%), but conventional sugarcane obtained higher sugar yield, 23308.92 Mg ha⁻¹, 1.71% higher than the MPB production of 14 Mg ha⁻¹. These treatments (MPB-deep and conventional 14 Mg ha⁻¹), however, did not stand out in the biometric analyses during the whole cycle, an indicator that these plants assigned their phytoassimilates to accumulate sucrose, instead of biomass.

3.1 APRESENTAÇÃO

O artigo será submetido ao periódico Sugar Tech, o qual possui Classificação Qualis 1, conforme Quadrênio 2013-2016 (QUALIS 2019) e Fator de Impacto JCR 0,807 (SUGAR TECH 2019).

As normas de redação serão os do periódico Sugar Tech (APÉNDICE 3) (SUGAR TECH 2019).

3.2 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com cerca de 620,4 milhões de toneladas processadas na safra 2018/2019 (Conab 2019).

A demanda por fontes de energia alternativa requer aumento da adoção de tecnologia para garantir maior produtividade sem aumentar a área plantada. Dentre as novas tecnologias do setor sucroalcooleiro têm se desenvolvido as mudas pré-brotadas (MPB). Técnica criada no programa de Cana do Instituto Agrônômico de Campinas em trabalhos de melhoramento vegetal (Landell 2012).

As MPBs apresentam maior viabilidade possibilitando a diminuição do tempo para a finalidade da cana-muda, facilita a formação de novas variedades com maior potencial, assegura a uniformidade de plantio, favorece maior sanidade das plantas, qualidade de plântulas, velocidade de crescimento com consequente redução de custo, principalmente para melhor aproveitamento de recursos hídricos (Morgado et al. 2000), com destaque para o plantio tardios, ou seja, no final do verão.

A adubação e a correção do solo são fatores de muita importância no estabelecimento de mudas. Os custos com correção de solo em plantio de cana correspondem a cerca de 17-25% (Rossetto 2010). O uso de MPBs em solos devidamente corrigidos pode garantir diferencial em relação ao plantio com colmos, com maior crescimento inicial das plantas, principalmente do sistema radicular, que permite absorver água em maiores profundidade dos solos e a manutenção do crescimento no início do outono.

A correção da acidez superficial e subsuperficial nos solos do Cerrado, através do uso de calcário e gesso (Sousa e Lobato 2004; Sousa et al. 2001), foi decisivo para a evolução agrícola, com solos que apresentam baixos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) e altos teores de alumínio (Al) trocável (Lopes e Cox 1977; Lopes e Guilherme 2016).

Segundo Crusciol et al. (2017), aplicar gesso em superfície reduz o teor e saturação de Al, além de aumentar Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , $S-SO_4^-$ e saturação por bases na subsuperfície do solo, tendo como consequência o aumento de produtividade de caules, açúcar, resíduo pós-colheita, bagaço e assim sendo também a lucratividade. Esses efeitos persistem por mais ou menos 87 meses, resultante de efeito residual do uso do gesso e a massa seca de raízes se amplia após a colheita da cana planta (Araújo et al. 2018).

A correção do solo é a base para a obtenção de altas produtividades, por causa da maior eficiência do uso dos nutrientes do solo e do uso da água. (Rampim et al. 2013). Em virtude das vantagens benéficas do gesso sobre as propriedades químicas dos solos, sua aplicação possibilita o maior proveito da água disponível no solo pelas culturas, devido à expansão de solo explorado pelas raízes, com redução dos efeitos negativos dos veranicos (Sobral et al. 2009), sobretudo plantas semiperenes como a cana-de-açúcar que permanece no campo durante o período seco do ano.

A profundidade de plantio se correlaciona sobretudo à textura do solo, eficiência de armazenamento e drenagem de água (Procópio 2003). Usualmente a profundidade é entre 0,25 a 0,30 m, contudo não deve ser maior que a profundidade atingida no sistema de preparo, para que o crescimento radicular encontre solo aerado, descompactado, com condições que contribui no desenvolvimento radicular (Dinardo-Miranda et al. 2010).

No intuito de analisar a eficiência de MPB de cana-de-açúcar com diferentes profundidades de sulco de plantio e sobre o efeito de diversas dosagens de gesso, pode-se afirmar a suspeita do acréscimo na

produtividade no final do ciclo da cana planta e da cana soca, quando sujeitada a este acondicionamento que chega aos altos teores de gesso, possibilitando a eventual saturação de cálcio que pode prejudicar produtividade e talvez crescimento de raiz.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local de realização do experimento.

Foi realizado o experimento em campo, no município de Rio Verde, GO, Brasil, nas coordenadas geográficas 17° 47' 53'' Sul e 50° 55' 41'' Oeste, de 25 de março de 2016 a 28 de junho de 2018, sob um Latossolo Vermelho distrófico (Equivalente a Red Oxisoil na Soil Taxonomy) (Santos et al. 2018). Antes da implantação do experimento foi realizada análise química do solo para caracterização e recomendação da adubação (Tabela 01).

TABELA 1 Características químicas e granulométrica da área experimental, Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (Correspondente a Red Oxisol na Soil Taxonomy) (Santos et al., 2018).

	0,0 a 0,2 m	0,2 a 0,4 m	0,4 a 0,6 m	0,6 a 0,8 m	0,8 a 1,0 m
pH CaCl₂	5,20	5,40	5,30	5,30	5,40
P	3,85	2,38	0,95	1,02	1,02
S-SO₄²⁻	17,90	12,90	4,70	4,00	3,10
K	167,00	70,00	21,00	18,00	12,00
Ca	1,37	0,94	0,74	0,80	0,75
Mg	0,76	0,74	0,60	0,64	0,64
Al	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
H+Al	2,32	2,00	1,82	1,90	1,98
M.O.	39,70	34,00	24,60	23,40	21,60
SB	2,57	1,86	1,39	1,49	1,42
CTC	4,89	3,86	3,21	3,39	3,40
V	52,60	48,20	43,30	44,00	41,80
M	1,50	1,10	1,40	1,30	2,10
B	0,34	0,13	0,09	0,09	0,10
Cu	3,69	3,60	3,73	3,77	2,85
Fe	44,53	47,61	46,61	46,11	30,25
Mn	73,12	59,86	57,62	50,27	48,77
Zn	4,31	2,02	1,03	0,55	0,62
Areia	50,00	50,00	50,00	50,00	49,00
Silte	12,00	12,00	12,00	12,00	17,00
Argila	38,00	38,00	38,00	38,00	34,00

pH da solução do solo, determinado em solução de cloreto de cálcio; M.O. (matéria orgânica) determinação por método colorimétrico; C. O. (carbono orgânico); P (fósforo) Mellich; K (potássio) Mellich; Ca e Mg (teores trocáveis de cálcio e magnésio, respectivamente) determinação em KCl; S-SO₄²⁻ (enxofre na forma de sulfatos) extraído por fosfato de cálcio e determinado por colorimetria; Al³⁺ (alumínio trocável) extraído por solução de cloreto de potássio a 1 mol L⁻¹; H+Al (Acidez total do solo) determinada em solução tampão SMP a pH 7,5. SB (soma de base) (K⁺+Ca²⁺+Mg²⁺); CTC (capacidade de troca de cátions) (K⁺+Ca²⁺+Mg²⁺+H+Al); V (saturação por bases do solo (relação SB/CTC); m (saturação por alumínio) (relação Al³⁺/(SB+Al³⁺)); Cu, Fe, Mn e Zn (cobre, ferro, manganês e zinco) extraídos por solução Mellich (Embrapa 2009).

4.2 Delineamento experimental

O delineamento do experimento para os dados obtidos no final da colheita da cana planta e cana primeira soca foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3 com parcelas subdivididas. Nas parcelas três concentrações de gesso agrícola (0; 7; 14 Mg ha⁻¹) e nas subparcelas três tipos de muda (muda pré-brotada produzida em substrato com adubo transplantada em cova rasa – MPBBraso; muda pré-brotada produzida em substrato com adubo transplantada em cova funda – MPB-fundo e plantio convencional com toletes – convencional).

A parcela foi constituída de cinco linhas de plantio espaçadas a cada 1,5 m (metros) de 13,5 m de comprimento e cada subparcela constituída de uma fração de um terço do comprimento da parcela. A área útil de cada subparcela foram as três linhas centrais, descartando uma linha de cada lado e um metro de cada extremidade.

4.3 Instalação do experimento, condução da cultura e avaliações

O gesso nas diferentes doses foi aplicado no sulco e cova de plantio. A cova rasa teve profundidade de 0,20 m, e no transplantio o colo da planta ficou no nível do solo. A cova funda teve profundidade de 0,40 m e as plantas transplantadas ficaram no fundo do sulco. Foram transplantadas nove plântulas por linha com espaçamento de 0,50 m entre cada (Malvestitti et al. 2015). Na área de plantio convencional em todo o comprimento da cova, de 0,4 m de profundidade, foram transplantados colmos do terço médio e baixeiro das plantas mães, de aproximadamente 0,6 m de comprimento, com três entrenós, sobrepondo os entrenós das extremidades.

A cana planta foi colhida em 26 de junho de 2017 e a cana primeira soca em 28 de junho de 2018. A colheita da cana foi realizada quando o grau °Brix (Quantidade de sólidos solúveis em uma solução de sacarose), obtido por refratômetro, obteve valores acima de 16% e 18% para a cana planta e primeira soca, respectivamente. Na colheita foi coletada a linha central de cada subparcela, pesado e determinada a produtividade. Amostras de 10 colmos foram retirados de cada subparcela para a determinação dos índices de qualidade do caldo (POL (percentual de oligossacarídeos), PZA (pureza do caldo), AR (açúcares redutores), ATR (açúcares totais recuperáveis), fibra, BRIX e produção de açúcar).

Após as colheitas foram realizadas amostragens do solo nas profundidades de 0,0 a 0,2; 0,2 a 0,4; 0,4 a 0,6; 0,6 a 0,8 e 0,8 a 1,0 m para a análise do pH (em CaCl_2) na proporção 1:2,5 de solo:solução; os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis extraídos por KCl 1 mol L^{-1} e determinados na absorção atômica; o potássio (K) trocável obtido pelo extrator duplo ácido Mehlich I e determinado em fotômetro de chama; o hidrogênio mais alumínio no complexo de troca (CTC) (H+Al) extraído com solução tampão pH 7 de acetato de cálcio e determinado por titulação com NaOH $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ e o ânion sulfato (SO_4^{2-}) extraído por ânions fosfato (500 g L^{-1} de P) dissolvido em ácido acético (2 mol L^{-1}) e determinação em espectrofotômetro (420nm) pela turbidez formada pela precipitação do ânion sulfato com o cloreto de bário (EMBRAPA, 2009)(Figura 3).

4.4 Estatística

Para os dados obtidos no final da colheita foi realizada análise de variância e teste de média (Scott Knott) a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira 2014).

5 Resultados: Análise de Solo e Produtividade e Qualidade da Cana Planta e 1ª Soca

5.1 Resultados das análises de solo da Cana Planta

Após a cana planta (ano 1), o tipo de muda e a interação do tipo de muda com as doses de gesso, com as profundidades avaliadas e com as doses de gesso e profundidades não alteraram as propriedades químicas do solo estudadas.

Para o pH houve alteração em função das doses de gesso e da profundidade. Independente da profundidade os maiores valores de pH em CaCl_2 foram obtidos com as doses 0 e 14 Mg ha^{-1} de gesso (Figura 1 A). E, independente da dose de gesso, nas profundidades de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m foram obtidos os menores valores de pH (Figura 1 B).

Os teores de sulfato (S-SO_4^{2+}) variaram somente em função das doses de gesso, com os maiores valores obtidos após o cultivo da cana planta, com a aplicação de 0 e 7 Mg ha^{-1} (Figura 1 C).

Os teores de Ca variaram em função das doses de gesso e da profundidade. Em função do gesso a dose de 14 Mg ha^{-1} obteve valor maior de cálcio que as doses de 7 e 0 Mg ha^{-1} (Figura 1 D). E, sem que haja distinção das doses de gesso na profundidade em que houve maiores valores de cálcio foi 0,0 a 0,2m (Figura 1 E).

Os resultados de potássio (K^+) variam tanto em doses de gesso quanto em profundidade. As doses de 0 e 7 Mg ha^{-1} obtiveram melhores resultados estatísticos em relação ao resultado da dose de 14 Mg ha^{-1} (Figura 1 F). Sem relevância das doses de gesso, as profundidades que mais houve concentrações de k^+ foram as de 0,0 a 0,2 m e a de 0,2 a 0,4 m (Figura 1 G).

A acidez potencial (H+Al) obteve resultados com variações nas doses de gesso e profundidades. A dose de 7 Mg ha^{-1} atingiu melhores resultados após colheita da primeira safra que as doses de 0 e 14 Mg ha^{-1} (Figura 1 H). Já em profundidade os melhores resultados foram expressos nas camadas de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m (Figura 1 I).

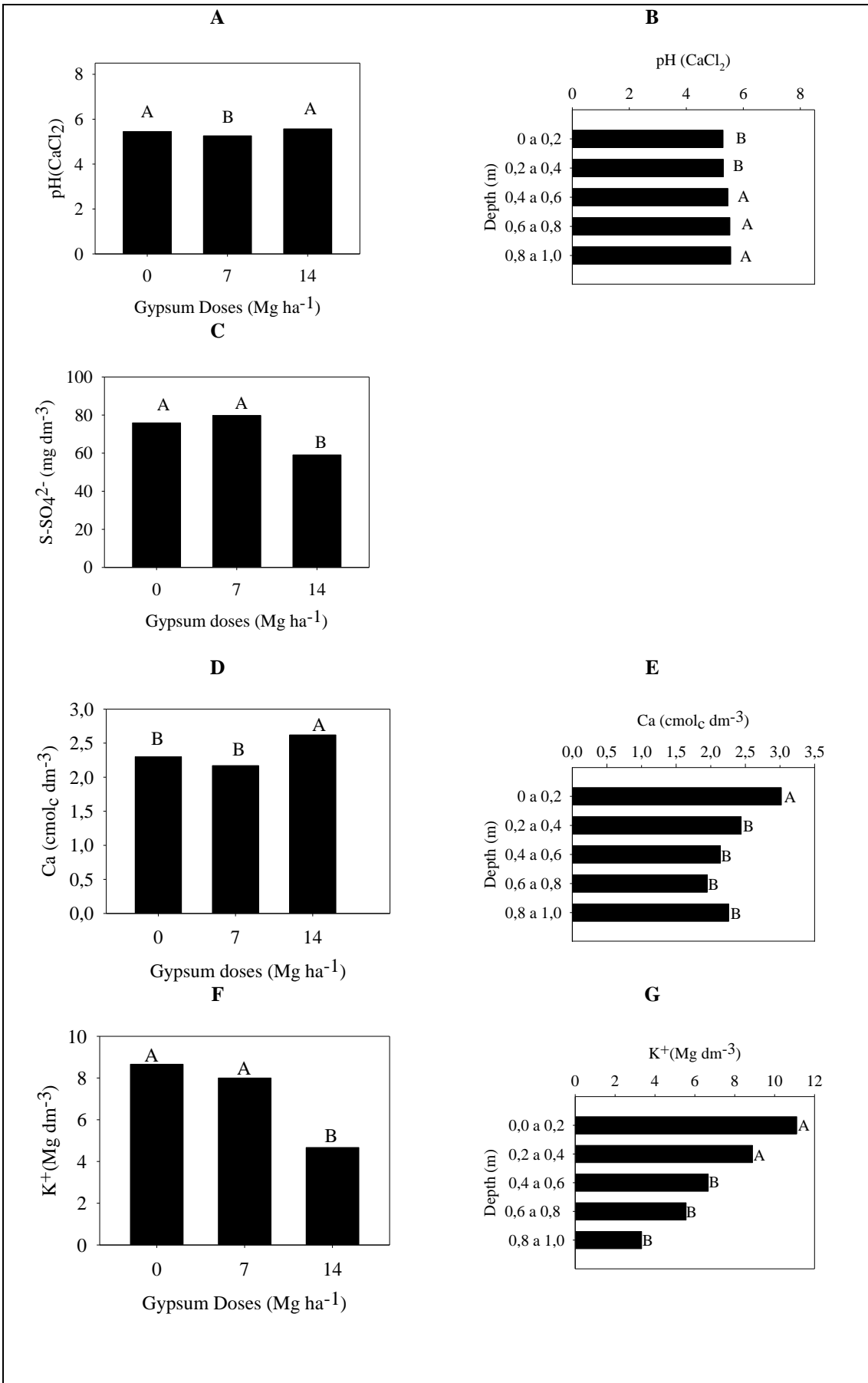
No ciclo da cana planta a soma de bases (SB) foram estatisticamente significativas nas doses e em profundidade. Sendo que as doses 0 e 7 Mg ha^{-1} foram as que apresentaram melhores resultados referente a soma de bases (Figura 1 J). Na profundidade sem a interferência das doses de gesso os níveis de melhores valores foram os de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m (Figura 1 L).

Os resultados obtidos da T potencial (capacidade de troca catiônica potencial) após a primeira colheita apresentaram variações nas doses e nas profundidades. As Doses de 0 e 7 Mg ha^{-1} foram as que tiveram melhores resultados neste parâmetro (Figura 1 M). E as profundidades de resultados mais expressivos foram de 0,0 a 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m (Figura 1 N).

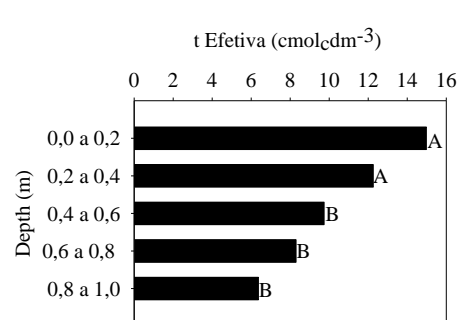
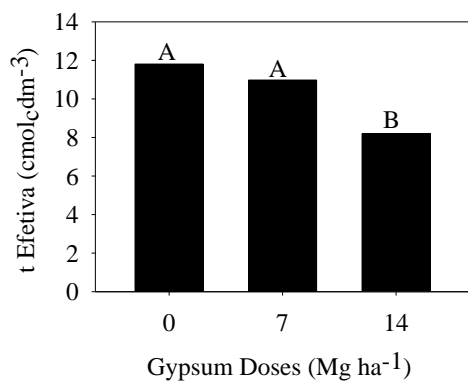
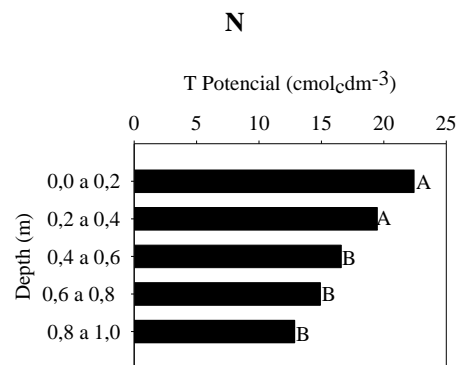
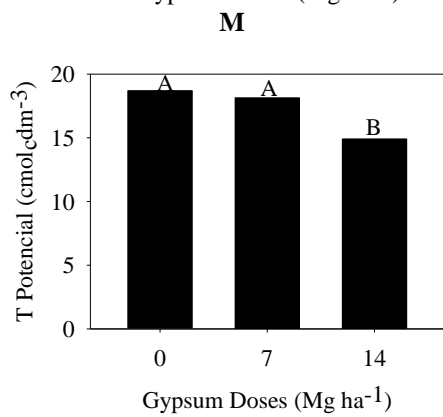
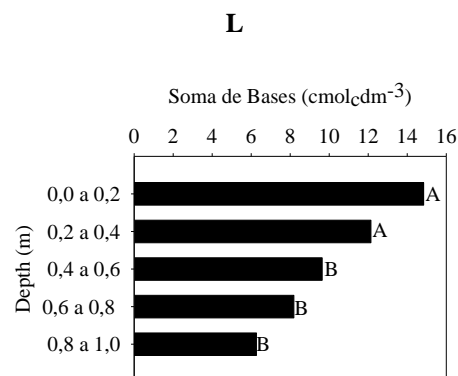
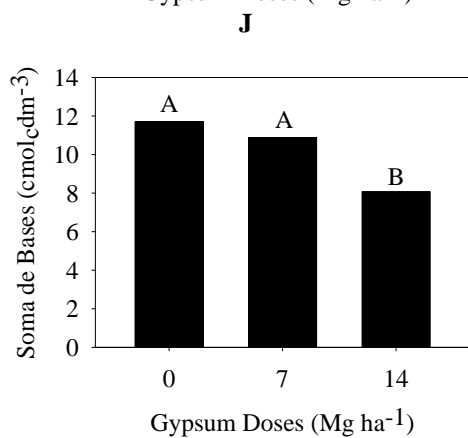
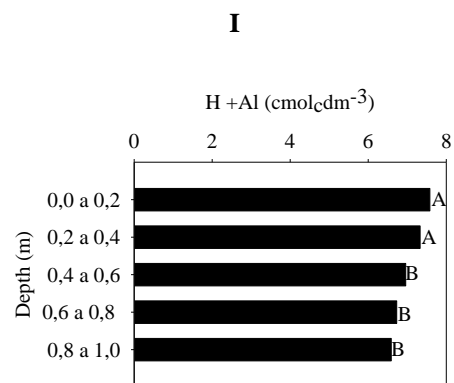
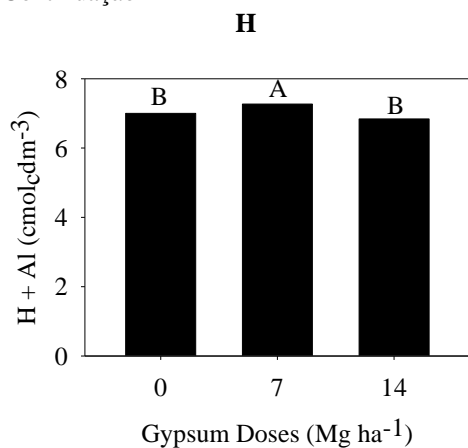
Depois do primeiro corte da cana, os resultados da t efetiva ocorreram variações tanto nas doses de gesso quanto em profundidade do solo (rever a frase). As doses que obtiveram melhores resultados foram as de 0 e 7 Mg ha^{-1} (Figura 3 O). E as profundidades com melhores efeitos foram as de 0,0 a 0,2 m e a de 0,2 a 0,4 m (Figura 1 P).

Os resultados de saturação por bases variaram somente em profundidade, independentemente das doses de gesso. Obtendo melhores teores nas camadas de 0,0 a 0,2 m e na de 0,2 a 0,4 m (Figura 1 Q).

Os valores atingidos por saturação de alumínio após a colheita da cana planta variaram em função das dosagens de gesso e também em profundidade. Esses valores foram significativamente maiores na dose de 14 Mg ha⁻¹ que nas doses de 0 e 7 Mg ha⁻¹ (Figura 1 R). Em profundidade as camadas que alcançaram maiores valores de foram as de 0,6 a 0,8 m e a de 0,8 a 1,0 m (Figura 1 S).



...Continuação



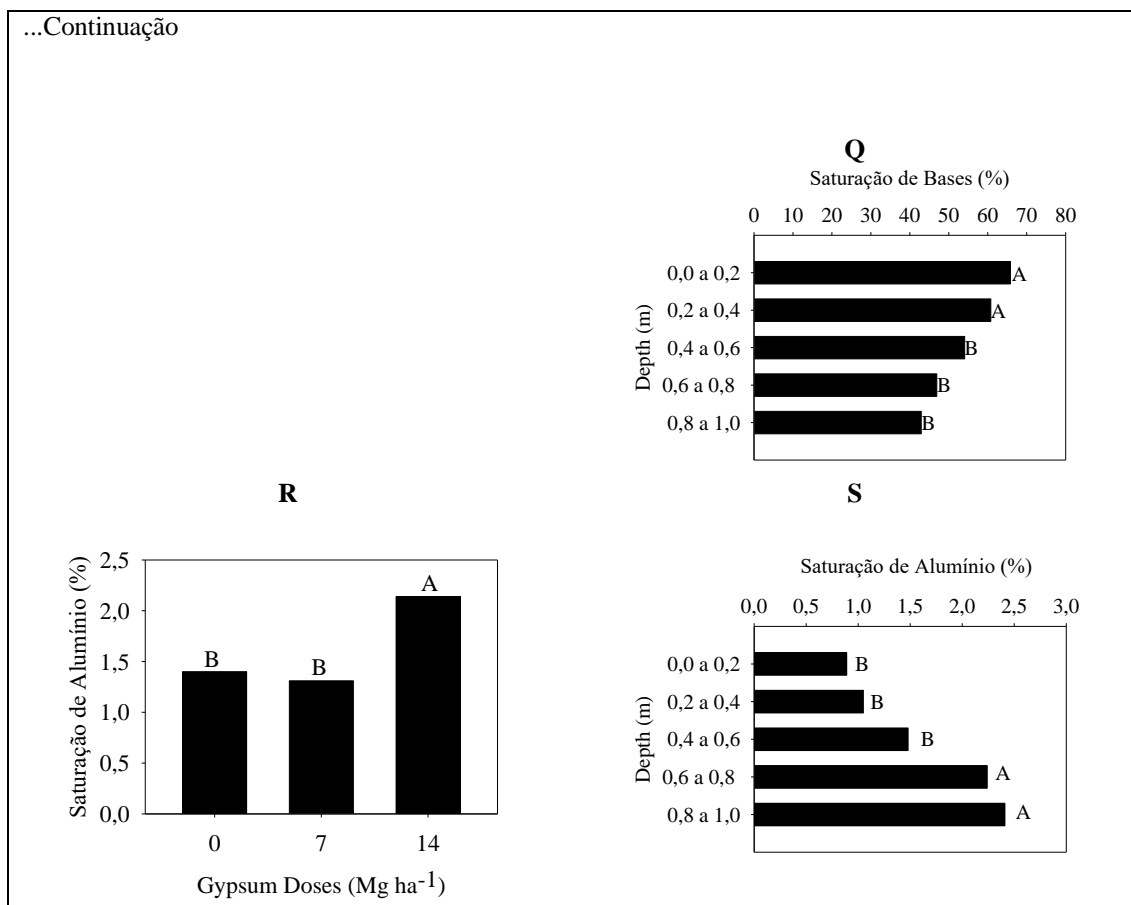


FIGURA 1 Propriedades químicas do solo: pH(CaCl₂) (A e B), sulfato (S-SO₄²⁻) (mg dm⁻³) (C), cálcio trocável (Ca) (cmol_c dm⁻³) (D e E), Potássio (K⁺) (mg dm⁻³) (F e G), Acidez potencial (H+Al) (cmol_c dm⁻³) (H e I), Soma de bases (cmol_c dm⁻³) (J e L), T Potencial (cmol_c dm⁻³) (M e N), t efetiva (cmol_c dm⁻³) (O e P) e saturação por bases no complexo sortivo (%) (Q) e saturação alumínio (%) (R e S) após a coleta da cana planta (1^a safra – 2016/2017) em função da dose de gesso e nas diferentes profundidades avaliadas.

5.2 Resultados das análises de solo da Cana 1^a Soca

Após a colheita da cana soca (ano 2) e da interação do tipo de muda com as doses de gesso, pelo segundo ano consecutivo, em virtude do primeiro ano ter sido da cana planta, as profundidades avaliadas sob a interação com as doses de gesso não alteraram as propriedades químicas do solo estudado.

Quando analisado o pH em CaCl₂ houve variação das doses de gesso e de profundidade. Independentemente da profundidade as doses de gesso com maiores valores alcançados foram de 0 e 14 Mg ha⁻¹ (Figura 2 A), assim como no ano da cana planta. Em profundidade as amostras que obtiveram maiores valores foram os de 0,6 a 0,8 m e 0,8 a 1,0 m (Figura 2 B).

Os resultados de sulfato (S-SO₄²⁺) variaram apenas em função das doses de gesso, não nas doses que tiveram valores maiores de 0 e 7 Mg ha⁻¹ (Figura 2 C).

Ao final do ciclo da cana soca o cálcio (Ca) teve resultados que diversificaram em função das doses de gesso e em profundidade. As doses de gesso obtiveram maiores resultados na dose de 14 Mg ha⁻¹ e foi significativamente diferente da dose de 7 Mg ha⁻¹ que por sua vez também foi significativamente diferente da dose de 0 e 14 Mg ha⁻¹ (Figura 2 D). Na profundidade, as camadas que se sobressaíram em relação as outras em cálcio foram as de 0 a 0,2 e a de 0,2 a 0,4 m (Figura 2 E).

Diferente da cana planta que não houve variação em função das doses de gesso e nem sequer de profundidade, a análise para alumínio (Al^{3+}) da cana soca variou em função apenas da profundidade, e a amostragem de 0,0 a 0,2 m obteve maior valor que as demais (Figura 2 F).

Na cana soca a acidez potencial (H+Al) teve variação somente em profundidade, diferente da cana planta que variou em função das doses de gesso também. Em profundidade, do ano 2, os resultados foram bem variados significativamente com os valores maiores na camada de 0 a 0,2 m, que foi por sua vez diferente significativamente na profundidade de 0,2 a 0,4 m. Esta por sua vez também se diversificou significativamente na camada de 0,4 a 0,6 m e ainda assim se diferenciou significativamente das camadas de 0,6 a 0,8 m e esta última foi significativamente igual a 0,8 a 1,0 m (Figura 2 G).

Assim, como na cana planta os resultados de saturação por bases da cana soca variaram somente em profundidade, independente das doses de gesso. Obtendo maiores teores nas camadas de 0,0 a 0,2 m, na 0,2 a 0,4 m e também camada 0,4 a 0,6 m (Figura 2 H).

Os valores atingidos por saturação de alumínio, nas análises feitas após colheita da cana soca, variaram somente em função da profundidade, e as camadas que alcançaram maiores valores foram as mais profundas, que são as de 0,6 a 0,8 m e a de 0,8 a 1,0 m (Figura 2 I).

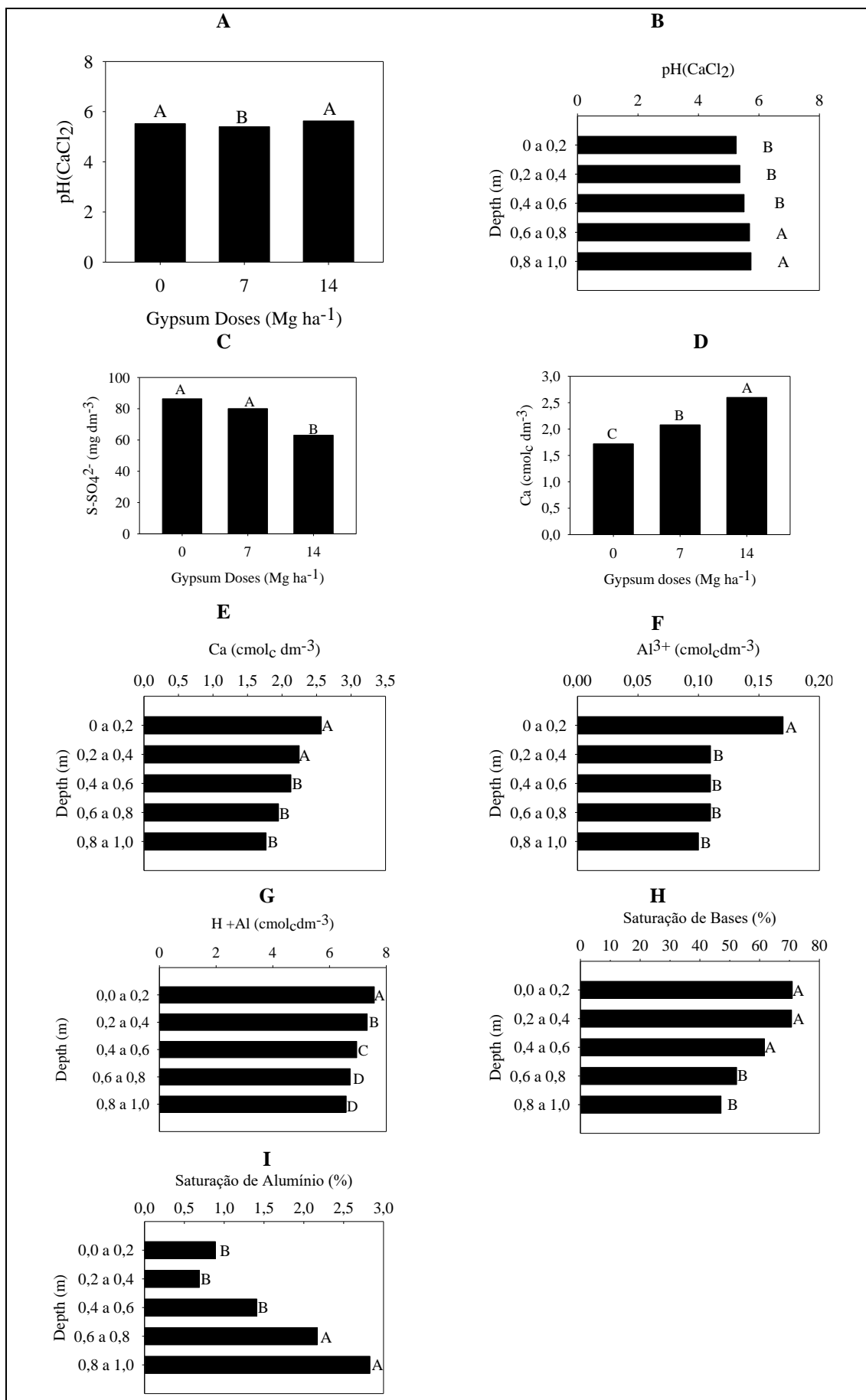


FIGURA 2 Propriedades químicas do solo: pH(CaCl₂) (A e B), sulfato (S-SO₄²⁻) (mg dm⁻³) (C), cálcio trocável (Ca) (cmol_c dm⁻³) (D e E), alumínio trocável (Al) (cmol_c dm⁻³) (F), acidez potencial (H+Al) (cmol_c dm⁻³) (G), saturação por bases (%) (H) e saturação por alumínio (%) (I) após a coleta da cana soca (2ª safra – 2017/2018) em função da dose de gesso e nas diferentes profundidades avaliadas.

5.3 Qualidade do caldo da Cana planta.

Logo após a colheita da cana planta (ano 1), o tipo de muda e a interação do tipo de muda com as doses de gesso, observaram-se nos parâmetros das figuras a seguir quais se diferenciaram significativamente umas das outras quando expostas aos tratamentos (figura 3).

A produção da cana planta houve variação em função das doses de gesso, em que a dose 7 Mg ha⁻¹ teve resultados maiores do que as doses de 0 e 14 Mg ha⁻¹ (Figura 3 A).

O POL (porcentagem de oligossacarídeos) houve variação dos resultados na relação das doses de gesso com as mudas. Quando se observa a dosagem de 0 Mg ha⁻¹ dentro dos tipos de muda expostas a essa dosagem, não houve variação. Na dosagem de 7 Mg ha⁻¹ as mudas convencionais e MPB fundo não se diferenciaram entre si e obtiveram maior percentual de POL que as mudas de MPB raso. Já a dosagem de 14 Mg ha⁻¹ o maior percentual foi na muda convencional, não havendo variação entre a MPB rasa e funda. Porém, quando consideram as mudas em relação as dosagens, verificou-se que as convencionais não variaram sobre os efeitos de nenhuma das dosagens de gesso as MPBs raso e fundo das dosagens 0 e 7 Mg ha⁻¹ tiveram maiores resultados de POL que na dosagem de 14 Mg ha⁻¹ (Figura 3 B).

O percentual da pureza do caldo (PZA) variou em função das doses de gesso e tipos de muda. A dose 0 Mg ha⁻¹ ocorreu maior resultado de pureza de caldo que as demais doses de gesso (Figura 3 C). Já nos tipos de muda, a que obteve o percentual mais elevado da pureza do caldo foi a convencional em relação as MPBs funda e rasa (Figura 3 D).

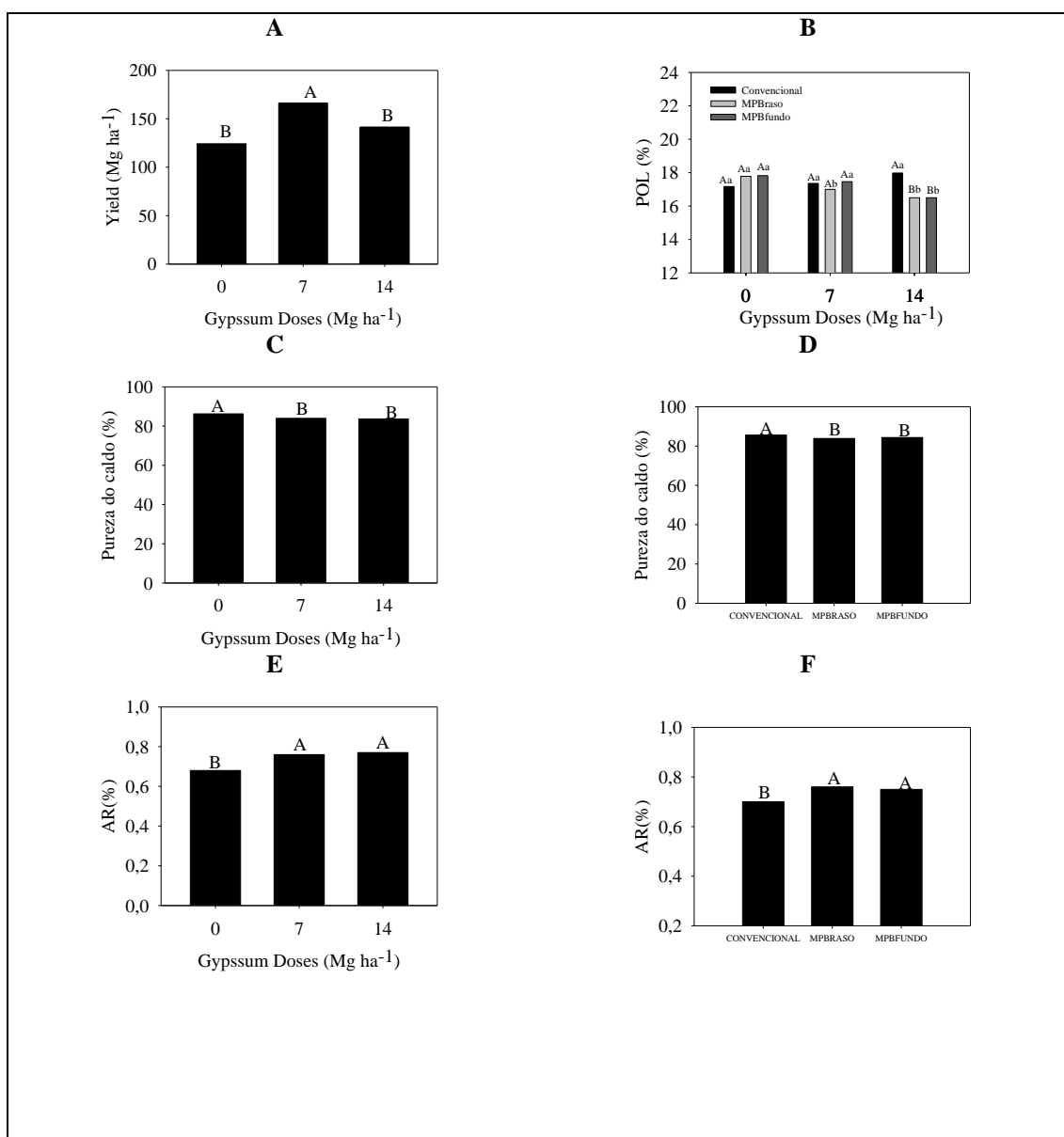
O açúcar redutor do caldo (AR) seu percentual se diferenciou tanto em função das doses de gesso quanto em função dos tipos de muda. Em relação as doses, os maiores resultados foram nas dosagens de 7 e 14 Mg ha⁻¹ (Figura 3 E). Já em comparação com os tipos de muda, o maior percentual de AR foi nas MPBs rasa e funda (Figura 3 F).

Houve variação do percentual de fibra somente em função dos tipos de muda. O MPB raso teve maior valor significativo em relação ao convencional. Este por sua vez se destacou estatisticamente em relação ao MPB fundo (Figura 3 G).

A produção de açúcares totais recuperáveis (ATR) variou em função da interação de gesso com os tipos de muda. Na interação entre as doses de gesso e os tipos de muda, quando considerado somente o tipo de muda convencional para cada dose, foi verificado que não houve diferenciação significativamente estatística entre as dosagens. Ao considerar o tipo de muda MPB raso se nota que na dosagem 0 Mg ha⁻¹ obteve-se maior valor que nas dosagens de 7 e 14 Mg ha⁻¹ de gesso e que estas mesmas não diferiram. Já na MPB fundo as dosagens de 0 e 7 Mg ha⁻¹ não diferenciaram uma da outra e ambas foram maiores que a dosagem de 14 Mg ha⁻¹ de gesso. Porém, quando considerado somente a dosagem 0 Mg ha⁻¹ para todos os tipos de mudas nota-se que não variaram entre si. Na dosagem de 7 Mg ha⁻¹ ocorreu o mesmo comportamento da dosagem anterior e na de 14 Mg ha⁻¹ o tipo de muda convencional se destacou sobre as demais (Figura 3 H).

O percentual de sólidos solúveis no caldo ($^{\circ}$ BRIX) teve desigualdade em função da interação das doses de gesso com os tipos de muda. Nesta interação considerando apenas o tipo de muda convencional para as dosagens de gesso a ela expostas nota-se que o maior percentual de $^{\circ}$ BRIX foi de 7 e 14 Mg ha⁻¹ de gesso. Ao considerar somente o MPB raso as doses que teve maior resultado foi 0 e 7 Mg ha⁻¹, e já em relação ao MPB fundo as maiores respostas foram nas dosagens de 0 e 7 Mg ha⁻¹ de gesso. Ainda assim, quando se observa a mesma dosagem para todo o tipo de muda é observado diferentes resultados. Na dose 0 Mg ha⁻¹ as mudas de MPBs raso e fundo obtiveram maiores percentuais de BRIX que nas convencionais. Na dose 7 Mg ha⁻¹ o tipo de muda MPB fundo teve percentuais superiores das mudas MPB raso e convencional. E na dose de 14 Mg ha⁻¹ de gesso as mudas convencionais obteve maiores resultados que nas mudas de MPBs raso e fundo (Figura 3 I).

Na produção de açúcar houve variação dos resultados em função das doses de gesso. A dose de 7 Mg ha⁻¹ foi a que teve estatisticamente a maior produção de açúcar quando comparada as doses de 0 e 14 Mg ha⁻¹ (Figura 3 J).



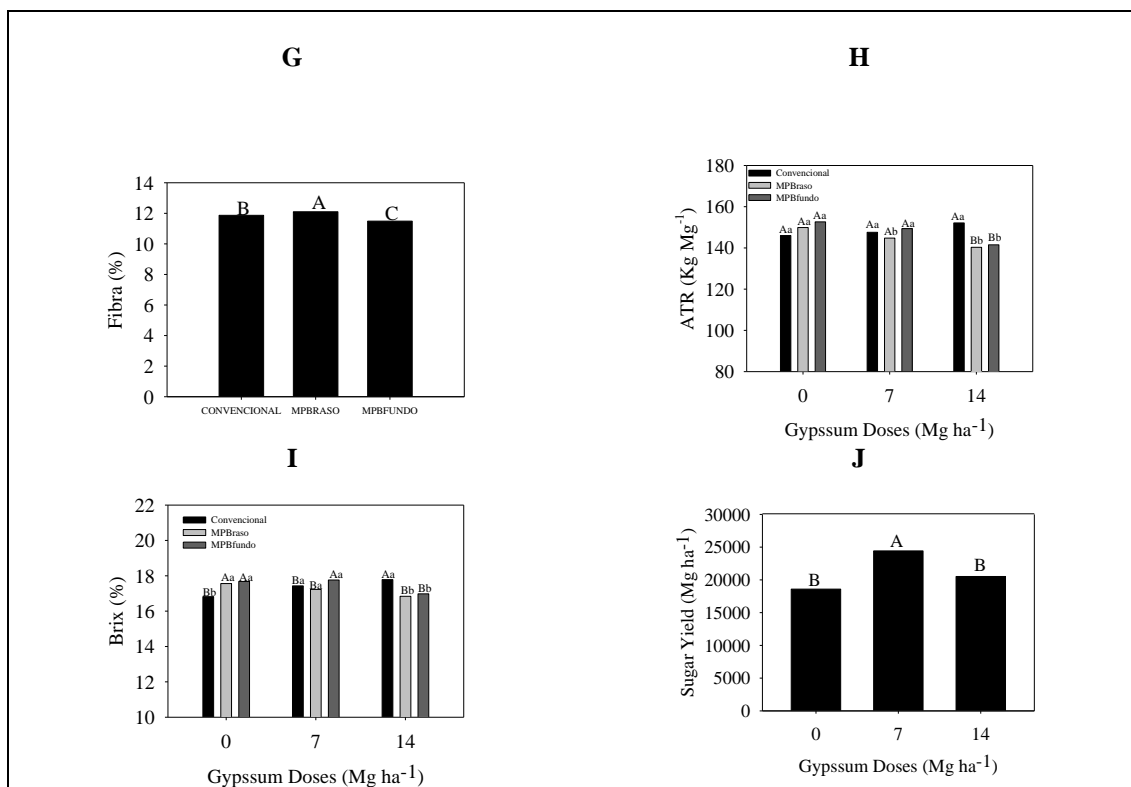


FIGURA 3 Produtividade da cana planta (Mg ha^{-1}) (A) e características tecnológicas da cana planta: Porcentagem de Oligossacarídeos (POL) (%) (B), Pureza do Caldo (C e D), Açúcares Redutores (AR)(%) (E e F), Fibra (%) (G), Açúcar Total Recuperável (ATR) (kg Mg^{-1} de cana) (H), °Brix (percentual de sólidos solúveis no caldo)(%) (I) e Produtividade de açúcar (L) (1ª safra – 2016/2017) em função da dose de gesso e do tipo de muda. Os gráficos de interações que tiverem dados com letra minúscula referem-se ao gesso dentro de cada tipo de muda e para as letras maiúsculas referem-se ao tipo de mudas dentro de cada dose de gesso.

5.4 Qualidade do caldo da cana Cana 1ª Soca

Logo após a colheita da cana soca (ano 2), o tipo de muda e a interação do tipo de muda com as doses de gesso, notam-se os resultados nas figuras a seguir as quais se diferenciaram significativamente umas das outras quando expostas aos tratamentos (Figura 4).

Na interação entre as doses de gesso e os tipos de muda, quando se considera apenas o tipo de muda convencional para todas as doses, observa-se que a produção foi maior na dose de 14 Mg ha^{-1} quando comparadas as doses de 0 e 7 Mg ha^{-1} . Ao considerar somente MPB raso, não houve variação de produção para nenhuma das doses. Já ao avaliar apenas MPB fundo, a melhor produção foi nas doses de 7 e 14 Mg ha^{-1} comparada com a dose de 0 Mg ha^{-1} . Quando se observa todos os tipos de muda para a dose de 0 Mg ha^{-1} de gesso não houve nenhuma variação entre elas. Na dose de 7 Mg ha^{-1} de gesso o tipo de muda que produziu melhor foi MPB fundo quando comparada com as demais. Já na dose de 14 Mg ha^{-1} os tipos de muda convencional e MPB fundo tiveram a produção superior em relação a muda MPB raso (Figura 4 A).

O percentual de oligossacarídeos (POL) ocorreu variação na interação de gesso com os tipos de muda. Ao considerar a muda convencional para todas as doses de gesso observa-se que não ocorre diferença entre elas. A MPB raso nas doses 0 e 7 Mg ha^{-1} de gesso obtiveram percentual maior e a MPB fundo o

resultado é similar aos do MPB raso. Ao observar todos os tipos de muda para a mesma dose de gesso tem-se que na dose 0 e 7 Mg ha⁻¹ de gesso não houve distinção entre nenhum tipo de muda e na dose 14 Mg ha⁻¹ a muda convencional teve maior percentual que nas demais (Figura 4 B).

Na pureza do caldo houve variação do percentual em função tanto das doses de gesso quanto para os tipos de muda. Nas doses de gesso o percentual da pureza foi maior na dose de 0 Mg ha⁻¹ que nas doses de 7 e 14 Mg ha⁻¹ e que estas foram significativamente iguais (Figura 4 C). Nos tipos de mudas a convencional foi a que obteve maior valor de pureza de caldo em comparação com as MPBs raso e fundo e estas tiveram respostas iguais (Figura 4 D).

Os açúcares redutores (AR) do ano 2 variaram em função da interação dos tipos de mudas com as doses de gesso. Na interação, quando se considera somente o tipo de muda convencional para todas as doses de gesso, nota-se que não houve variação em nenhuma das doses. Para MPB raso também não teve variação entre as doses. Já no MPB fundo as doses de 7 e 14 Mg ha⁻¹ de gesso são significativamente iguais e tiveram resultados maiores que na dose 0 Mg ha⁻¹. Porém, ao considerar todos os tipos de muda para a dose 0 e 7 Mg ha⁻¹ não houve variação para nenhum tipo de muda. Ao considerar a dosagem 14 Mg ha⁻¹ de gesso os tipos de muda MPBs raso e fundo foram significativamente iguais e com percentual de AR maiores que o convencional (Figura 4 E).

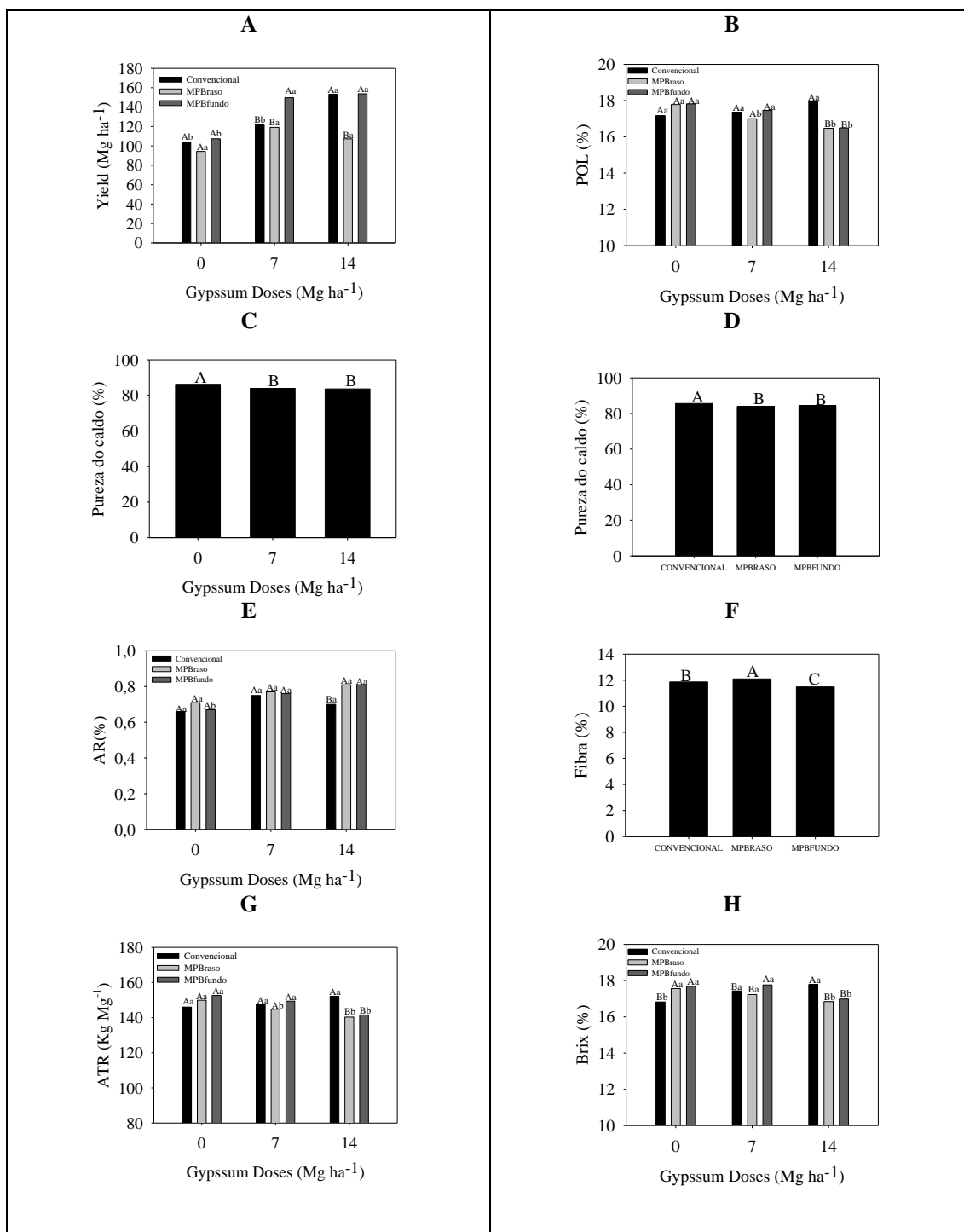
O percentual de fibra teve variação dos resultados somente em função dos tipos de muda. O maior percentual foi no MPB raso em relação ao tipo de muda convencional significativamente e este maior que o MPB fundo e inferior ao MPB raso (Figura 4 F).

Para os açúcares totais recuperáveis (ATR) os resultados tiveram variação em função da interação do gesso com o tipo de muda. Na interação de gesso com o tipo de muda quando se considera somente as mudas do tipo convencional, observa-se não haver variação nas diferentes dosagens. Entretanto, quando se nota apenas a MPB raso o percentual de ATR foi maior na dose de 0 Mg ha⁻¹ que nas doses de 7 e 14 Mg ha⁻¹ de gesso que por sua vez foram iguais. E, para o MPB fundo as doses de 0 e 7 Mg ha⁻¹ foram significativamente iguais e maiores que a dose de 14 Mg ha⁻¹ de gesso. No entanto, ao comparar todos os tipos de muda para a dose 0 Mg ha⁻¹ não houve variação entre nenhuma delas, assim como para a dose de 7 Mg ha⁻¹. Já para a dosagem de 14 Mg ha⁻¹ de gesso o tipo de muda convencional foi a que ocorreu maior percentual de ATR em comparação com as MPBs raso e fundo que estas foram estatisticamente iguais (Figura 4 G).

O °BRIX (percentual de sólidos solúveis do caldo) teve variação dos resultados em função da interação de gesso com os tipos de muda. Quando se observa apenas o tipo de muda convencional para todas as doses de 7 e 14 Mg ha⁻¹ de gesso foram significativamente iguais e maiores que a dose de 0 Mg ha⁻¹. Ao considerar o MPB raso as doses de 0 e 7 Mg ha⁻¹ de gesso são estatisticamente iguais e maiores que a dose de 14 Mg ha⁻¹, assim como para o MPB fundo. Ao analisar os tipos de muda para a mesma dose, na dose 0 Mg ha⁻¹ de gesso MPB raso e fundo são iguais e superior no valor de °BRIX que a convencional. Na dose de 7 Mg ha⁻¹ de gesso a muda convencional e MPB raso são iguais e inferiores que MPB fundo e para a dose de 14 Mg ha⁻¹ de gesso o MPB raso e fundo são iguais e inferiores em relação ao tipo de muda convencional (Figura 4 H).

A produção de açúcar do ano 2 teve variação em função da interação dos tipos de muda com as doses de gesso. Na interação do gesso com os tipos de muda ao considerar as mudas do tipo convencional

para todas as dosagens, na dose 14 Mg ha⁻¹ de gesso produziu mais que nas doses de 0 e 7 Mg ha⁻¹ que foram estatisticamente iguais. Na MPB raso não ocorreu variação entre as dosagens, e na MPB fundo as doses 7 e 14 foram significativamente iguais e produziram mais açúcar que a dose 0 Mg ha⁻¹ de gesso. Já quando se consideram todos os tipos de muda para a mesma dose de gesso, não ocorreu nenhuma variação entre as mudas na dose 0 Mg ha⁻¹. Para a dose 7 Mg ha⁻¹ de gesso o MPB fundo produziu mais açúcar que o tipo de muda convencional e MPB raso que por sua vez foram estatisticamente iguais. E para a dose de 14 Mg ha⁻¹ de gesso o tipo de muda convencional e MPB fundo produziram significativamente iguais e mais que MPB raso (Figura 4 I).



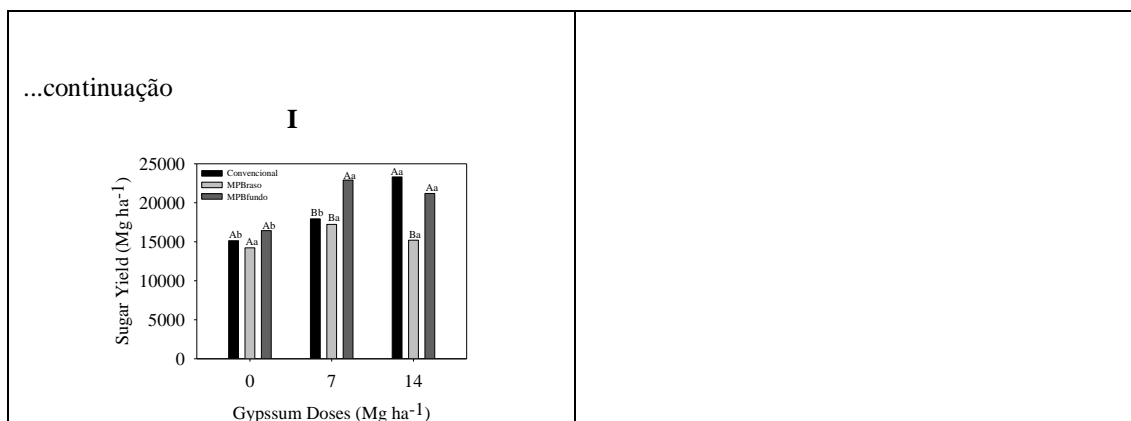


FIGURA 4 Produtividade da cana 1ª soca (Mg ha^{-1}) (A) e características tecnológicas da cana 1ª soca: Porcentagem de Oligossacarídeos (POL) (%) (B), Pureza do Caldo (C e D), Açúcares Redutores (AR)(%) (E), Fibra (%) (F), Açúcar Total Recuperável (ATR) (kg Mg^{-1} de cana) (G), °Brix (%) (H) e Produtividade de açúcar (I) (2ª safra – 2017/2018) em função da dose de gesso e do tipo de muda. . Os gráficos de interações que tiverem dados com letra minúscula referem-se as doses de gesso dentro de cada tipo de muda e para as letras maiúsculas referem-se ao tipo de mudas dentro de cada dose de gesso.

6 Discussão

Segundo Corá et al. 2004 em uma pesquisa realiza em cana-de-açúcar as propriedades químicas na camada de 0,0 – 0,20 m apresentaram-se baixos para pH (CaCl_2) e que altas doses de gesso podem reduzir o pH do solo, por efeito salino ou hidrólise de Al (Alva et al.1990) e altos para Ca^{2+} e K^+ . Resultados estes que foram notados na cana planta e na cana soca para Ca^{+2} e na cana planta para K^+ , Apesar de Mg^{2+} neste trabalho não se mostrar estatisticamente significativo os teores das bases trocáveis (Ca^{2+} e K^+) terem sido considerados como altos (Figura 1 E e G).

O pH do solo manter-se baixo, indicativo de maior parte do complexo de troca do solo está sendo ocupado pelos cátions ácidos: H^+ e Al^{3+} , assim como mostra os resultados alcançados de Al^{3+} na cana planta e cana soca (figura 1 S e 2 F), e para H^+ Al (Acidez potencial) na cana planta seus maiores teores de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m (Figura 1 I) assim como cita o autor anterior, já na cana soca também se obteve maiores resultados na camada de 0,4 a 0,6 m. (Figura 4 G). As reduções de pH podem ocorrer por conta da lixiviação de cátions pelo aumento de SO_4^- do gesso aplicado (Figura 1 e 2 B) (Black and Cameron, 1984).

Vários são os autores que afirmam que o gesso não supre as necessidades do calcário na ascensão do pH do solo. E, que a solubilidade e mobilidade do gesso é benéfico em solos com deficiência de Ca e na neutralização em profundidade de Al tóxico (Zandoná 2015), os resultados deste presente trabalho também mostram que as respostas de pH (Figuras 1B e 2B) e Al^{+3} (Figuras 1S e 2F) são inversamente proporcionais a de Ca tanto no ano 1 quanto no ano 2 em profundidades (Figuras 1E e 2E) respectivamente. O déficit do teor de cálcio em conjunto com a existência de alumínio no solo é uma das principais resistências química para o crescimento radicular, especialmente no subsolo (Ritchey et al. 1980; Pavan et al. 1982; Raji et al. 1998; Quaggio 2000; Zandoná 2015), observação esta que foi confirmada nos dados do presente trabalho.

Os resultados de cálcio indicam que ao aumentar as doses de gesso consequentemente ocorre a elevação dos teores de Ca, principalmente no ano 2, em pesquisas realizadas com uso de gesso, a tendência foi aumentar os teores de cálcio no solo. (Moreira 2001)

Com base no resultado observado no presente trabalho nota-se ainda que o pH baixo na camada de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m na cana planta pode ter ocorrido pela elevada extração de nutriente (Malavolta 2006) pois na cana soca esse resultado foi nas mesmas profundidades e também na camada de 0,4 a 0,6 m, em que se pode compreender que de acordo com as raízes, crescimento e absorção de nutrientes causaram a diminuição do pH. Outro fato que foi observado é que camadas mais profundas que essas referenciadas acima tem o pH mais elevados (Figuras 1B e 2B).

O K no ciclo da cana planta se mostrou significativo nas dosagens de 0 e 7 Mg ha⁻¹ e nas profundidades de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m (Figuras 1F e 1G). Na cana soca não houve interação para nenhuma das duas. Uma possível explicação é que além do K ter mobilidade lenta no solo, pode também ter ocorrido a lixiviação do mesmo, assim como diz Caíres et al. (1998). Este observou a lixiviação de potássio no perfil do solo provocada pelo gesso e, isso pode depender do tipo de gesso, embora os teores de potássio sejam maiores nos solos argilosos. Contudo Silva (2010) narra que pesquisadores julgam ainda que a fixação de K e a sua eficiência de troca de cátions é um recurso tão eficaz de armazenar que a lixiviação de K na maioria dos solos fica difícil de acontecer.

Rocha (2008), afirma que os teores de K podem ser reduzidos após a aplicação do gesso, em consequência de não ocorrer o aumento de K em profundidade, podendo também ocorrer a lixiviação do nutriente, com a composição de pares iônicos de cargas neutras. A redução de K em superfície foi observada na aplicação isolada de gesso e, porém ainda não ocorreu aumento nos teores de K em profundidade, a perda na camada superficial pode indicar o início de uma percolação; este processo tem ocorrido frequentemente em pesquisas com utilização de gesso em solos (Syed-Omar and Sumner, 1991; Illera et al., 2004).

O S-SO⁻²₄ não teve variação em profundidade e ocorreu os mesmos resultados nos dois anos de cultivo (cana planta e cana soca), sendo a dose 0 e 7 Mg ha⁻¹ as mais elevadas. Segundo Alvarez (1996) para enxofre presente no gesso agrícola, doses de 100 a 250 kg ha⁻¹ do corretivo são suficientes para corrigir a carência desse elemento para a maioria das culturas.

Soma de bases, CTC potencial e efetiva variaram em função das mesmas doses de gesso e nas mesmas profundidades e também sendo variáveis apenas na cana planta e demonstra haver uma relação entre elas.

Os teores de Mg não foram significativos para nenhum dos tratamentos e nem em profundidade. Conforme Caíres et al. (2005) ao aplicar gesso em Latossolo Vermelho distrófico, notou-se o aumento da concentração de cálcio trocável, no entanto, provocou diminuição na quantidade de magnésio trocável no solo. Demais, pesquisas possuem respostas de que a lixiviação de Mg trocável tem sido repetida para estudos de gessagem agrícola (Oliveira and Pavan 1996).

Os valores de saturação por base foram maiores na profundidade até 0,4 m na cana planta e até 0,6 m na cana soca (Figura 3Q e 4H). O acréscimo das doses de gesso ocasionou o aumento nos teores de

saturação por bases (Saldanha et al. 2007). Já segundo Morelli et al. (1987), o baixo teor de saturação das bases em profundidade limita o desenvolvimento das raízes. Em tratamentos com gesso feito em estudos por De Maria et al. 1993 aumentou-se a saturação de bases apenas na camada 0 a 10 cm e em outras situações, saturação de bases foi maior que 70% na camada 0 a 5. Os resultados da incorporação superficial dos materiais adicionados mostraram lenta mobilidade das bases adicionadas.

No que se refere ao solo, as análises de laboratório indicam surtir efeitos positivos nas profundidades de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4m da maioria das variáveis desejáveis analisadas (K^+ , $S-SO_4^{2-}$, Ca, Soma, T pot., t efet, sat. Base, Al^{3+}), com exceção do pH($CaCl_2$) que teve resultados melhores nas camadas mais profundas (0,4 a 0,6 m, 0,6 a 0,8 m e 0,8 a 1,0 m).

Já na cana planta, evidencia que as faixas de solo de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m podem ter sido acidificadas pela ação das raízes na absorção de grande quantidade de nutrientes, essa teoria se reafirmou na cana soca quando se notou nas análises que o pH só se manteve elevado nas camadas de 0,6 a 0,8 m e 0,8 a 1,0 m, indicando que as raízes aprofundaram até a camada de 0,4 a 0,6 m e acidificou pelo mesmo motivo do ano 1.

A indústria sucroalcooleira em busca de uma matéria-prima que possa render bons retornos monetários, segue alguns parâmetros agroindustriais (Produção ($Mg\ ha^{-1}$), Brix (%), Pol (%), Pureza (%), Fibra (%), ATR ($kg\ Mg^{-1}$), AR (%) e Produção de Açúcar ($Mg\ ha^{-1}$)), para avaliação da qualidade da cana. Esses critérios servem para saber o momento correto da colheita, características que são melhores remuneradas ao produtor ou que podem ser energeticamente mais vantajosas para a indústria.

Segundo Dinardo-Miranda et al. (2010), o POL% é o percentual de sacarose aparente que os coeficientes como variedade, estado ambiental, número de cortes e taxa de nutrientes na vinhaça pode interferir na variável. E, relembra que assim como a pureza, o POL% é considerado importante fator de avaliação da cana-de-açúcar para pagamento ao produtor.

Na pesquisa de Oliveira et al. (2011), a eficácia de uso da água, produtividade e característica tecnológica na cana-de-açúcar da variedade RB92579, exposta aos diversos regimes hídricos obteve para o cultivo com irrigação plena, Pol (%) de 18,80% e no cultivo em sequeiro, percentual de Pol (%) de 18,20%. Entretanto, Vasconcelos (2010), afirma que teores de Pol (%) alto podem ser em virtude de perdas de água de cana-de-açúcar colhida inteira, por ocorrer a evaporação de água. Ripoli and Ripoli (2004), alega que o Pol (%) ideal é maior que 14, afirma, quanto maior for o teor de sacarose melhor para a indústria sucroalcooleira.

A literatura indica que o percentual de Pureza (%), indicadora de que a cana-de-açúcar está madura para ser levada para a indústria, necessita ter pelo menos 85% de pureza (Fernandes 2011). E, conforme Tasso Junior et al. (2007) a alta pureza do caldo da cana, é indício claro de açúcar e de alta produção.

Resende et al. (2006), ao trabalhar com a cultivar CB 45-3 obteve valores de 85,21 de pureza do caldo (PZA), já Barbosa et al. (2012), ao analisar a variedade RB 855536 alcançou valores de 72% e superando os resultados expostos anteriormente, ao proceder o cultivo da variedade SP 79-1011, Oliveira et al. (2009) obteve valores 92,2% de PZA.

No atual trabalho, os valores obtidos não se diferenciaram da cana planta para a cana soca sendo (86,25%, 83,95%, 83,64% para 0, 7, 14 $Mg\ ha^{-1}$ de gesso, respectivamente) (Figuras 3C e 4C) e (85,63%,

83,87%, 84,34% para convencional, MPBraso e MPBfundo, respectivamente) (Figuras 3D e 4D), nota-se que a melhor dose de gesso foi de 0 Mg ha⁻¹ e o melhor tipo de muda nesta variável foi o convencional. Prado et al. 2017, ainda relata que o fator genético poder ser determinante nesta variável, observados os valores obtidos pode-se considerar que os tipos de muda MPB em conjunto com as doses de gesso são fatores que diminuem o PZA (%).

Segundo Ripoli e Ripoli (2004), o açúcar redutor (AR) é um índice que atinge pontualmente a pureza, pois é a quantidade de glicose e de frutose existente na cana. Teores estes que são indesejáveis pela fábrica, sendo recomendado que este percentual seja menor que 0,8, visto que representa diminuição do rendimento da recuperação da sacarose. Outros autores defendem que este resultado fique abaixo de outros índices como: 0,41% (Oliveira et al. 2009), 0,77% (Barbosa et al. 2012) e 0,10% (Có Júnior et al. 2008). Exposto todos estes valores de referência, o trabalho aqui em questão teve resultados dentro do esperado para a maioria destes autores, ocorreu variação em função das doses de gesso e de tipos de muda. Ainda que estes resultados foram similares na cana planta e na cana soca nas dosagens de gesso (Figuras 3E e 4G) e nos tipos de muda (Figuras 3F e 4H) e também ocorreu interação de gesso com os tipos de muda na cana soca, sendo os menores resultados de 0,66 em 0 Mg ha⁻¹ convencional e 0,67 em 0 Mg ha⁻¹ MPBfundo (Figura 6I); observado os resultados pode-se afirmar que as doses de gesso eleva os percentuais de AR (%), influencia diretamente a PZA (%).

Tasso Júnior et al. (2007) adverte que pode haver intervenção de elementos externos que agem na direção de prolongar o estágio de crescimento e ou desenvolvimento da cana leva a hidrólise da sacarose que gera glicose e frutose que são consumidos na dinâmica fisiológica do crescimento e respiração, pode esclarecer o aumento do AR%, como a presença de matéria orgânica no solo, aplicação de resíduos orgânicos, fertilização excessiva e umidade do solo.

Por causar a diminuição da produção, as fibras são indesejáveis pela indústria de álcool e açúcar, embora na agricultura seja uma característica desejável por evitar o tombamento, mesmo que ocorra a despalha, essa propriedade normalmente oferece maior impedimento na entrada de pragas no colmo (Prado et al. 2017). E ainda segundo Ripoli e Ripoli (2004), quando a fibra da cana é muito alta a eficiência da extração é comprometida.

De outro ponto de vista, danos mecânicos gerados no transporte e no corte são mais comuns em variedades com teor de fibras baixo, acarreta em contaminação e perdas na indústria. Também afirma o autor que o baixo teor de fibra deixa a cana susceptível a acamar e quebrar com o vento, ocasiona na perda de mais açúcar na água de lavagem. Além disso, recomenda o teor de fibra entre 11 e 13%.

Variadas foram as respostas encontradas na literatura para os teores de fibra como: Dinardo-Miranda et al. (2010), de 8 a 14%. Co Júnior et al. (2008) observou em cana de quinto ciclo com aplicação de vinhaça valores de 11,63 para 12,13%. Oliveira et al. (2009) em cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça encontrou valores de 9,5 e 11% de fibra, em cana do primeiro ao quarto corte Tasso Júnior et al. (2007) e Camilotti et al. (2006) alcançaram teores de fibra variando de 9,0 a 15,0% respectivamente, quando comparado com os valores encontrados nas biografias os resultados estão dentro do recomendado com teores que oscilam de 11,49% a 12,10% de fibra (Figuras 3G e 4J). Além disso, os valores de fibra foram idênticos na cana planta e na cana soca e foram bem aproximados aos teores alcançados por Prado et al. (2017) que variaram de 11,20 para 12,00.

O ATR é definido pela relação do AR (%) e o Pol, essas variáveis têm relação com os açúcares gerados pela planta, que pode ser motivado por questão de tratos culturais, adubação e ocorrência de pragas ou doenças (Vian 2017). Sendo muito importante para a indústria o rendimento desta variável, em que a sacarose é recuperada na forma de açúcar cristal (Fernandes 2011).

Os resultados para ATR do presente trabalho foram superiores aos alcançados na literatura quando observados os resultados de (Costa et al. 2011) que trabalhou com quatro variedades cultivadas em sequeiro, de terceira soca ($128,48 \text{ kg Mg}^{-1}$), e ainda sob os teores analisados por Vieira et al. (2012), para a mesma variedade em cana-soca ($143,3 \text{ kg Mg}^{-1}$). Porém, foram inferiores as observadas no trabalho que verificou o aumento com pontos de estabilidade de ATR na cana após a colheita, o valor máximo ocorreu no período de 84 h de 173 kg Mg^{-1} ATR (Pessôa et al. 2016) e também para o trabalho que resultou em $153,6 \text{ kg Mg}^{-1}$ por Oliveira et al. (2011) para a variedade RB867515 (cana planta) em cultivo irrigado.

Conforme Prado et al. 2017, o °BRIX tem expressa relação com os teores de açúcar do caldo, além disso, é uma variável que pode ser estabelecida tanto em laboratório quanto no campo, facilita o dia a dia agroindustrial. Silva et al. (2013), obteve médias de °BRIX (%), na cana planta de 17,30%, similar ao presente trabalho e na primeira rebrota 19,27% e na segunda rebrota teor de 19,16%. Resultado de primeira e segunda rebrota foram superiores aos observados. Já Oliveira et al. (2014) afirma que os valores médios de °BRIX (%) devem variar de 17 a 23% do caldo.

Na produção, apesar de produtividade de MPB fundo 14 Mg ha^{-1} de gesso ter sido maior e a convencional 14 Mg ha^{-1} tendo o rendimento pouco menor, ainda assim teve melhor POL (%), BRIX (%) e quando feita a correlação obteve maior produção de açúcar com $23308,92 \text{ Mg ha}^{-1}$, que foi 1,71% maior que a produção do MPB fundo 14 Mg ha^{-1} .

7. Conclusão

O gesso beneficia o solo, melhora pH em profundidade e saturação de alumínio, porém o excesso de gesso pode lixiviar K^+ .

AS maiores produtividades de açúcar foram de MPB fundo 7 e 14 Mg ha^{-1} e Convencional 14 Mg ha^{-1} .

A pureza do caldo (PZA) obteve resultados satisfatórios, porém foi identificado nos resultados que as mudas de MPB em conjunto com as dosagens de gesso diminuem o PZA (%), já os açúcares redutores que são indesejáveis pela indústria ficaram todos abaixo do recomendado.

8 Referências Bibliográficas

- Alva, A.K., M.E. Sumner and W.P. Miller. 1990. Reactions of gypsum or phosphogypsum in highly weathered acid subsoils. *Soil Science Society of America Journal*. <https://doi.org/10.2136/sssaj1990.03615995005400040010x>
- Alvarez V., V.H.; Fontes, L.E.F. and Fontes, M.P.F. 1996. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*.
- Araújo, Larissa Gomes, Cícero Célio de Figueiredo, Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Rafael de Souza Nunes and Thomaz Adolpho Rein. 2016. Influence of gypsum application on sugarcane yield and soil chemical properties in the Brazilian Cerrado. *Australian Journal of Crop Science*. <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.11.PNE156>
- Araújo, Larissa Gomes, Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Cícero Célio de Figueiredo, Thomaz Adolpho Rein, Rafael de Souza Nunes and João de Deus Gomes dos Santos Júnior. 2018. The residual effect of gypsum on subsoil conditioning, nutrition and productivity of sugarcane crops. *Australian Journal of Crop Science*. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.08.PNE1137>
- Barbosa, Eduardo A. A., Flavio B. Arruda, Regina C. M Pires, Tonny J. A. da Silva, and Emilio Sakai. 2012. Cana-de-açúcar com vinhaça e adubos minerais via irrigação por gotejamento subsuperficial: Ciclo da cana-planta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000900005>
- Black, A.S., and K.C. Cameron. 1984. Effect of leaching on soil properties and lucerne growth following lime and gypsum amendments to a soil with and acid subsoil. *New Zealand Journal of Agricultural Science*. <https://doi.org/10.1080/00288233.1984.10430421>
- Brieger, F. O. and S. B. PARANHOS. 1964. Técnica Cultural: In: MALAVOLTA, E. et al. (Coords). Instituto Brasileiro da Potassa 139-190. São Paulo. Esalq
- Caires, Eduardo F., Luís R. F. Alleoni, Michel A. Cambri, and Gabriel Barth. 2005. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. *Agronomy Journal*. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2004.0207>
- Caires, E. F., W. A. Chueiri, E. F. Madruga, and A. Figueiredo. 1998. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000100004>
- Camilotti, F., I. Andrioli, M. O. Marques, A. R. da Silva, L. C. Tasso Júnior, F. O. de Nobile, G. de A. Nogueira, and F. Prati. 2006. Produtividade e qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar cultivada com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. *STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*. <http://177.103.158.171/site/pdf/24.3.2.pdf>
- Carvalho, Juliana Mariano, Marcelo Andreotti, Salatiér Buzetti, and Morel de Passos e Carvalho. 2013. Produtividade de cana soca sem queima em função do uso de gesso e vinhaça. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000100001>
- Casagrande, A. A. 1991. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP.
- Crispim, J. E. A cana-de-açúcar em Santa Catarina. Asseced: 20 May 2019. http://www.energysul.com.br/rendimento_da_cana.pdf
- Cesnik, Roberto. 2004. Melhoramento da cana-de-açúcar. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas.

Clemente, Paulo Ricardo Aprígio, Breno Kennedy Lima Bezerra, Vinícios Santos Gomes da Silva, Jhulyanne Christiny Marcelino dos Santos, and Laurício Endres. 2017. Root growth and yield of sugarcane as a function of increasing gypsum doses. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v4742563>

Co Júnior, Caramo, Marcos O. Marques, and Luiz C. Tasso Júnior. 2008. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162008000100020>

Conab, Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, Safra 2018/2019, n.4- Quarto levantamento, abril/2019 https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/25631_78a68ec25e726ef2c565b0991a1e4a0d

Costa, Cícero Teixeira Silva, Vilma Marques Ferreira, Laurício Endres, Débora Teresa da Rocha Gomes Ferreira, and Eduardo Rebelo Gonçalves. 2011. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. *Revista Caatinga*, <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1931>

Crusciol, Carlos Alexandre Costa, Otávio Bagiotto Rossato, Rodrigo Foltran, Jorge Martinelli Martello, and Carlos Antonio Costa do Nascimento. 2017. Soil Fertility, Sugarcane Yield Affected by Limestone, Silicate, and Gypsum Application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2017.1411507>

De Maria I.C., R. Rossetto; E.J. Ambrosano, O.M. de Castro, A.M.L. Neptune (in memorian). 1993. Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio no movimento de cátions em colunas de solo. *Scientia Agrícola*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000100013>.

Dinardo-Miranda, Leila Luci, Antônio Carlos Machado de Vasconcelos, and Marcos Guimarães de Andrade Landell. 2010. *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agronômico.

Doorembos, J.; and Kassam, A. H. 1994. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: UFPB.

EMBRAPA. 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Epstein, Emanuel, and Arnold J Bloom. 2006. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta.

Faquin, Valdemar. 2011. *Nutrição Mineral de Plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE.

Fernandes, Antônio Carlos. 2011. *Cálculos na Agroindústria da cana-de-açúcar*. Piracicaba: STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos.

Ferreira, Daniel Furtado. 2014. *Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons*. *Ciência agrotecuaria*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

Gírio, Lucas Augusto da Silva, Fábio Luis Ferreira Dias, Verônica Massena Reis, Segundo Urquiaga, Nivaldo Schultz, Denizart Bolonhezi, and Miguel Angelo Mutton. 2015. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100004>

Hasner, Cecilia, Araken Alves de Lima, and Eduardo Winter. 2019. Technology advances in sugarcane propagation: A patent citation study. *World Patent Information*. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.09.001>

Illera, V., F. Garrido and C. Vizcayno. 2004. Garcia-Gonzalez M. T. Field application of industrial by-products as Al toxicity amendments: chemical and mineralogical implications. *European Journal of Soil Science*. <https://doi.org/10.1111/j.13652389.2004.00640.x>

Landell, Marcos Guimarães de Andrade, Mário Pércio Campana, Pery Figueiredo, Mauro Alexandre Xavier, Ivan Antônio dos Anjos, Leila Luci Dinardo-Miranda, Maximiliano Salles Scarpari, Julio Cesar Garcia, Márcio Aurélio Pitta Bidóia, Daniel Nunes da Silva, Jeremias Rodrigues de Mendonça, Ricardo Augusto Dias Kanthack, Marcelo Ferraz de Campos, Sandro Roberto Brancalião, Rômulo Henrique Petri, and Paulo Eduardo Martins Miguel. 2012. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. https://www.udop.com.br/ebiblio/pagina/arquivos/2013_sistema_multiplicacao_cana_com_mudas_pre_br_otadas.pdf. Accessed 26 May 2019.

Lopes, A. S., and F.R. Cox, 1977. Survey of the Fertility Status of Surface Soils Under "Cerrado" Vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal*. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1977.03615995004100040026x>

Lopes, A.S.; Luiz Roberto Guimarães Guilherme. 2016. A Career Perspective On Soil Management In the Cerrado Region Of Brazil. *Advances in Agronomy*. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.004>

Magro, C. R. and J. P. Laca-Buendía. 2010. Efeito da profundidade de plantio no perfilamento da cana-de-açúcar. *Fazu em Revista*.

Malavolta, Euripedes. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Esalq.

Malvestitti Neto, Antônio, Thiago Cardoso de Oliveira, Marco Antônio Pereira Ávila, Paulo Márcio Faria Vilella, Paula Castanho Borges, Raul Henrique Sartori, Ariana Vieira Silva, and Marcelo Bregagnoli. 2015. Produtividade de cana-de-açúcar no sistema de mudas pré-brotadas com diferentes doses de nitrogênio e densidades. 7ª Jornada Científica e Tecnológica do IF sul de Minas, 4º Simposio de Pós-graduação. https://docplayer.com.br/30050113-Produtividade-de-cana-de-acucar-no-sistema-de-mudas-pre-brotadas-com-diferentes-doses-de-nitrogenio-e-densidades.html#tab_1_1_2

Marschner, Petra, Martin Broadley, Patrick Brown, Ismail Cakmak, Jian Feng Ma, Zed Rengel, Fangjie Zhao, Eckhard George, Walter Host, and Elke Neuman. 2012. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press.

Monte, Gastão Ney, 2011. Informações sobre Gesso Agrícola, melhores épocas de compra, transporte, aplicação Necessidade de Gessagem. Accessed: 11 May 2019. <http://gessoagricola.blogspot.com/2011/01/necessidade-de-gessagem.html>

Moreira, M.A., Viana, A.E.S., Oliveira, C.A.C., Carvalho, G.S., Melo Filho, J.F. and Souza, S.E. 2001. Efeitos de calcário e gesso nas características químicas do solo e na produção do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/1120/155585_Art348f.pdf?sequence=1

Morelli, J. L., E. J. Nelli, J. L. I. Demattê, and A. E. Dalben. 1987. Efeito do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos arenosos álicos e na produção de cana-de-açúcar. <http://embracal.com.br/artigos/artigo-nacional/efeito-do-gesso-e-do-calcario-nas-propriedades-quimicas-de-solos-arenosos-alicos-e-na-producao-de-cana-de-acucar/>

Morgado, Ivan Ferreira, José Geraldo de Araujo Carneiro, Paulo Sérgio dos Santos Leles, and Deborah Guerra Barroso. 2000. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. *Scientia Agricola*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000400017>

Nalawade, S. M., A. K. Mehta and A. K. Sharma. 2018. SUGARCANE PLANTING TECHNIQUES: A REVIEW. <https://www.researchgate.net/publication/322976767> Accessed: 15 May 2019.

Oliveira, Ednaldo L. de, Luiz A. de B. Andrade, Manoel A. de Faria, and Telde N. Custódio. 2009. Vinhaça de alambique e nitrogênio na cana-de-açúcar, em ambiente irrigado e não irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000600005>

Oliveira, Edson Lima de, and Marcos Antônio Pavan. 1996. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. *Soil and Tillage Research*. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(96\)01021-5](https://doi.org/10.1016/0167-1987(96)01021-5)

Oliveira, Emídio Cantídio Almeida de, Fernando José Freire, Alexandre Campelo de Oliveira, Djalma Euzébio Simões Neto, Alexandre Tavares da Rocha, and Laércio Alves de Carvalho. 2011. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/10222>

Oliveira, Hend Pereira de, Raphael Oliveira de Melo, Marihus Altoé Baldotto, Messias Antônio Andrade and Lílian Estrela Borges Baldotto. 2018. Desempenho de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em resposta a aplicação de ácidos húmicos e bactérias promotoras do crescimento vegetal. *Semina: Ciências Agrárias* <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n3p1365>

Paranhos, S. B. 1987. *Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização*. Campinas. 431p

Pavan, Marcos A., F. T. Bingham, and P.F Pratt. 1982. Toxicity of aluminum to coffee (*Coffea arabica*) in Ultisols amended with CaCO_3 , MgCO_3 and $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. *Soil Science Society of America Journal*, Madison. <https://doi.org/10.2136/sssaj1982.03615995004600060017x>

Pedrosa, Taís Oliveira, Jadson Belém de Moura, and Rodrigo Fernandes de Souza. 2018. Influência de fungos micorrízicos arbusculares em estabelecimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. VIII Semana Agrônômica: A Ciência na Redução das Desigualdades do Campo. <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/safaeg/issue/view/28>

Pessôa, Uriel Calisto Moura, Wemerson Silva Oliveira, Anielson dos Santos Souza, Thiago Alves Pimenta, and Alberto de Andrade Soares Filho. 2016. Qualidade de cultivar de cana-de-açúcar, sob formas de colheita e tempos de amostragem. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i5.4611>

Pinto, Luis Eduardo Vieira, Thadeu Henrique Novais Spósito, Angela Madalena marchizelli Godinho, and Fernando Bernardo Martins. 2016. Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função de diferentes substratos. *Colloquium Agrariae*. 15. <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2016.v12.nesp.000177>

Prado, Renato de M, William Natale. 2004. Uso da grade aradora superpesada, pesada e arado de discos na incorporação de calcário em profundidade e na produção de milho. *Engenharia Agrícola*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162004000100019>.

Prado, Eber Augusto Ferreira do, Antonio Carlos Tadeu Vitorino, Munir Mauad, Simone Candido Ensinas, and Leandro Ramão. 2017. Características tecnológicas da cana-de-açúcar sob aplicação de doses de vinhaça em Latossolo Vermelho distroférrico. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. <http://dx.doi.org/10.5965/223811711642017386>

Procópio, S. O. 2003. *Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar*. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa.

Quaggio, J. A. 2000. *Acidez e calagem em solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo.

Raij, B. van, P. R. Furlani, J. A. Quaggio, and A. Pettinelli Júnior. 1998. Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000100014>

Raij, Bernardo van, 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI- internacional plant nutrition institute-Brasil.

Rampim, Leandro, Maria do Carmo Lana and Jucenei Fernando Frandoloso. 2013. Fósforo e enxofre disponível, alumínio trocável e fósforo remanescente em latossolo vermelho submetido ao gesso cultivado com trigo e soja. *Semina: Ciências Agrárias*. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1623>

Resende, Alexandre Silva de, Adriano Santos, Rogério Pontes Xavier, Celso Henrique Coelho, Antônio Gondim, Octávio Costa Oliveira, Bruno José Rodrigues Alves, Robert Michael Boddey, and Segundo Urquiaga. 2006. Efeito da queima da palha da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000600003>

Ripoli, Tomaz Caetano Cannavam, and Marco Lorenzso Cunali Ripoli. 2004. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Livrocere.

Ritchey, K. Dale, Djalma Mm. G. Souza, Edson Lobato, and Osni Correa. 1980. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. *Agronomy Journal*. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1980.00021962007200010009x>

Rocha, Alexandre T, Alexandre C. Oliveira, Álvaro N. Rodrigues, Mario A. Lira Júnior, and Fernando J. Freire. 2008. Emprego do gesso do Araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. *Agrária* <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i4a282>

Rodolfo Junior, Francisco. Walter Q. Ribeiro Junior, Maria L. G. Ramos, Omar C. Rocha, Laryssa M. T. Batista, and Fernando A. M. da Silva. 2016. Produtividade e qualidade de variedades de cana-de-açúcar de terceira soca sob regime hídrico variável. *Pesquisas Agrárias e Ambientais* <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v04n01a08>

Rossato, Otavio Bagiotto, Rodrigo Foltran, Carlos Alexandre Costa Crusciol, Jorge Martinelli Martello, Raffaella Rossetto, and James Mabry McCray. 2017. Fertilidade do solo, produtividade de cana soca e resíduos póscolheita afetados pela aplicação superficial de calcário e gesso na região sudeste do Brasil. *Bioscience Journal*. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v33n2-32755>

Rosseto, Raffaella, Fábio Luis Ferreira Dias, André Cesar Vitti, and José Paulo Queiroz Prado Junior. 2010. Fósforo. In: *Cana- de-açúcar*, Ed. Dinardo-Miranda, Leila Luci, Antônio Carlos Machado de Vasconcelos, and Marcos Guimarães de Andrade Landell, 271-287. Campinas: Instituto Agrônômico.

Sabbag, Renan dos Santos, Andrea Monquero, Andreia Cristina Silva Hirata, and Paulo Henrique Vieira dos Santos. Crescimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de herbicidas. *Revista Brasileira de Herbicidas*. <https://doi.org/10.7824/rbh.v16i1.481>

Saldanha, Eduardo César Medeiros, Alexandre Tavares da Rocha, Emídio Candido de Oliveira, Clístones Williams Araújo do Nascimento, and Fernando José Freire. 2007. Uso do gesso mineral em latossolo cultivado com cana-de-açúcar. *Revista Caatinga*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117747006>. Accessed 15 May 2019.

Santos, Felipe Samways. Luiz Antônio Zanão Júnior, Deonir Secco, Natália Pereira, Reginaldo Ferreira Santos, and Luciene Kazue Tokura. 2015. Effects of boron fertilization on a crambe crop cultivated in oxisols. *African Journal of Agricultural Research*. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.10929>

Santos, Humberto. Gonçalves dos, Paulo Klinger Tito Jacomine, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Virlei Álvaro de Oliveira, Jose Francisco Lumbreras, Mauricio Rizzato Coelho, Jaime Antonio de Almeida, Jose Coelho de Araujo Filho, João Bertoldo de Oliveira, and Tony Jarbas Ferreira Cunha. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>

Santos, Silvana Gomes dos, Valfredo Almeida Chaves, Flaviane da Silva Ribeiro, Gabriela Cavalcante Alves, and Veronica Massena Reis. 2018. Rooting and growth of pre-germinated sugarcane seedlings inoculated with diazotrophic bacteria. *Applied Soil Ecology*. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.08.015>

Segato, Silvelena Vanzolini, Alexandre de Sente Pinto, Eloísa Jendiroba and José Carlos Martins de Nóbrega. 2006. Atualização em produção de cana-de-açúcar. In *Aspectos Fenológicos da cana-de-açúcar*. Ed. Livrocere, 19-36. Piracicaba.

Silva Júnior, Mário Cupertino, Francisco de Assis de Carvalho Pinto, Daniel Marçal de Queiroz, Darly Geraldo Sena Júnior, and Nerilson Terra Santos. 2013. Utilização de um clorofilômetro portátil na detecção do teor de nitrogênio em *Brachiaria decumbens*. *Reveng-Engenharia na Agricultura* <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/15705?show=full>. Accessed 13 May 2019.

Silva, Elayne Cristina da, 2010. Mobilidade de íons em um CAMBISSOLO HAPLICO Alumínico submetido à aplicação de calcário e gesso agrícola. Universidade Estadual de Ponta Grossa. <http://tepe2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2089> Accessed 05 May 2019.

Silva, Nelmício Furtado da, Lígia Campos de Moura, Fernando Nobre Cunha, Pedro Henrique Ribeiro, José Joaquim Carvalho, and Marconi Batista Teixeira. 2014b. Qualidade industrial da cana-de-açúcar fertirrigada sob diferentes lâminas de água no sudoeste goiano. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. <http://dx.doi.org/10.7127/RBAI.V8N300212>

Sobral, Lafayette. F., Fernando L. D. Cintra, and Jot T. Smyth. 2009. Lime and gypsum to improve root depth of orange crop in an Ultisol of the Coastal Tablelands. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700004>

Sousa, Djalma M. Gomes de, Lourival Vilela, Edson Lobato, and Wilson Vieira Soares. 2001. Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado. Planaltina. Embrapa Cerrados.

Sousa, Djalma Martinhão Gomes de, and Edson Lobato. 2004. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Souza, Djalma Martinhão Gomes de, Thomaz Adolpho Rein, Rafael Souza Nunes, and João de Deus dos Santos Junior. 2015. Recomendações para correção do solo para cana-de-açúcar no cerrado. Comunicado Técnico- Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1026363/1/comtec177.pdf> Accessed 05 May 2019.

Souza Nunes, and Thomaz Adolpho Rein. 2016. Influence of gypsum application on sugarcane yield and soil chemical properties in the Brazilian Cerrado. *Australian Journal of Crop Science*. <http://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.11.PNE156>

Syed-Omar, S. R., and M. E. Sumner. 1991. Effect of gypsum on soil potassium and magnesium status and growth of alfalfa. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. <https://doi.org/10.1080/00103629109368554>

Tasso Júnior, Luiz C., Marcos O. Marques, Ademir Francos, Gustavo de A. Nogueira, Fábio O. de Nobile, Fábio Camilotti, and Alysson R. da Silva. 2007. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. *Engenharia Agrícola*. <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n1/22.pdf>. Accessed 05 May 2019.

Tavares, Orlando Carlos Huertas, Eduardo Lima e Everaldo Zonta. 2010. Crescimento e produtividade da cana planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita. *Acta Scientiarum. Agronomy*. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.2051>

Teodoro, Arthur Gabriel, Felipe Menezes Neves, Raissa de Sousa Luis, Isabel Rodrigues de Rezende, Pedro Henrique Gomes, and Clarice Backes. 2015. Estado nutricional em nitrogênio do capim brachiaria brizantha CV. marandu avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital em área fertilizada com nitrogênio e enxofre. Pesquisa e Extensão-UEG. <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/5412/3209>. Accessed 05 May 2019.

Vian, Carlos Eduardo Freitas. 2017.Árvore do conhecimento-Cana-de-açúcar. Agência embrapa de informação tecnológica. https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html Accessed 27 May 2019.

Vieira, Gustavo Haddad Souza, Everardo Chartuni Mantovani, Gilberto Chohaku Sedyama, Édio Luiz da Costa, and Fábio Teixeira Delazari.2012. Produtividade de colmos e rendimento de açúcares da cana-de-açúcar em função de lâminas de água. Irriga. <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v17n2p234>

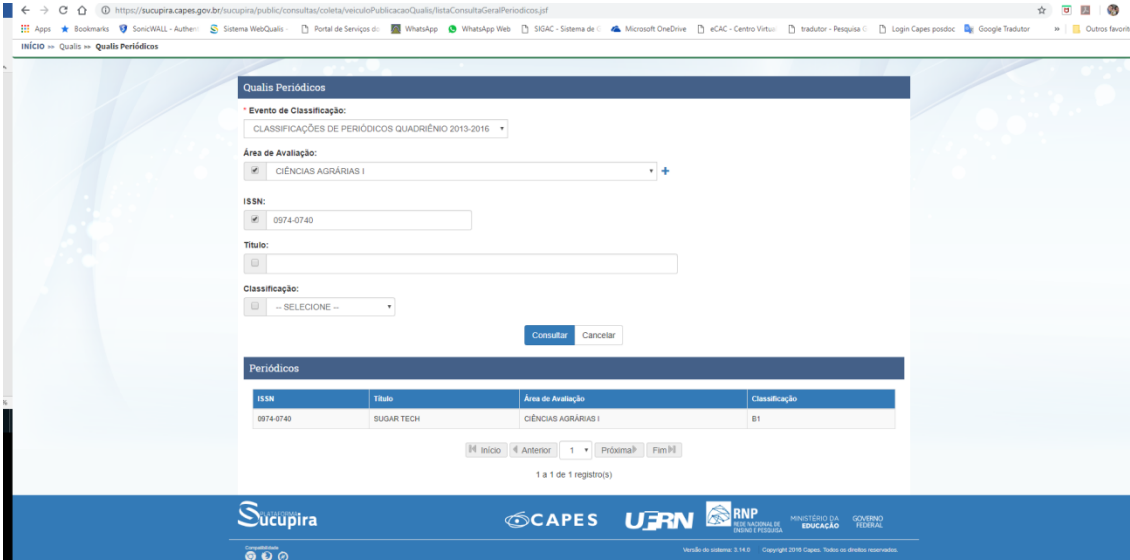
Zandoná, Renan Ricardo, Amauri Nelson Beutler, Giovane Matias Burg, Caroline Farias Barreto, and Marcelo Raul Schmidt. 2015. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. Pesquisa Agropecuária Tropical.<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/30301/18380>

ANEXO 1 – Classificação Qualis e Instrução aos autores Periódico Sugar Tech

O periódico Sugar Tech possui classificação Qualis B1 no período vigente, Quadriênio 2013-2016 (QUALIS, 2019).

QUALIS. 2019. Classificação de periódicos quadriênio 2013-2016.

<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>. Accessed 14 January 2019.



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>. The page title is "Qualis Periódicos". The search criteria are: "Evento de Classificação: CLASSIFICAÇÕES DE PERIÓDICOS QUADRIÊNIO 2013-2016", "Área de Avaliação: CIÊNCIAS AGRÁRIAS I", "ISSN: 0974-0740", "Título: SUGAR TECH", and "Classificação: -- SELECIONE --". The search results table is as follows:

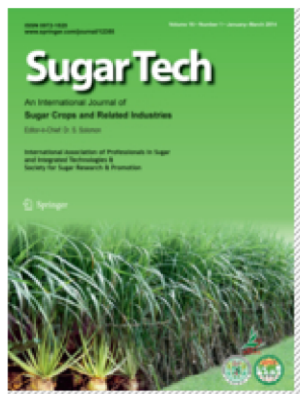
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
0974-0740	SUGAR TECH	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	B1

The footer of the page includes the Sucupira logo, CAPES, UFRN, RNP, and the Ministry of Education logo. The system version is 2.14.0 and the copyright is 2016 Capes.

As instruções aos autores para publicação do periódico SugarTech:

SUGAR TECH. 2019. Authors instructions.

https://www.springer.com/life+sciences/agriculture/journal/12355?print_view=true&detailsPage=plctci_1422419. Accessed 14 January 2019.



Sugar Tech

An International Journal of Sugar Crops and Related Industries

Editor-in-Chief: S. **Solomon**; G.P. Rao

ISSN: 0972-1525 (print version)

ISSN: 0974-0740 (electronic version)

Journal no. 12355



76,25 € [Personal Rate e-only](#)

[Get Subscription](#)

- ⌘ Online subscription, valid from January through December of current calendar year
- ⌘ Immediate access to this year's issues via SpringerLink
- ⌘ 1 Volume(-s) with 6 issue(-s) per annual subscription
- ⌘ Automatic annual renewal
- ⌘ More information: >> [FAQs](#) // >> [Policy](#)

Instructions for Authors

MANUSCRIPT SUBMISSION

If the author would like to become the member of current year of Society for Sugar Research & Promotion, please fill up the membership form (attached) and send it back to Secretary (Attn: G.P. Rao), Society for Sugar Research & Promotion, Division of Plant Pathology, IARI, Pusa Campus, New Delhi 110012, India (e mail: gprao_gor@rediffmail.com; sugartech@rediffmail.com). The member author would get a hard/soft copy of Sugar Tech (as per their choice). In case of hard copy the author has to bear with the postal charges of INRs 200.00 (for India) and US\$ 30.00 (for abroad).

⌘ [SSRP_Membership_Form-1](#) (pdf, 140 kB)

TYPES OF PAPERS

Invited reviews

Authors interested in writing a review article should contact the Editor-in-Chief in advance by submitting a summary of the intended manuscript. The Editor-in-Chief may then send an official letter of invitation with further instructions.

Original Papers

Original papers should not exceed 25 double-spaced pages with 2.5 cm margins including tables and figures.

Short Communications

Short Communications should not exceed 10 double-spaced pages with 2.5 cm margins including tables and figures.

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

COMPLIANCE WITH ETHICAL REQUIREMENTS

Conflict of Interest

Conflicts may be financial, academic, commercial, political or personal. Financial interests may include employment, research funding (received or pending), stock or share ownership, patents, payment for lectures or travel, consultancies, nonfinancial support, or any fiduciary interest in a company.

Authors must declare all such interests (or their absence) in writing upon submission of a manuscript. This conflict declaration includes conflicts or potential conflicts of all listed authors. If any conflicts are declared, the journal will publish them with the paper. In cases of doubt, the circumstance should be disclosed so that the editors may assess its significance.

All the listed authors are requested to click the link mentioned below and fill up the form therein so that the conflict of interest may get generated:

[Conflict of Interest disclosure](#)

The statement generated here shall be published in a separated section before the

Author Contributions Statement

Authors are expected to provide a short description of the contributions made by each listed author. This too will be published in a separate section after the Conflict of Interest statement.

TITLE PAGE

Title Page

The title page should include:

- ⌘ The name(s) of the author(s)
- ⌘ A concise and informative title
- ⌘ The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- ⌘ The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- ⌘ If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- ⌘ Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- ⌘ Use italics for emphasis.
- ⌘ Use the automatic page numbering function to number the pages.
- ⌘ Do not use field functions.
- ⌘ Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- ⌘ Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- ⌘ Use the equation editor or MathType for equations.
- ⌘ Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- » LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

REFERENCES

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- ▣ Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- ▣ This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- ▣ This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

▣ Journal article

Alber, John, Daniel C. O'Connell, and Sabine Kowal. 2002. Personal perspective in TV interviews. *Pragmatics* 12: 257–271.

▣ Article by DOI

Suleiman, Camelia, Daniel C. O'Connell, and Sabine Kowal. 2002. 'If you and I, if we, in this later day, lose that sacred fire...': Perspective in political interviews. *Journal of Psycholinguistic Research*. <https://doi.org/10.1023/A:1015592129296>

▣ Book

Cameron, Deborah. 1985. *Feminism and linguistic theory*. New York: St. Martin's Press.

▣ Book chapter

Cameron, Deborah. 1997. Theoretical debates in feminist linguistics: Questions of sex and gender. In *Gender and discourse*, ed. Ruth Wodak, 99-119. London: Sage Publications.

▣ Online document

Frisch, Mathias. 2007. Does a low-entropy constraint prevent us from influencing the past? *PhilSci archive*. <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00003390>. Accessed 26 June 2007

Journal names and book titles should be italicized.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

» EndNote style (zip, 2 kB)

TABLES

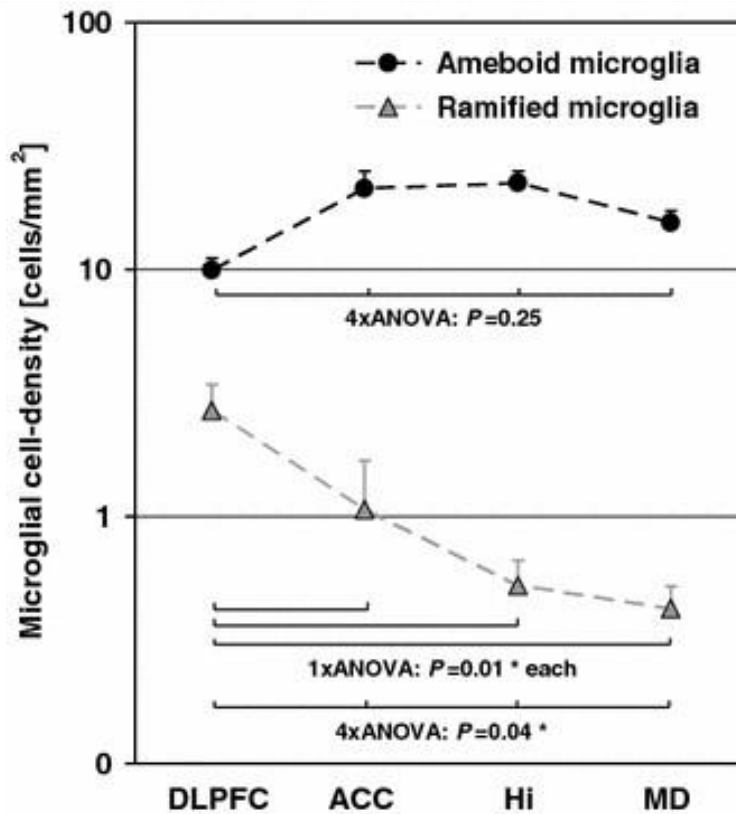
- ⌘ All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- ⌘ Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- ⌘ For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- ⌘ Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- ⌘ Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

- ⌘ Supply all figures electronically.
- ⌘ Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- ⌘ For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- ⌘ Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- ⌘ Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

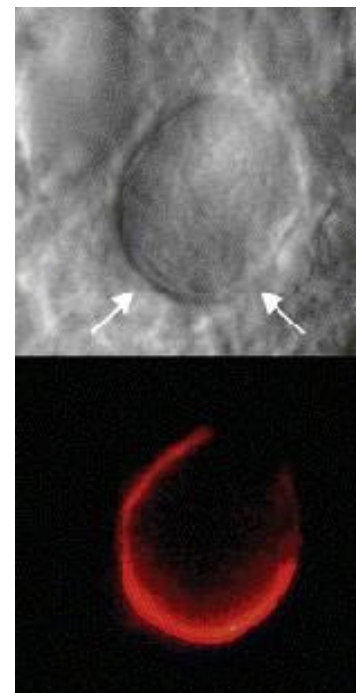
Line Art

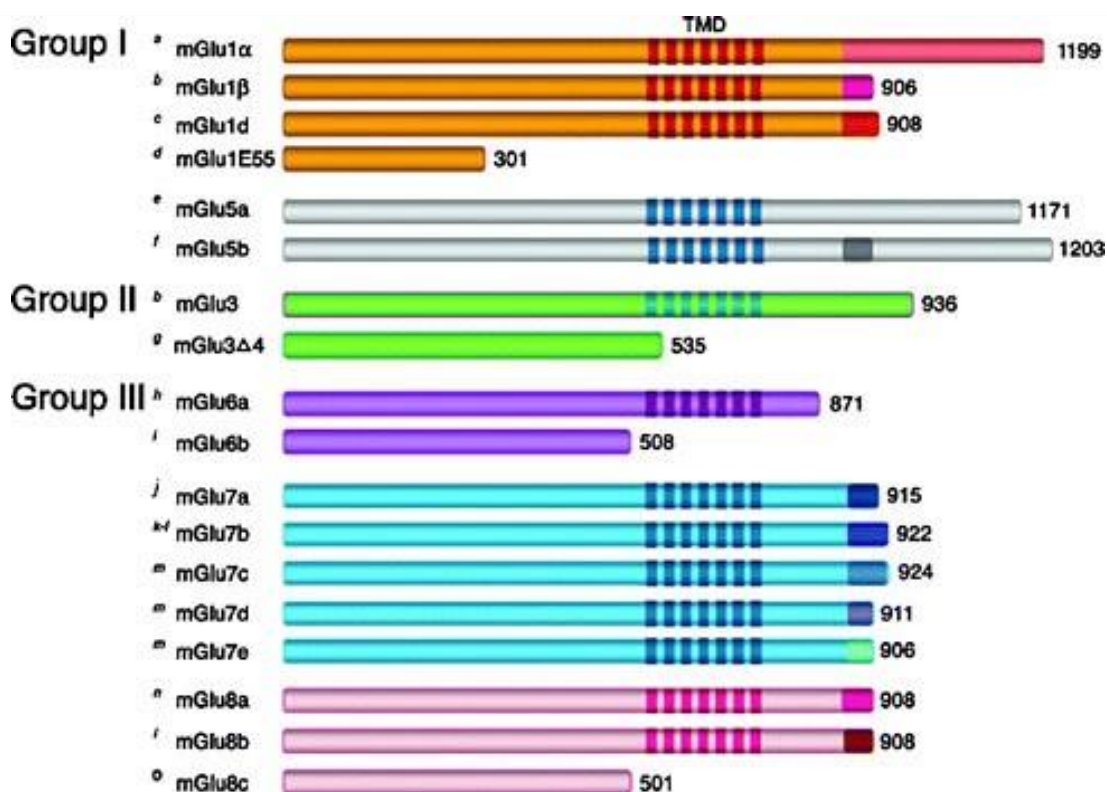


- ⌘ Definition: Black and white graphic with no shading.
- ⌘ Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- ⌘ All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- ⌘ Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- ⌘ Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

- ⌘ Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- ⌘ If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- ⌘ Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.





- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

- ☞ If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- ☞ Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- ☞ Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- ☞ No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- ☞ Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- ☞ Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- ☞ Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- ☞ When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- ☞ For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- ☞ For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- ☞ All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- ☞ Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual element)
- ☞ Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Aspect ratio: 16:9 or 4:3
- Maximum file size: 25 GB
- Minimum video duration: 1 sec
- Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as "Online Resource", e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4".
- Name the files consecutively, e.g. "ESM_3.mpg", "ESM_4.pdf".

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.

The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”)).

A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).

No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions

No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”).

Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.

Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.

Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.

Adding and/or deleting authors and/or changing the order of authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the reason for the change(s) and the contribution role(s) of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.

Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.

Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author. If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is **maintained on the platform**, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article. The author's institution may be informed.

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can indicate whether you wish to order offprints, or printing of figures in color. Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Society. This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor. After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

ENGLISH LANGUAGE EDITING

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts.

Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.

[English language tutorial](#)

[Nature Research Editing Service](#)

[American Journal Experts](#)



Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

为便于编辑和评审专家准确评估您稿件中陈述的研究工作，您需要确保您的英语语言质量足以令人理解。如果您需要英文写作方面的帮助，您可以考虑：

- 请一位以英语为母语的同事审核您的稿件是否表意清晰。
- 查看一些有关英语写作中常见语言错误的教程。
- 使用专业语言编辑服务，编辑人员会对英语进行润色，以确保您的意思表达清晰，并识别需要您复核的问题。我们的附属机构 [Nature Research Editing Service](#) 和合作伙伴 [American Journal Experts](#) 即可提供此类服务。

[☞ 教程](#)

[☞ Nature Research Editing Service](#)

[☞ American Journal Experts](#)

请注意，使用语言编辑服务并非在期刊上发表文章的必要条件，同时也并不意味或保证文章将被选中进行同行评议或被接受。

如果您的稿件被接受，在发表之前，我们的文字编辑会检查您的文稿拼写是否规范以及文体是否正式。

エディターと査読者があなたの論文を正しく評価するには、使用されている英語の質が十分に高いことが必要とされます。英語での論文執筆に際してサポートが必要な場合には、次のオプションがあります：

- ・英語を母国語とする同僚に、原稿で使用されている英語が明確であるかをチェックしてもらう。
- ・英語で執筆する際によくある間違いに関する英語のチュートリアルを参照する。
- ・プロの英文校正サービスを利用する。校正者が原稿の意味を明確にしたり、問題点を指摘し、英語の質を向上させます。Nature Research Editing Service と American Journal Experts の2つは弊社と提携しているサービスです。Springerの著者は、いずれのサービスも初めて利用する際には10%の割引を受けることができます。以下のリンクを参照ください。

[☞ 英語のチュートリアル](#)

[☞ Nature Research Editing Service](#)

[☞ American Journal Experts](#)

英文校正サービスの利用は、投稿先のジャーナルに掲載されるための条件ではないこと、また論文審査や受理を保証するものではないことに留意してください。

原稿が受理されると、出版前に弊社のコピーエディターがスペルと体裁のチェックを行います。

영어 원고의 경우, 에디터 및 리뷰어들이 귀하의 원고에 실린 결과물을 정확하게 평가할 수 있도록, 그들이 충분히 이해할 수 있을 만한 수준으로 작성되어야 합니다. 만약 영작문과 관련하여 도움을 받기를 원하신다면 다음의 사항들을 고려하여 주십시오:

- 귀하의 원고의 표현을 명확히 해줄 영어 원어민 동료들 찾아서 리뷰를 의뢰합니다.
- 영어 튜토리얼 페이지에 방문하여 영어로 글을 쓸 때 자주하는 실수들을 확인합니다.
- 리뷰에 대비하여, 원고의 의미를 명확하게 해주고 리뷰에서 요구하는 문제점들을 식별해서 영문 수준을 향상시켜주는 전문 영문 교정 서비스를 이용합니다. Nature Research Editing Service와 American Journal Experts에서 저희와 협약을 통해 서비스를 제공하고 있습니다. Springer 저자들이 본 교정 서비스를 첫 논문 투고를 위해 사용하시는 경우 10%의 할인이 적용되며, 아래의 링크를 통하여 확인이 가능합니다.

☞ 영어 튜토리얼 페이지

☞ Nature Research Editing Service

☞ American Journal Experts

영문 교정 서비스는 게재를 위한 요구사항은 아니며, 해당 서비스의 이용이 피어 리뷰에 논문이 선택되거나 게재가 수락되는 것을 의미하거나 보장하지 않습니다.

원고가 수락될 경우, 출판 전 저희측 편집자에 의해 원고의 철자 및 문체를 검수하는 과정을 거치게 됩니다.

READ THIS JOURNAL ON SPRINGERLINK

[Online First Articles](#)



[All Volumes & Issues](#)



[◆ Special Issues in Plant Sciences ◆](#)



FOR AUTHORS AND EDITORS

2017 Impact Factor

0.807

[Submit Online](#)



[Instructions for authors](#)



[Conflict of Interest Statement \(pdf, 53 ...](#)



[Membership Form \(pdf, 6.3 MB\)](#)



[Author Academy: Training for Authors](#)



SERVICES FOR THE JOURNAL

[Contacts](#)



[Download Product Flyer](#)



Get the table of contents of every new issue published in
[Sugar Tech](#) .

 LOGIN

Please send me information on new Springer
publications in [Agriculture](#) .

