



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agricultura Digital  
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento*

**Eventos Técnicos  
& Científicos**

ISSN xxxx-xxxx

**1**

Dezembro, 2022

*Resumos*

**Mostra de Estagiários e Bolsistas da  
Embrapa Agricultura Digital**

Setembro, 2022

*Embrapa Agricultura Digital  
Campinas, SP  
2022*

Embrapa Agricultura Digital

Av. Dr. André Tosello, 209 - Cidade Universitária  
Campinas, SP, Brasil  
CEP. 13083-886  
Fone: (19) 3211-5700  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

*Comitê Local de Publicações*

Presidente

*Carla Geovana do Nascimento Macário*

Secretária-Executiva

*Maria Fernanda Moura*

Membros

*Adriana Farah Gonzalez, membro nato, Alexandre de Castro, membro indicado, Carla Cristiane Osawa, membro nato, Debora Pignatari Drucker, membro eleito, Ivan Mazoni, membro eleito, João Camargo Neto, membro indicado, João Francisco Goncalves Antunes, membro eleito, Magda Cruciol, membro nato.*

Revisão de texto

*Adriana Farah Gonzalez*

Normalização bibliográfica

*Carla Cristiane Osawa*

Projeto gráfico

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Capa

*Letícia Mathias do Amaral Campos*

Editoração eletrônica

*Magda Cruciol e Letícia Mathias do Amaral Campos*

**1ª edição**

Publicação digital: PDF

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agricultura Digital

---

Mostra de Estagiários e Bolsistas da Embrapa Agricultura Digital (1. : 2022: Campinas, SP)

Anais [da] Mostra de Estagiários e Bolsistas da Embrapa Agricultura Digital / - Campinas : Embrapa Agricultura Digital, 2022. PDF (45 p.) : il. color. - (Eventos técnicos & científicos, ISSN xxxx-xxxx; 1).

1. Agricultura. 2. Tecnologia da informação. 3. Pesquisa. 4. Iniciação científica. I. Título. II. Embrapa Agricultura Digital. III. Série.

CDD (21. ed.) 630.285

Carla Cristiane Osawa (CRB-8/10421)

© Embrapa, 2022

## Comissão organizadora

---

*Poliana Fernanda Giachetto* – Presidente

*Flávia Bussaglia Fiorini*

*Luciana Guilherme Sacomani Zenerato*

*Maria Giulia Croce*

Embrapa Agricultura Digital

## Comissão técnico-científica

---

*Adauto Luiz Mancini*

*André Fachini Minitti*

*Ariovaldo Luchiari Júnior*

*Gustavo Costa Rodrigues*

*Helano Póvoas de Lima*

*Juliana Erika de Carvalho Teixeira Yassitepe*

*Júlio César Dalla Mora Esquerdo*

*Kleber Xavier Sampaio de Souza*

*Leandro Carrijo Cintra*

*Leonardo Ribeiro Queiros*

*Marcelo Mikio Hanashiro*

*Maria Fernanda Moura*

*Poliana Fernanda Giachetto*

*Sônia Ternes*

Embrapa Agricultura Digital

## Apresentação

---

É com muita satisfação que apresentamos os anais da Mostra de Estagiários e Bolsistas da Embrapa Agricultura Digital, ocorrida no formato online em setembro de 2022. A Mostra de Estagiários e Bolsistas da Embrapa Agricultura Digital (anteriormente chamada de Embrapa Informática Agropecuária) dá continuidade ao evento de mesmo nome que aconteceu anualmente, ao longo de 16 edições.

A Mostra tem como objetivo divulgar os trabalhos desenvolvidos pelos estagiários e bolsistas e apresentar os resultados obtidos nos projetos de pesquisa da Unidade. Além disso, o evento possibilita a integração entre os diferentes grupos de pesquisa e proporciona aos alunos a experiência de participação em um evento científico. Os 10 trabalhos apresentados na Mostra, na forma oral, foram submetidos à avaliação por um comitê técnico-científico composto por analistas e pesquisadores da Unidade e obedeceram a normas e critérios previamente estabelecidos pela Comissão Organizadora e divulgados aos autores.

A Chefia da Embrapa Agricultura Digital parabeniza e agradece aos estudantes e seus orientadores pela participação na Mostra e agradece o empenho e comprometimento de todos os envolvidos na sua realização, em especial o apoio do Comitê Local de Publicações e da Comissão Organizadora.

*Poliana Fernanda Giachetto*  
Pesquisadora  
Embrapa Agricultura Digital

# Sumário

---

## Resumos Expandidos

Coeficientes técnicos para modelagem de resposta da cana-de-açúcar à calagem considerando-se a origem da rocha.....	9
Aplicação de Potássio em Cana-de-Açúcar Energia e Sacarina: Efeito de Doses e Interação Com Micronutrientes e Gesso.....	17
Sistema de Gestão de Custos Utilizando Django e Metabase.....	28

## Resumos

Utilização de índices de vegetação espectrais na predição da produtividade em cana-de-açúcar.....	38
Avaliação do Desenvolvimento de MPBs de Cana-de-açúcar (SP 80-3280) Inoculadas com Biomaphos em Solo com Diferentes Níveis de Fósforo.....	39
Comportamento espacial da fertilidade do solo em variedades de café cultivado no sul de Minas.....	40
Sistema de Consulta de Dados Gravados nos Blocos da Blockchain Ethereum.....	41
Extração de Citação de Localidades em Textos Técnico-Científicos em Língua Portuguesa.....	42
Sugarcane Planting Failure Classification Through Deep Learning Approach in Drone Imagery.....	43
Complemento no QGIS para Monitoramento de Áreas de Cana-de-Açúcar por Meio de Índices Vegetativos MODIS.....	44



# Coeficientes técnicos para modelagem de resposta da cana-de-açúcar à calagem considerando-se a origem da rocha.<sup>(1)</sup>

Aline Cristina de Camargo<sup>(2,8)</sup>, Mariana Lopes de Carvalho<sup>(3)</sup>, Arnaldo José Raizer<sup>(4)</sup>, Fabio Cesar da Silva<sup>(5)</sup> e Luis Fernando Sanglade Marchiori<sup>(6)</sup> e Cristiano de Andrade<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Estudante, Fatec, Piracicaba,SP. <sup>(3)</sup>Estudante, Fatec, Piracicaba,SP. <sup>(4)</sup>Engenheiro Agrônomo, Esalq-USP, Piracicaba,SP. <sup>(5)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas,SP. <sup>(6)</sup>Diretor Técnico Esalq/USP, Piracicaba,SP.

<sup>(7)</sup>Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna,SP. <sup>(8)</sup>aline.camargo5@fatec.gov.sp.br

**Resumo** - Solos ácidos têm a produtividade limitada devido ao aparecimento de formas tóxicas de alumínio e manganês, redução da disponibilidade de nutrientes e restrição do desenvolvimento radicular. O calcário neutraliza a acidez do solo, além de fornecer cálcio e magnésio, viabilizando produtividades competitivas das culturas. Os calcários são rochas carbonatadas (> 50% de sua constituição em carbonatos), contendo cálcio e magnésio como cátions acompanhantes, podendo ser de origem sedimentar ou metamórfica, e cujas características físico-químicas e propriedades mineralógicas podem ser bastante diferentes a depender do seu processo de formação. O objetivo desse projeto é avaliar a neutralização da acidez do solo em função da aplicação de diferentes doses e tipos de calcário, sendo um de origem sedimentar e outro de origem metamórfica, com diferentes valores de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), visando obter-se coeficientes técnicos para modelagem da resposta da cultura da cana-de-açúcar à calagem. O experimento foi instalado em campo com solo com textura arenosa, classificado como ambiente E. Foram instalados 10 tratamentos em esquema fatorial com dois tipos de calcário e cinco doses. A saturação por bases no solo a 0-20 cm alcançou valores superiores a 70% nas doses de 6 e 8 t. ha<sup>-1</sup> de calcário e o efeito de doses foi linear. Não houve diferença entre os tipos de calcário, considerando-se cada dose testada, reforçando o comentado anteriormente sobre a reatividade dos calcários PRNT 70% e PRNT 96% em função do tipo de rocha e não somente a distribuição do tamanho das partículas. Independentemente do tipo de calcário, as doses reduziram a acidez e incrementaram os teores de Ca e Mg, com tendência de estabilização dos teores de H+Al a partir de 6 t ha<sup>-1</sup>. Para os parâmetros analisados de Magnésio e Saturação de bases, houve diferença significativa em termos de reação, mesmo o calcário metamórfico tendo um PRNT de 96% e o sedimentar um PRNT de 70%.

Termos para indexação: calcário, reatividade, correção da acidez, cálcio, magnésio.

## Technical coefficients for modeling the response of sugar cane to liming considering the origin of the rock.

**Abstract** - Acidic soils have limited productivity due to toxic levels of aluminum and manganese, low nutrient availability and root development restriction. Limestone neutralizes soil acidity, in addition to providing good calcium (Ca) and magnesium (Mg) levels, enabling competitive crop yields. Limestones are carbonates containing calcium and magnesium which can be originated from sedimentary or metamorphic rocks and whose properties can be quite different depending on their origin. The objective of this trial is to evaluate the neutralization of soil acidity using different doses and types of limestone in order to obtain technical coefficients for modeling the sugarcane response to liming. The experiment was carried out in sandy soil classified as poor environment. Ten treatments were installed in a factorial scheme with two types and five doses of limestone. Soil base saturation at 0-20cm reached values above 70% at doses of 6 and 8 ton.ha<sup>-1</sup> of limestone and the effect of doses was linear. There was no difference between the types of limestone, considering each dose tested, reinforcing the reactivity of PRNT 70% and PRNT 96% limestones as a function of the type of rock and not just the particle size distribution. Regardless of the type of limestone, the doses reduced the acidity and increased the Ca and Mg contents with tendency to stabilize the H+Al contents from 6 ton.ha<sup>-1</sup>. For parameters as Mg levels and base saturation there was a significant difference in terms of reaction, even the metamorphic limestone having a 96% PRNT and the sedimentary a 70% PRNT.

Index terms: limestone, reactivity, acidity correction, calcium, magnesium.

## Introdução

Solos formados em ambiente tropical são geralmente ácidos e de baixa fertilidade natural, sendo a calagem um passo fundamental para a realização de uma agricultura eficiente e produtiva. Um solo ácido favorece o aparecimento de formas tóxicas de alumínio e manganês, reduz a disponibilidade de nutrientes e restringe o desenvolvimento do sistema radicular, o que conduz a um baixo rendimento na produtividade da cultura (Malavolta, 1980). A calagem é uma prática agrícola frequentemente usada na correção da acidez do solo e deve ser realizada antes de qualquer outro programa nutricional e/ou de manejo da fertilidade do solo (Amostragem..., 2002).

A utilização de calagem no solo proporciona importante mudança no ambiente radicular, e possui diversas vantagens, tais como: diminuir a acidez do solo elevando seu pH, neutralizar a disponibilidade de alumínio e manganês tóxicos do solo mediante a formação de hidróxidos, que não são adsorvidos, aumentando a eficiência na utilização de nutrientes e proporcionando Ca e Mg, aumentando o Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e a atividade biológica na fixação de Nitrogênio (Embrapa, 2021).

A determinação da necessidade de calagem no solo difere conforme a região do Brasil, pois cada estado tem sua característica específica de solo, clima e o desenvolvimento socioeconômico decorrente dessa conjuntura (Silva, 2019). Embora os métodos de recomendação de calagem possam diferir nas diferentes regiões do País, praticamente todos consideram aspectos relacionados com o corretivo da acidez, como o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), obtidos a partir do Poder de Neutralização (PN) e da Reatividade (RE). Enquanto o PN pode ser analisado no laboratório, a RE é um valor atribuído em função da granulometria do corretivo, ignorando a origem da rocha e diferenças de solubilidade em função dessa origem (Raij et al., 1985).

O calcário é um corretivo da acidez obtido a partir da moagem de rochas carbonatadas (> 50% em carbonatos de cálcio e magnésio), cuja origem pode ser metamórfica ou sedimentar. A composição química, características físico-químicas e propriedades mineralógicas podem diferir entre os calcários, a depender do processo de formação (Gallo; Catani, 1954).

Nesse contexto, há que se considerar que a origem da rocha influencia sua solubilidade e tempo de reação no solo (Gallo; Catani, 1954; Soratto et al., 2019), o que não se considera atualmente no conceito de PRNT ou na diferenciação na estratégia de manejo da correção no campo. Calcários de origem sedimentar poderiam, então, ser mais grosseiros, com menor deriva na aplicação e sem perda na reatividade, desde que o aspecto da solubilidade seja considerado e/ou curvas de neutralização sejam estabelecidas a campo para suportar alterações na recomendação do calcário ou no manejo da acidez do solo (Soratto et al., 2019).

O objetivo do presente trabalho é avaliar a neutralização da acidez do solo em função da aplicação de dois calcários, sendo um de origem sedimentar e outro de origem metamórfica, com diferentes valores de PRNT, devido à RE, na cultura da cana-de-açúcar, de forma a obter coeficientes técnicos para modelagem da resposta da cultura à calagem considerando-se a origem da rocha.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado em campo, numa área de 100x115m<sup>2</sup>, com solo de textura arenosa, do tipo Areia Quartzosa, com características químicas principais, a saber: pH= 4,9, CTC=27,5, V%=48, classificado como ambiente E. A área foi dividida em parcelas de 20m<sup>2</sup>, e o corredor entre as parcelas foi de 3m<sup>2</sup>. Foram instalados 10 tratamentos em esquema fatorial com dois tipos de calcário (PRNT e cinco doses dos calcários (0, 2, 4, 6 e 8 t/ha), divididos em camada superficial (0-20 cm). Os calcários utilizados foram o metamórfico (PRNT 96%, PN (ECaCO<sub>3</sub>) 103,7%, CaO 38,6%, MgO 17,2%, RE 92,6%) e o sedimentar (PRNT 70%, PN (ECaCO<sub>3</sub>) 82,1%, CaO 25,3%, MgO 18%, RE 85,4%). O primeiro tratamento (T1) foi a testemunha, não recebeu nenhuma dose de calcário, no segundo tratamento (T2) foi adicionado ao solo uma dose de calcário sedimentar de 2t ha<sup>-1</sup> - PRNT 70%, no T3 (4t ha<sup>-1</sup> - PRNT 70%), no T4 (6t ha<sup>-1</sup> - PRNT 70%) e no T5 (8t ha<sup>-1</sup> - PRNT 70%), já no tratamento T7 foi adicionado ao solo uma dose de calcário metamórfico de 2t ha<sup>-1</sup> - PRNT 96%, no T8 (4t ha<sup>-1</sup> - PRNT 96%), no T9 (6t ha<sup>-1</sup> - PRNT 96%) e no T10 (8t ha<sup>-1</sup> - PRNT 96%).

## Resultados e Discussão

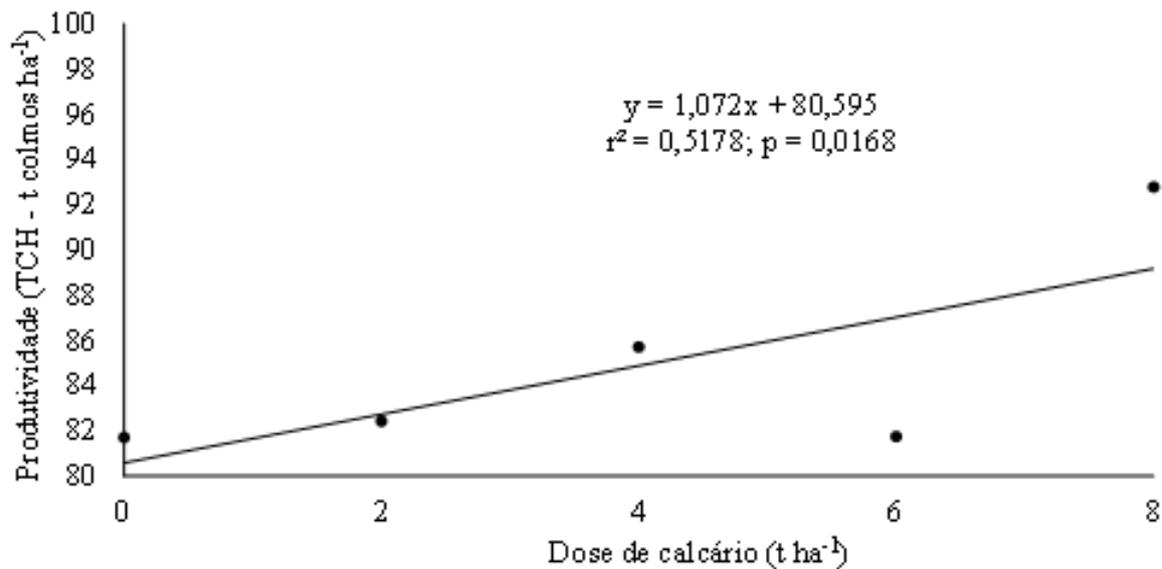
Na calagem, a produtividade da cana não foi alterada em função do tipo de calcário com valor médio de produtividade igual a 85,0 t de colmos ha<sup>-1</sup>. A produtividade variou entre 79,9 a 97,0 t, colmos ha<sup>-1</sup>, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Produtividade e parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em função da calagem com dois tipos de calcário e doses dos corretivos.

Calcário	Dose (t ha <sup>-1</sup> )	TCH	ATR	TAH
		t ha <sup>-1</sup>	kg t <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
-	0	81,7 a <sup>1</sup>	140,7 a <sup>1</sup>	11,5 a 1
PRNT 70	2	82,1 a	138,0 a	11,3 a
PRNT 70	4	88,0 a	141,8 a	12,5 a
PRNT 70	6	79,9 a	134,6 a	10,8 a
PRNT 70	8	88,5 a	138,4 a	12,3 a
PRNT 96	2	82,8 a	137,6 a	11,4 a
PRNT 96	4	83,5 a	136,8 a	11,4 a
PRNT 96	6	83,6 a	138,8 a	11,6 a
PRNT 96	8	97,0 a	135,9 a	13,2 a
PRNT 70	4	83,3 a	141,9 a	11,8 a
<sup>1</sup> Média geral		85,0	138,4	11,8
<sup>2</sup> DMS		11,0	8,2	1,8
<sup>3</sup> CV (%)		8,95	4,10	10,61

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> DMS = diferença mínima significativa. <sup>3</sup> CV = coeficiente de variação.

Embora não tenha ocorrido interação entre dose e tipo de calcário, houve efeito linear de incremento da produtividade de colmos com o aumento da dose de calcário aplicada (Figura 1). Esse incremento linear mostra que a cultivar RB86 7515, para o ambiente estudado, apresenta uma resposta diferenciada a doses de calcário, apesar dos resultados não diferirem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade, ainda chama a atenção que houve resposta, inclusive, ao dobro da dose recomendada para os critérios de elevação da V a 70%, para os dois calcários utilizados, PRNT 70% e 96%.



**Figura 1-** Resposta linear de produtividade da cana-de-açúcar com a aplicação de doses crescentes de calcário.

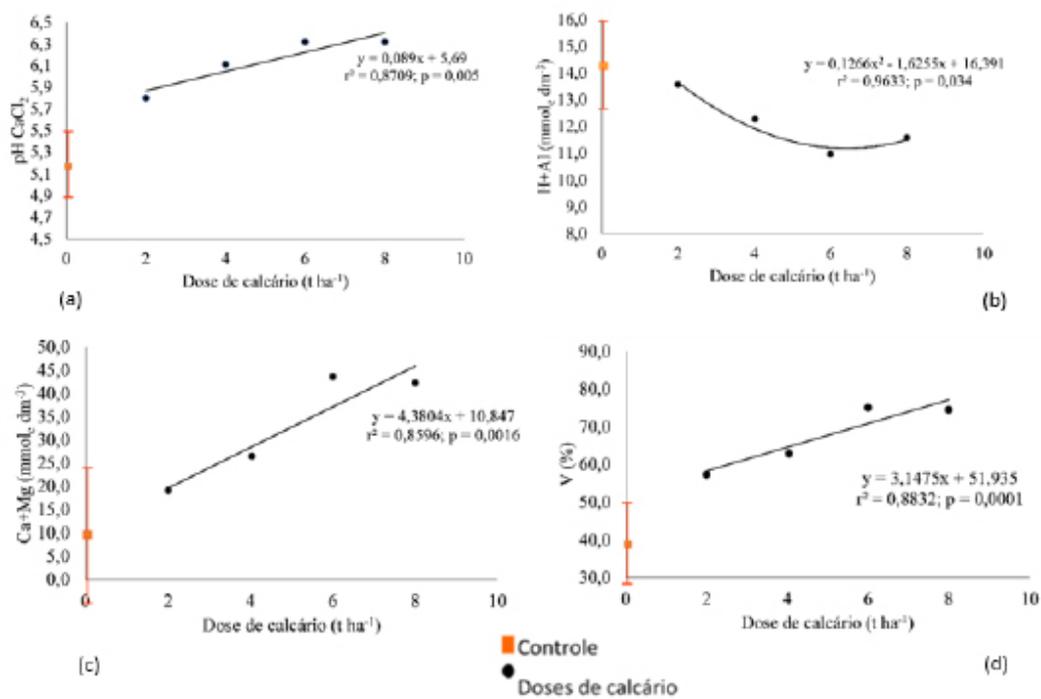
Esse incremento linear não seria esperado, num primeiro momento, para doses de calcário acima de 4 t ha<sup>-1</sup>, uma vez que essa dose seria a recomendada seguindo os critérios de elevação da V a 70%, para um calcário de PRNT 96%. No entanto, a ocorrência de forte restrição hídrica no período de desenvolvimento da cultura prejudicou a expressão do potencial produtivo da cana e, provavelmente, atrasou a reação do corretivo no solo. Nessa situação, observou-se (Figura 1) que a aplicação do dobro da dose recomendada, ou seja, 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário, garantiu um adicional de 8 a 10 t ha<sup>-1</sup> na produtividade, comparativamente à dose de 4 t ha<sup>-1</sup>. De acordo com a equação de regressão apresentada na Figura 1, percebe-se que o incremento de produtividade por tonelada de calcário foi de 1,1 t colmos ha<sup>-1</sup>.

Outro aspecto fundamental a ser observado é o fato da ausência de diferença entre os dois calcários para cada dose aplicada, uma vez que se poderia esperar para o calcário de menor PRNT (menor reatividade) um desempenho inferior. Isso sugere que a origem da rocha, sedimentar ou metamórfica, é fator importante na reação do calcário no solo, o que é hoje negligenciado na instrução normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os parâmetros tecnológicos relacionados ao açúcar total recuperado na cana (ATR) e ao açúcar recuperado por área (TAH) não variaram com os tratamentos e não responderam às doses crescentes de calcário (Tabela 1).

As respostas à calagem estiveram mais relacionadas com os atributos de solo, comparativamente ao desempenho de produtividade (colmos e açúcar) da cultura, o que é comum quando outros fatores de produção, como os fatores climáticos, são mais limitantes ao desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, à expressão do potencial produtivo da cultura.

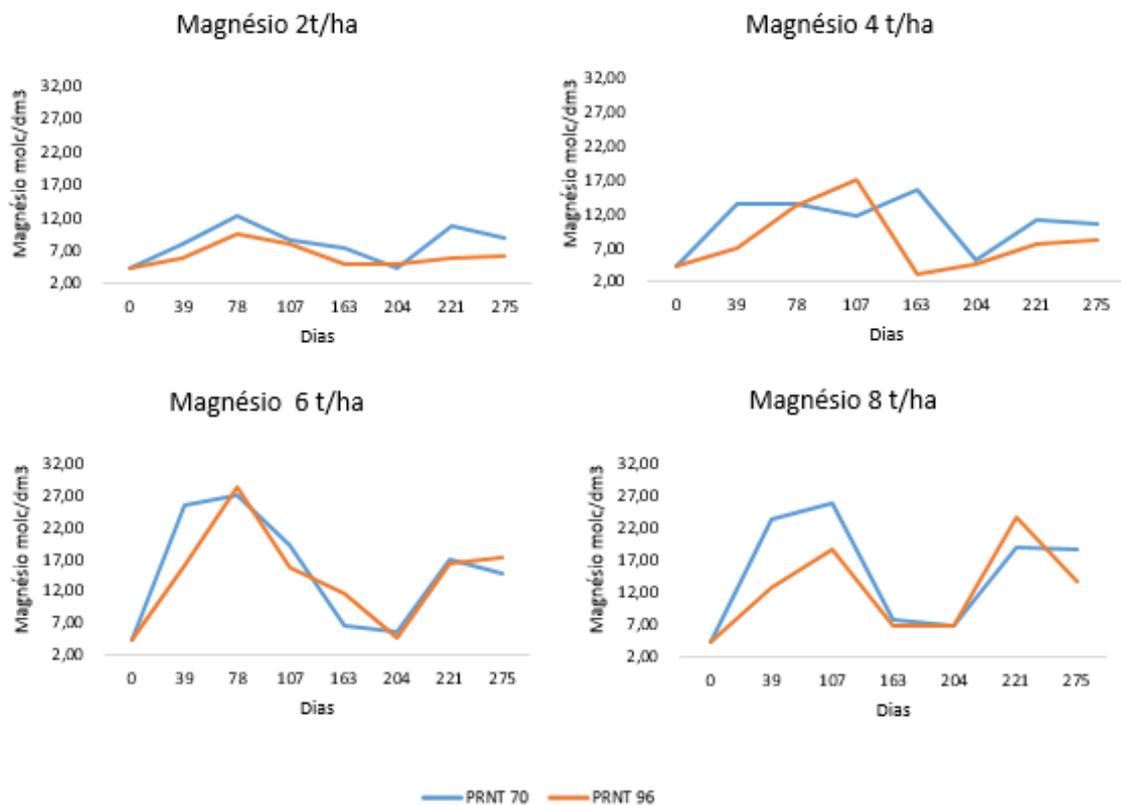
No solo, independentemente do tipo de calcário (PRNT 70 ou 96%), as doses reduziram a acidez (Figura 2a e 2b) e incrementaram os teores de Ca e Mg (Figura 2c e 2d).

Houve elevação do pH de 5,2 para 6,4, respectivamente no solo controle (sem calcário) e no solo que recebeu 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário. A redução da acidez potencial seguiu comportamento quadrático, com tendência de estabilização dos teores de H+Al a partir de 6 t ha<sup>-1</sup> de calcário.

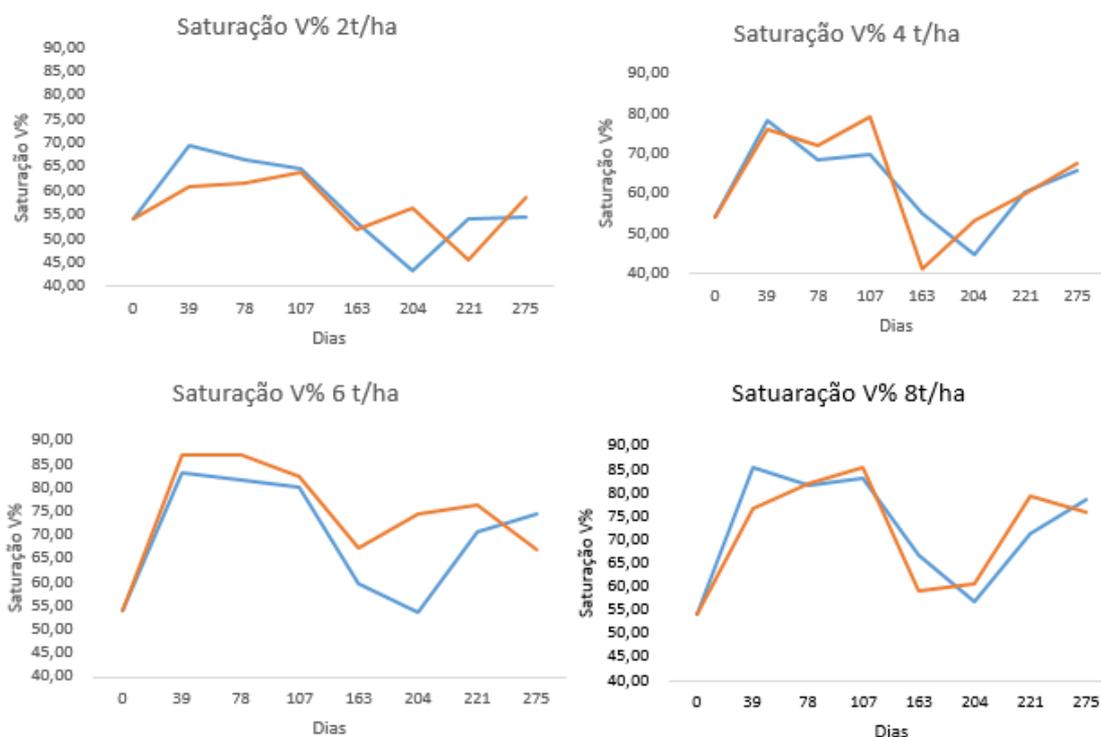


**Figura 2.** Correção da acidez do solo (a e b) e incremento na disponibilidade de bases no solo pela aplicação de doses de calcário entre 2 e 8 t ha<sup>-1</sup> (c e d).

Na figura 3 e 4, os gráficos mostram que para os dois parâmetros analisados de Magnésio (Mg) e Saturação de bases (V%), de acordo com o teste t com probabilidade 5% não houve uma diferença significativa em termos de reação, mesmo o metamórfico tendo um PRNT de 96% e o sedimentar um PRNT de 70%.



**Figura 3** - Comparativo de Magnésio cmolc/dm<sup>3</sup> em resposta aos dias.



**Figura 4** - Comparativo de saturação V%  $\text{cmolc/dm}^3$  em resposta aos dias.

Os principais resultados relacionados à produtividade da cana-de-açúcar (cultivar RB 86 7515) e produção de açúcar em função de práticas de correção da acidez com dois tipos de calcário, um com PRNT de 70% e origem (sedimentar ou metamórfica) e outro com PRNT de 96% e origem (sedimentar ou metamórfica) e adubação recomendada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (Raij et al., 1985).

## Conclusão

Levando-se em conta o que foi observado, a saturação por bases no solo a 0-20 cm alcançou valores superiores a 70% quando doses de 6 e 8  $\text{t. ha}^{-1}$  de calcário foram aplicados e o efeito de doses foi linear em função de dose de corretivo. Novamente houve ausência de diferença entre os tipos de calcário, considerando-se cada dose testada, reforçando o comentado anteriormente sobre a reatividade dos calcários PRNT 70% e PRNT 96% em função do tipo de rocha e não somente a distribuição do tamanho das partículas. Calcários com menor reatividade tem a dose corrigida, ou seja, aumentada em relação a um calcário de maior reatividade, o que conduz a um possível efeito residual mais longo. Isso, aliado aos resultados de desempenho similares aqui apresentados (produtividade da cana e atributos relacionados à acidez) negam a tendência do produtor em buscar um calcário de maior reatividade (segundo o critério do MAPA), mesmo que mais distantes da propriedade, principalmente considerando-se a origem sedimentar ou metamórfica das rochas.

## Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida me proporcionando aprender mais sobre metodologias e práticas na correção da acidez do solo no cultivo de cana-de-açúcar. Agradeço à Embracal, ao Eng. Agrônomo Estevão Granjo, pelo apoio técnico-financeiro e da parceria no projeto Embracal Embrapa/Faped. Agradeço ao meu orientador Dr. Fabio Cesar da Silva que me concedeu essa oportunidade de aprendizado, e sua disponibilidade em me ajudar na realização do projeto. Agradeço ao Dr. Cristiano de Andrade pelos valiosos ensinamentos durante toda execução do projeto.

## Referências

AMOSTRAGEM e análise do solo: calagem, adubação, sementes. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo, 2002. 34 p.

EMBRAPA. **Calagem**. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_34\\_711200516717](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_34_711200516717). Acesso em: 5 jun de 2022.

SILVA, F. C. da (ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

GALLO, J. R. Estudo da solubilidade, em solução de ácido acético a 1%, de alguns materiais calcários de grau de finura comercial. **Bragantia**, v.13, n.10, p. 133-139, maio 1954. DOI: [10.1590/S0006-87051954000100010](https://doi.org/10.1590/S0006-87051954000100010).

GALLO, J. R.; CATANI, R. A. Solubilidade de alguns tipos de calcários. **Bragantia**, v. 13, n. 5, p. 63-74, abr. 1954. DOI: [10.1590/S0006-87051954000100005](https://doi.org/10.1590/S0006-87051954000100005).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

RAIJ, B. van; SILVA, N. M. da; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRAINI, P. E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1985. 107 p. (IAC. Boletim técnico, 100).

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, A. M.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; VITTI, G. C. Reactivity of sedimentary and metamorphic limestones of different particle sizes under controlled conditions. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 50, n. 4, p. 464-473, 2019. DOI: [10.1080/00103624.2019.1566920](https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1566920).

SOUSA, D. M. G. de; REIN, T. A.; NUNES, R. de S.; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos. **Recomendações para correção da acidez do solo para cana-de-açúcar no cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 5 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 177). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1026363/recomendacoes-para-correcao-da-acidez-do-solo-para-cana-de-acucar-no-cerrado>. Acesso em: 6 jun. 2022.



# Aplicação de Potássio em Cana-de-Açúcar Energia e Sacarina: Efeito de Doses e Interação Com Micronutrientes e Gesso<sup>(1)</sup>

Arnaldo José Raizer<sup>(2, 9)</sup>, Mariana Lopes de Carvalho<sup>(3)</sup>, Aline Cristina Camargo<sup>(4)</sup>, Fábio César da Silva<sup>(5)</sup>, Luis Fernando Sanglade Marchiori<sup>(6)</sup>, Cássio Hamilton Abreu Junior<sup>(7)</sup> e Daniel Christofolletti<sup>(8)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduado em Engenharia Agrônoma, USP, Piracicaba, São Paulo. <sup>(3)</sup>Graduanda em Biocombustíveis, Fatec, Piracicaba, SP. <sup>(4)</sup>Graduanda em Biocombustíveis, Fatec, Piracicaba, SP. <sup>(5)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(6)</sup>Docente na Fatec, Piracicaba, SP. <sup>(7)</sup>Docente na USP, Piracicaba, SP. <sup>(8)</sup>Analista Agrônomo, Coplacana, Piracicaba, SP. <sup>(9)</sup>ajraizer@uol.com.br

**Resumo** - Com o objetivo de avaliar doses crescentes de potássio, aplicadas na cana-de-açúcar, bem como o comportamento de variedades convencionais e de cana energia, o experimento foi instalado em solo argiloso no município de Piracicaba-SP. Foram avaliadas características biométricas, de produtividade e teor de sacarose, bem como parâmetros de extração de nutrientes, em dois cortes realizados em 2020 e 2021. Os efeitos de tratamentos foram significativos apenas no segundo corte, e o de variedades em ambos os cortes. Os melhores tratamentos para produtividade de açúcar foram obtidos com a dose de 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O, e adição de micronutrientes e gesso, com destaque para a produtividade de açúcar da variedade RB86-7515 nos dois cortes e a boa performance para tonelagem de colmos na soqueira da variedade Vertex 3.

Termos para indexação: cana-de-açúcar, cana energia, adubação potássica, resposta varietal, micronutrientes, gesso

## Potassium Application to Energy and Sugar Cane: Effect of Doses and Interaction with Micronutrients and Gypsum

**Abstract** - In order to evaluate increasing doses of potassium applied to sugarcane and the behavior of conventional and energy cane varieties, the experiment was carried out in clay soil in Brazil, Piracicaba-SP. Biometric characteristics, productivity and sucrose content, as well the nutrient extraction parameters, were evaluated in plant cane and first ratoon in 2020 and 2021. The analysis of variance showed that the effects of treatments were significant only in the second cut, while for varieties it occurred in both cuts. The best treatments for productivity were obtained with a dose of 120 kg/ha K<sub>2</sub>O, and with the addition of micronutrients and gypsum, with emphasis on productivity of the RB86-7515 and the ratoon performance of Vertex 3 varieties.

Index terms: sugarcane, energy cane, potassium fertilization, varietal response, micronutrients, gypsum

### Introdução

A cana-de-açúcar é uma cultura adaptada a climas tropicais e subtropicais. No Brasil, onde destaca-se pela importância econômica e como fonte bioenergética, a cultura ocupou área de colheita de 8,5 milhões de hectares, pelos dados da safra 2022/2023, que apontaram uma produção total nacional de 655 milhões de toneladas, segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (União da Indústria de Cana-de-Açúcar, 2022). A produção da cana-de-açúcar é dependente da adubação e, em volume consumido, a cultura é a terceira que mais utiliza fertilizantes no Brasil (Costa et al., 2012).

O potássio se destaca dentre os nutrientes usados na adubação da cana-de-açúcar, pois este é o nutriente exportado em maior quantidade por essa cultura, além de influenciar na sua qualidade. Um princípio normalmente utilizado para orientar a recomendação de adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar é a avaliação da disponibilidade desse nutriente no solo. Normalmente, são determinados os teores considerados trocáveis no solo, e as interpretações dessas análises são baseadas em faixas de fertilidade, admitindo-se

valores mínimos críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado. (Orlando Filho et al., 1996; Malavolta, 2008).

Estudos de calibração para potássio na cana-de-açúcar foram abordados por Chalita (1991), em 22 áreas experimentais, obtendo respostas para o nutriente e observando que estas foram mais significativas quanto maior fora a deficiência no solo. A aplicação do nutriente na cultura da cana-de-açúcar se mostrou bastante interessante, principalmente na ausência de aplicação de resíduos, como a vinhaça, ou em áreas sem rotação de culturas. Rossetto et al. (2004) também avaliaram efeitos da calagem e da adubação potássica na cultura, em experimentos conduzidos em seis diferentes regiões do Estado de São Paulo. Os autores observaram resposta da calagem na produtividade da cana-de-açúcar apenas em duas situações, quando os solos apresentavam baixa fertilidade e acidez elevada. Também relataram resposta linear da cana-de-açúcar ao potássio em 7 das 10 avaliações, envolvendo planta e soca, e diferentes solos e variedades de cana. A interação entre calcário e potássio não foi significativa em nenhum dos experimentos. Segundo Penatti (2013), as maiores respostas em produtividade se encontram na adubação na faixa de 80 a 120 kg/ha de  $K_2O$ . Além disso, doses crescentes de potássio não influenciaram nos teores de Sacarose (Pol) e Fibra, e em alguns ambientes resultaram em boa produtividade já na dose de 60 kg/ha. Quanto ao parcelamento da dose, o autor não observou resultados positivos, a não ser em situações de solos arenosos e em época de muita chuva, quando ocorre lixiviação do elemento no solo.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a resposta de variedades convencionais e variedades do tipo cana energia à aplicação de doses crescente de  $K_2O$ , bem como o efeito de adubação e correção suplementar com micronutrientes e gesso.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado em área da Fazenda da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo (COPLACANA), localizada na Rodovia do Açúcar (SP308), km 157, no município de Piracicaba-SP, com latitude  $22^{\circ}46'25''S$  e longitude  $47^{\circ}34'59''O$ , altitude 547 m. A data de instalação foi 10/05/2019 e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Acriférrico, textura argilosa, ambiente B (Santos et al., 2006). O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Aw, clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com média anual de 1.346 mm de precipitação. Os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica da COPLACANA localizada a 100 m da área experimental, e são apresentados para os anos de 2019, 2020 e 2021 na Figura 1.



**Figura 1.** Dados meteorológicos de umidade relativa, temperatura média e precipitação de 2019 a 2021, em Piracicaba-SP.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial, composto por 6 doses de  $K_2O$  e 4 variedades, com 4 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais. Na Tabela 1 são descritos de forma detalhada os fatores estudados. Cada parcela foi constituída por 5 linhas simples espaçadas a 1,5 m e com 8 m de comprimento, perfazendo o total de 60 m<sup>2</sup> de área por parcela.

O delineamento adotado foi de blocos casualizados em esquema fatorial composto por 6 doses de  $K_2O$  e 4 variedades, com 4 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída por 5 linhas

simples, espaçadas a 1,5 m e com 8 m de comprimento, perfazendo o total de 60 m<sup>2</sup> de área por parcela. O descritivo dos tratamentos se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descritivo dos tratamentos aplicados na área experimental.

Tratamentos <sup>1</sup>	Adubação Base <sup>2</sup>	Dose de Potássio K <sub>2</sub> O Kg.ha <sup>-1</sup>	Observação <sup>2</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>	Variedade	Tipo
T1	N, P	0	Testemunha	V1	RB86-7515	Convencional
T2	N, P	60	1/2 dose de K <sub>2</sub> O	V2	CTC9001	Convencional
T3	N, P	120	1 dose de K <sub>2</sub> O (Padrão)	V3	Vertex 2	Energia
T4	N, P	240	2 doses de K <sub>2</sub> O	V4	Vertex 3	Energia
T5	N, P	120	Padrão mais 1 t/ha de gesso			
T6	N, P	120	Padrão mais 1 t/ha de gesso; mais 0,5 Kg/ha de Micro Mo; mais 1,0 KG/ha de Micro B			

<sup>1</sup> Fatorial 6x4

<sup>2</sup> Especificação dos produtos:

Fonte de Nitrogênio (N): uréia, 100 Kg/ha aplicado no sulco de plantio

Fonte de Fósforo (P): Super Fosfato Simples, 200 Kg/ha aplicado no sulco de plantio

Fonte de Potássio (K): Cloreto de Potássio, 100 Kg/ha aplicado no sulco de plantio

Fonte de Gesso: Sulfato de Cálcio

Micros Molibdênio (Mo) e Boro (B): aplicados no sulco de plantio

Em 18 de abril de 2019, antes da implantação do ensaio, foram coletadas amostras simples do solo da área, que compuseram a amostra composta, nas camadas de 0-25 cm de profundidade. Realizou-se a análise química do solo conforme Raji et al. (2001) para fins de fertilidade, o resultado é mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características químicas do solo (0-25 cm) na área experimental cultivada com cana-de-açúcar.

Resultados analíticos de solo											
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	B	Cu	Fe
pH	Mat. Org.	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Ac. Potencial	Alumínio	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro
5,6	g/dm <sup>3</sup> 29	mg/dm <sup>3</sup> 21	mmolc/dm <sup>3</sup> 2,2	mmolc/dm <sup>3</sup> 31	mmolc/dm <sup>3</sup> 17	mmolc/dm <sup>3</sup> 25	mmolc/dm <sup>3</sup> 0	mg/dm <sup>3</sup> 10	mg/dm <sup>3</sup> 0,21	mg/dm <sup>3</sup> 4,0	mg/dm <sup>3</sup> 14
Mn	Zn	S.B.	CTC	V	m	K/CTC	Ca/CTC	Mg/CTC			
Manganês	Zinco	Soma Bases	Cap. Troca Cat.	Sat. Bases	Sat. Al	K na CTC	Ca na CTC	Mg na CTC			
mg/dm <sup>3</sup> 9,5	mg/dm <sup>3</sup> 1,2	mmolc/dm <sup>3</sup> 50,2	mmolc/dm <sup>3</sup> 75,2	% 67	% 0	% 3	% 41	% 23			

Métodos de extração: pH: Sol. CaCl<sub>2</sub>; M.O.: S. Sulforosa; P, K, Ca, Mg: Resina; H+Al: Tampão SMP; Al: KCl; S: Fosf. Cálcio; B: Água Quente; Cu, Fe, Mn, Zn: DTPA-TEA.

Considerando como referência a dose de potássio de 130 Kg/ha de K<sub>2</sub>O, indicada para o Estado de São Paulo (Spironello et al., 1997), definiu-se como padrão no experimento a dose de 120 Kg/ha de K<sub>2</sub>O e foram conduzidos tratamentos com doses crescentes do nutriente, múltiplos da dose 60 Kg/ha de K<sub>2</sub>O (Tabela 1).

Para as avaliações de crescimento das plantas, foi considerado o número de perfilhos e a altura média destes, aos quatro meses após a brotação. Na ocasião das colheitas procedeu-se levantamentos biométricos nas duas linhas centrais em 2 m em cada linha de cada parcela, com contagem de perfilhos, medição de altura e diâmetro dos colmos, e, ainda, contagem do número de folhas em cinco colmos. O estado nutricional das plantas foi determinado através de amostragens de 20 folhas, 10 em cada linha central, por unidade experi-

mental. Para isso, coletaram-se as folhas +1 a partir do “Top Visible Dewlap (TVD)” (folha mais alta com colarinho visível), cortando-se os 20 cm da parte central e excluindo a nervura central, conforme Raji et al. (1997).

Aos treze meses após o plantio, em 22/05/2020 foi realizada a colheita de todas as linhas das parcelas na cana-planta (corte 1). Os colmos de cada parcela foram cortados manualmente rente ao solo, despontados e amontoados. Os montes de cada parcela foram agrupados pela garra de carregadeira canavieira e pesados com balança. O valor obtido em Kg foi transformado com base na área da parcela ( $m^2$ ) para Toneladas de Cana por Hectare (TCH). Na colheita foram retirados 6 colmos de cada parcela e separada a parte aérea da cana-de-açúcar em folhas e colmos. Após a pesagem do material fresco, as folhas foram secas em estufa ( $65\text{ }^\circ\text{C}$ ), foi realizada a determinação do teor de potássio no tecido vegetal seguindo a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983), e com os dados de matéria seca efetuou-se o cálculo do acúmulo de potássio na parte aérea da planta. Os 6 colmos obtidos dessa amostragem foram para a análise tecnológica, avaliando-se o teor de sacarose (Pol% cana), fibra, pureza, concentração de sólidos solúveis (Brix), Açúcar Teórico Recuperável (ATR) e açúcares redutores, determinados conforme a metodologia descrita por CONSECANA (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo, 2006). Com os valores de produtividade dos colmos, em TCH, e os dados estimados de extração de sacarose (ATR), obteve-se a principal variável de produtividade agrícola, TAH Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e em seguida à análise de regressão polinomial. O mesmo procedimento foi realizado 13 meses após o corte da cana-planta (corte 1), para a avaliação da primeira soca (corte 2), em 21/06/2021.

## Resultados e Discussão

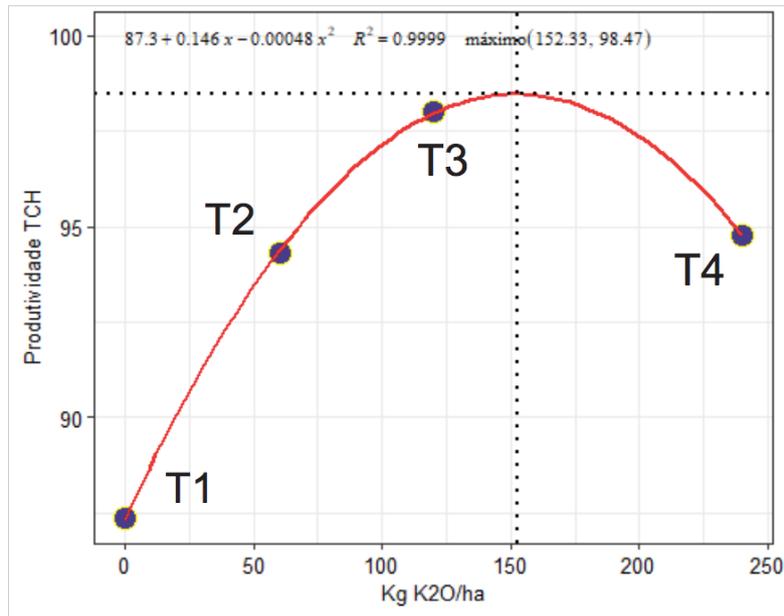
Os gráficos a seguir se referem, separadamente, às análises realizadas nos dois cortes. Foi obtida por regressão a resposta da produtividade em TCH, do teor de sacarose pelo ATR e da produtividade de açúcar em TAH, em função da aplicação das doses de potássio. Foram obtidas as médias e a classificação dos tratamentos e das variedades, de acordo com a análise de variância.

De acordo com a recomendação de diversos autores, definiu-se como 120 kg/ha de  $K_2O$  a dose PADRÃO (Tratamento T3), testando-se a TESTEMUNHA (T1, sem o fertilizante) e as doses múltiplas 60, 120 e 240, como T2, T3 e T4, respectivamente (Tabela 1).

### Dados do Corte 1 (Cana Planta), em 2020: Regressão para as variáveis TCH, TAH e ATR em relação às doses de $K_2O$ ; Anova e resultados para Tratamentos e Variedades

#### Resultados de regressão para TCH

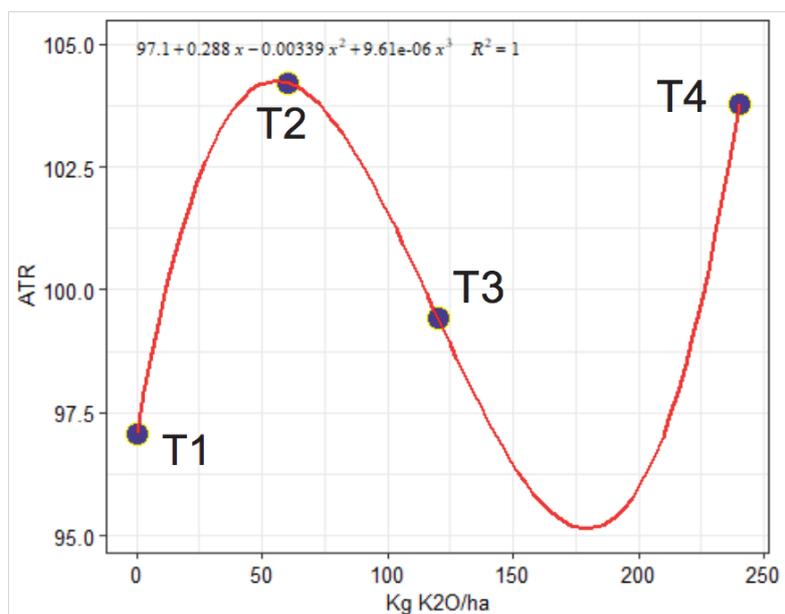
A produtividade TCH de cana-de-açúcar em função das doses (0, 60, 120 e 240 kg/ha de  $K_2O$ ) foi descrita por uma função quadrática (Figura 2). Assim, a dose máxima calculada (152,33 kg/ha de  $K_2O$ ) proporciona produtividade TCH máxima correspondente a 98,47 t/ha de cana-de-açúcar (Figura 2). As produtividades TCH médias ajustadas para as doses (0, 60, 120(T3) e 240 kg/há de  $K_2O$ ) foram 87,35; 94,32; 98,01 e 94,77 t/ha de cana-de-açúcar, respectivamente (Figura 2).



**Figura 2.** Resposta da produtividade em toneladas de cana por hectare (TCH) no primeiro corte da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses crescentes de  $K_2O$  por hectare (T1, T2, T3 e T4).

### Resultados de regressão para ATR

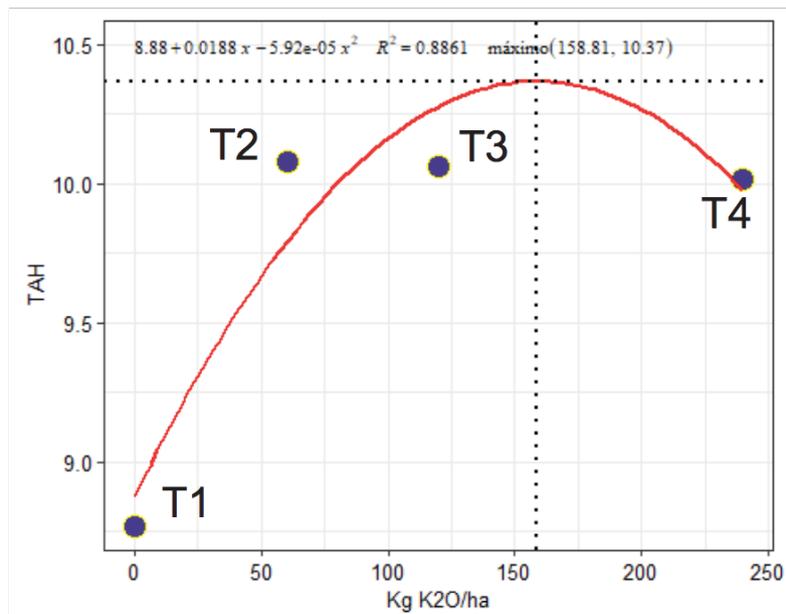
O Açúcar Total Recuperável (ATR) de cana-de-açúcar em função das doses (0, 60, 120 e 240 kg/ha de  $K_2O$ ) foi descrito por uma função cúbica (Figura 3). Assim, a dose de 60 kg/ha de  $K_2O$  (T2) proporcionou maior média de ATR. Note que, para dose 240 kg/ha de  $K_2O$  (T4), ficou muito próxima da média de ATR da dose 60 kg/ha de  $K_2O$  (T2). As ATR médias ajustadas para as doses (0, 60, 120 e 240 kg/ha de  $K_2O$ ) foram 97,06; 104,22; 99,43 e 103,79, respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Resposta do açúcar total recuperável (ATR) no primeiro corte da cana de açúcar em função da aplicação de doses crescentes de  $K_2O$  por hectare (T1, T2, T3 e T4).

**Resultados de regressão para ATR**

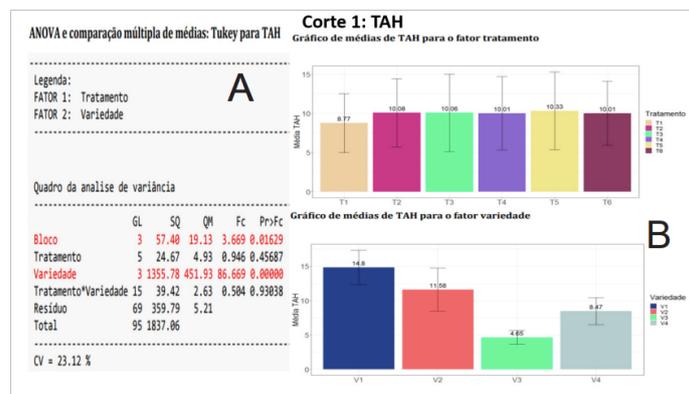
A TAH de cana-de-açúcar em função das doses (0, 60, 120 e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foi descrita por uma função quadrática (Figura 4). Assim, a dose máxima calculada (158,81 kg/ha de K<sub>2</sub>O) proporciona TAH máxima correspondente a 10,37 (Figura 4). As TAH médias ajustadas para as doses (0, 60, 120(T3) e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foram 8,77, 10,08, 10,06 e 10,01, respectivamente (Figura 4).



**Figura 4.** Resposta da produtividade de açúcar em toneladas de açúcar por hectare (TAH) no primeiro corte da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses crescentes de K<sub>2</sub>O por hectare (T1, T2, T3 e T4).

**Análise de variância (ANOVA) e resultados da produtividade TAH em função dos tratamentos e variedades**

Pela ANOVA não houve efeito de tratamentos, ou seja, a produtividade em açúcar das variedades foi similar para todas as doses testadas (0, 60, 120 e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O). No caso das variedades houve diferença significativa em TAH, ao nível de 1%, com destaque para a performance da RB86-7515 e a baixa produtividade das variedades tipo cana energia. Não houve interação das variedades com as doses aplicadas de K<sub>2</sub>O (Figuras 5A e 5B).

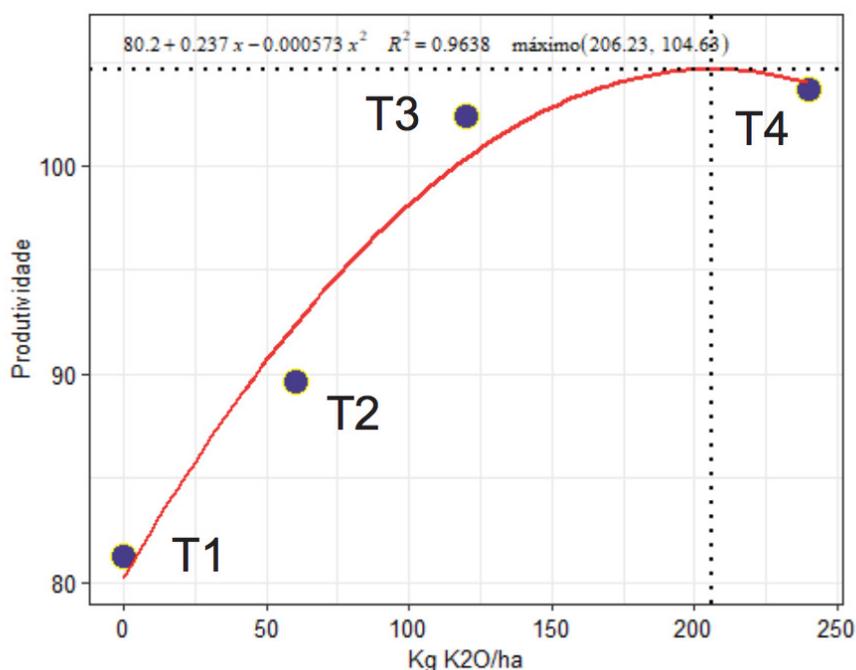


**Figura 5.** Resultado da ANOVA e comparação múltipla de médias para TAH (A); gráfico de médias e intervalo de confiança para as diferentes doses de K<sub>2</sub>O em diferentes variedades (B).

**Dados do Corte 2 (Cana Soca), em 2021: Regressão para as variáveis TCH, TAH e ATR em relação às doses de K<sub>2</sub>O. ANOVA e resultados para Tratamentos e Variedades.**

### Resultados de regressão para TCH

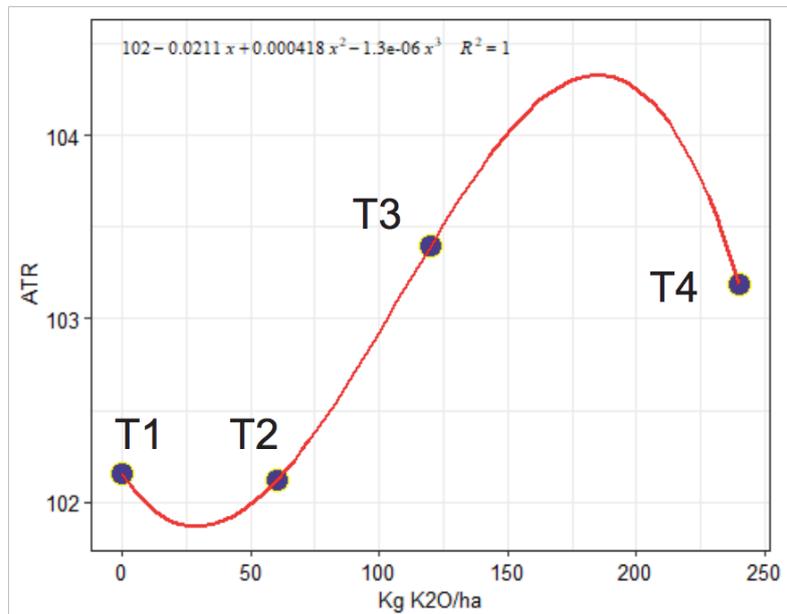
A produtividade de cana-de-açúcar em função das doses (0, 60, 120(T3) e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foi descrita por uma função quadrática (Figura 6). Assim, a dose máxima calculada (206,23 kg/ha de K<sub>2</sub>O) proporciona produtividade máxima correspondente a 104,63 t/ha de cana-de-açúcar (Figura 6). As produtividades médias ajustadas para as doses (0, 60, 120(T3) e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foram 81,25; 89,68; 102,39 e 103,64 t/ha de cana-de-açúcar, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6.** Resposta da produtividade em toneladas de cana por hectare no segundo corte da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses crescentes de K<sub>2</sub>O por hectare (T1, T2, T3 e T4).

### Resultados de regressão para ATR

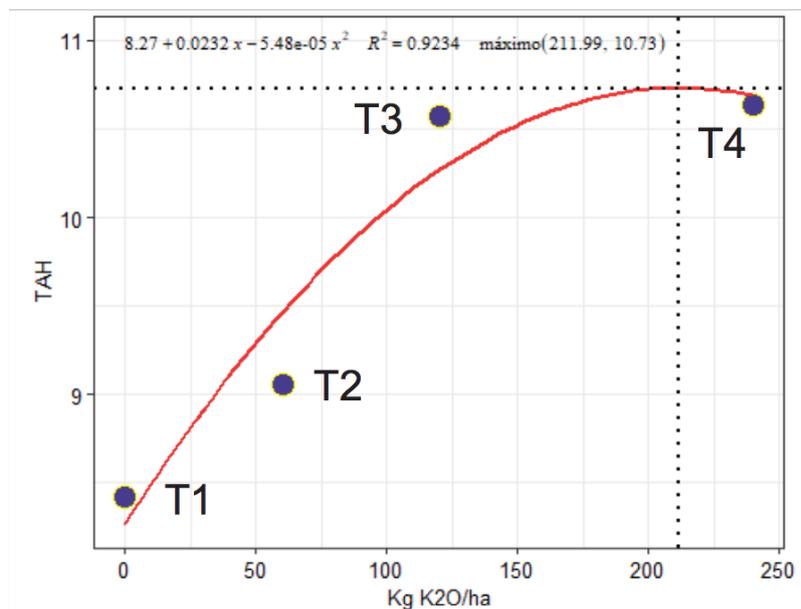
O ATR da cana-de-açúcar em função das doses (0, 60, 120 e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foi descrito por uma função cúbica (Figura 7). Assim, a dose de 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O (T3) proporcionou maior média de ATR sendo 103,40. Note que a dose de 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O (T4), ficou muito próxima da média de ATR da dose 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O (T3). As ATR médias ajustadas para as doses (0, 60, 120 e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foram 102,16; 102,12; 103,40 e 103,19, respectivamente (Figura 7).



**Figura 7.** Resposta do açúcar total recuperável (ATR) no segundo corte da cana de açúcar em função da aplicação de doses crescentes de K<sub>2</sub>O por hectare (T1, T2, T3 e T4).

### Resultados de regressão para TAH

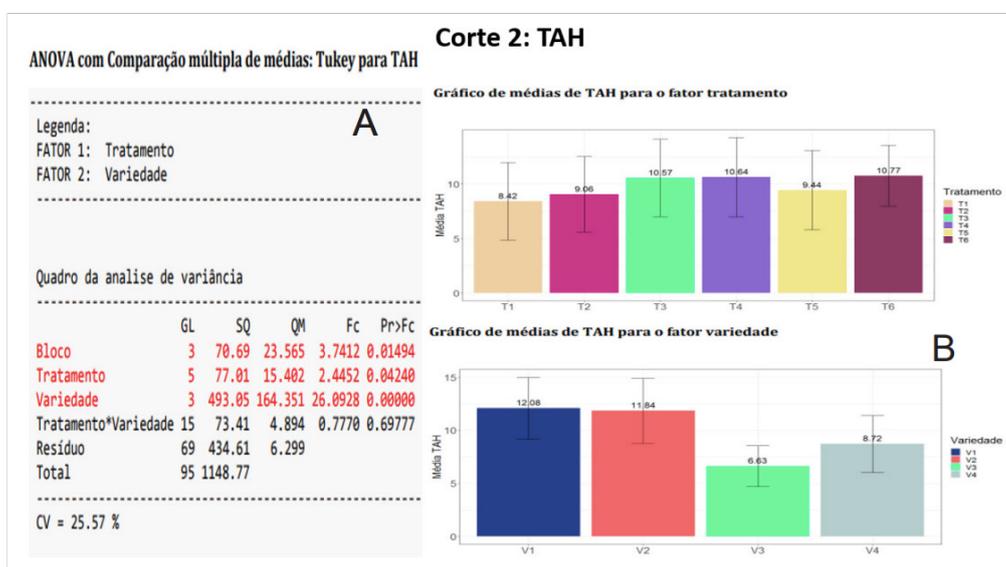
A TAH de cana-de-açúcar em função das doses (0, 60, 120(T3) e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foi descrita por uma função quadrática (Figura 8). Assim, a dose máxima calculada (211,99 kg/ha de K<sub>2</sub>O) proporciona TAH máxima correspondente a 10,73 (Figura 8). As TAH médias ajustadas para as doses (0, 60, 120(T3) e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O) foram 8,42; 9,06; 10,57 e 10,64, respectivamente (Figura 8).



**Figura 8.** Resposta da produtividade de açúcar em toneladas de açúcar por hectare (TAH) no segundo corte da cana-de-açúcar em função da aplicação de doses crescentes de K<sub>2</sub>O por hectare (T1, T2, T3 e T4). Resultados de regressão para TAH

## Anova e resultados da produtividade TAH em função dos tratamentos e variedades

Diferentemente do primeiro corte, na cana soca houve efeito de tratamentos, ao nível de 5%, ou seja, as diferentes doses de  $K_2O$  afetaram de forma distinta as variedades (Figura 9A). Para a resposta da variável TAH em função das doses, tem-se que os tratamentos T5, T3, T4 e T6 alcançaram médias de TAH muito próximas, sendo a maior média de TAH verificada para o tratamento T6 (120 kg  $K_2O$ /ha mais gesso e micronutrientes), com 10,77 t/ha de açúcar (Figura 9B). No caso das variedades, novamente houve diferença significativa em TAH ao nível de 1%, com destaque para a performance das variedades convencionais RB86-7515 e CTC9001 (Figura 9B). Observa-se que as cultivares de cana energia melhoraram a performance em TAH na soqueira. A queda de produtividade em TAH para as duas variedades convencionais, entre o primeiro corte e o segundo corte, foi de 9,3%, enquanto para as duas variedades tipo cana energia houve aumento de 17,1% em TAH (Figuras 5 e 9B).



**Figura 9.** Resultado da ANOVA com comparação múltipla de médias para TAH (A); gráfico de médias e intervalo de confiança para as diferentes doses de  $K_2O$  em diferentes variedades (B).

## Conclusões

Os gráficos a seguir se referem, separadamente, às análises realizadas nos dois cortes. Foi obtida por regressão a resposta da produtividade em TCH, do teor de sacarose pelo ATR e da produtividade de açúcar em TAH, em função da aplicação das doses de potássio. Foram obtidas as médias e a classificação dos tratamentos e das variedades, de acordo com a análise de variância.

### Cana Planta (corte 1)

A resposta em produtividade (TCH e TAH), pela análise de regressão, teve comportamento quadrático com produtividades crescentes até determinada dose de potássio. A dose máxima calculada foi de 158,81 kg/ha de  $K_2O$ , proporcionando a TAH máxima correspondente a 10,37 t/ha de açúcar, sendo que o tratamento T5 obteve uma média de TAH igual a 10,33 t/ha de açúcar.

Não houve efeito de tratamentos, ou seja, todas as doses de potássio tiveram o mesmo efeito na produtividade das diferentes cultivares, os tratamentos com  $K_2O$ , T2 a T6, alcançaram médias muito próximas. Por

outro lado, o efeito de variedades foi altamente significativo, demonstrando performance diferenciada entre as cultivares para a produtividade de açúcar. A variedade convencional RB86-7515 (V1) obteve a maior produtividade para TAH em relação às demais.

### **Cana Soca (corte 2)**

Pela análise de regressão, a dose máxima calculada (211,99 kg/ha de K<sub>2</sub>O) proporciona a TAH máxima correspondente de 10,73 t/ha de açúcar, muito próximo da obtida com a dose de 120 e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O (T3 e T4).

Desta vez houve efeito de tratamentos, pois diferentes doses de potássio influenciaram na produtividade das cultivares, como também se manteve o efeito de variedades, que foram diferentes em performance produtiva na média geral das diferentes adubações.

Na resposta da TAH em função das doses, tem-se que os tratamentos T3, T4 e T6 alcançaram médias de TAH muito próximas, sendo a maior média de TAH verificada para o tratamento T6 (potássio adicionado de gesso e micronutrientes), com 10,77 t/ha de açúcar. Em relação às variedades, para a produtividade a variedade V3 (Vertex 2) foi a que teve maior ganho na soqueira, comparada com as demais variedades, o que é comum se observar em variedades do tipo cana energia, devido à melhoria de performance ao longo dos cortes. Para a produtividade em TAH, assim como no primeiro corte, também a variedade V1 (RB86-7515) obteve a maior média em relação às demais.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas.

À Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo em Piracicaba-SP, pelo apoio financeiro, técnico e uso da área experimental.

À Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (AFOCAPI), pela disponibilidade do laboratório e realização das análises tecnológicas.

## Referências

- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48 p. (IAC. Boletim técnico, 78).
- CHALITA, R. **Calibração de adubação potássica através da análise química do solo, para a cultura de cana-de-açúcar**. 1991. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiróz', Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba: CONSECAN, 2006. 111 p.
- COSTA, L. M. da; SILVA, M. F. de O. A indústria química e o setor de fertilizantes. In: SOUSA, F. L. de (org.). **BNDES 60 anos: perspectivas setoriais**. 1. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2012. v. 2, p. 12-60. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A%20ind%C3%BAstria%20qu%C3%ADmica%20e%20o%20setor%20de%20fertilizantes\\_P\\_A.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A%20ind%C3%BAstria%20qu%C3%ADmica%20e%20o%20setor%20de%20fertilizantes_P_A.pdf). Acesso em: 5 maio. 2022.
- MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agrônomicas**, n. 121, p. 1-10, 2008.
- ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V. C.; CARMELLO, Q. A. C.; BEAUCLAIR, E. G. F. de. Relações K, Ca e Mg de solo Areia Quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **Stab: Açúcar Álcool e Subprodutos**, v. 14, n. 5, p. 13-17, maio/jun. 1996.
- PENATTI, C. P. **Adubação da cana-de-açúcar: 30 anos de experiência**. Ituiutaba: Otoni, 2013. 347 p.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. ver. atual. Campinas: Instituto Agronômico: Fundag, 1997. 285 p.
- RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285 p.
- ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 105-119, 2004. DOI: [10.1590/S0006-87052004000100011](https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000100011).
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBREERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93143/1/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2022.
- SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van.; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico: Fundag, 1997. p. 237-239. (IAC. Boletim técnico, 100).
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (São Paulo). **Safra 2022/2023: acompanhamento quinzenal da safra na região Centro-Sul: posição até 01/11/2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=63>. Acesso em: 18 nov. 2022.

# Sistema de Gestão de Custos Utilizando Django e Metabase<sup>(1)</sup>

Gabriel Emidio Teixeira Costa<sup>(2,7)</sup>, João Pedro Nascimento de Lima<sup>(3)</sup>, Inacio Henrique Yano<sup>(4)</sup>, Fabio Cesar da Silva e Alexandre de Castro<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduado em Engenharia da Computação, Anhanguera Educacional, Campinas, SP. <sup>(3)</sup>Graduado em Engenharia da Computação, Anhanguera Educacional, Campinas, SP. <sup>(4)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(5)</sup>Pesquisadores da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(7)</sup>gabrielemidio2012@hotmail.com

**Resumo** - Este trabalho teve como objetivo apresentar a importância da gestão de custos para as empresas, tarefa esta que pode ser facilitada com o auxílio de um sistema computacional. O sistema desenvolvido para este fim utilizou o *framework* Django para curadoria dos dados e, para análise das informações, os relatórios são emitidos pela ferramenta de Business Intelligence (BI) Metabase. O *framework* Django permite ter um sistema para tratamento dos dados de maneira bastante rápida poupando esforços do desenvolvedor e o software Metabase dá bastante autonomia aos usuários para emissão de relatórios e gráficos dos mais diversos tipos, auxiliando na tomada de decisão. O maior controle sobre os itens da empresa, colabora a evitar o aumento de custos, que é de grande valia para qualquer organização.

Termos para indexação: insumo, custo, depreciação, sistema

## Cost Management System Using Django and Metabase

**Abstract** - This work aimed to present the importance of cost management for companies, a task that can be facilitated with the help of a computer system. The system developed for this purpose used the Django *framework* for data curation and, for information analysis, the reports are issued by the Business Intelligence (BI) Metabase tool. The Django *framework* allows you to have a system for processing data very quickly, saving the developer's efforts. The Metabase software gives users a lot of autonomy to issue reports and graphs of the most diverse types, helping in decision making. Greater control over company items helps to avoid rising costs, which is of great value to any organization.

Index terms: raw materials, cost, depreciation, system

### Introdução

Tem-se como lucro, recompensa e motivação para instalação e continuidade de um empreendimento em uma sociedade capitalista. Seu conceito, neste contexto, é um referencial importante para a orientação dos agentes em decisões econômicas. Em atividades empresariais, o conceito de lucro é caracterizado pela busca de maximizar a riqueza dos proprietários e stakeholders, na qual é um indicador de suma importância das empresas. (Fuji, 2004).

A grande competitividade de empresas agropecuárias tem estado cada vez maior, com o desenvolvimento de uma ferramenta de simulação de custo pode-se constituir informações importantes no processo de tomada de decisão. Estimativas de custos podem ser associadas ao custo variável, custo fixo e custo total. Sendo estes custos de reparos, combustível, outros itens de consumo, mão-de-obra do operador, depreciação, seguro, garagem e juros sobre o capital. Com a determinação destas variáveis, definir a eficiência da produção e de suas atividades e processos será muito mais vantajoso na administração rural. (Martin et al., 1994).

As organizações de produtores (cooperativas, sindicatos e associações) e o Instituto de Economia Agrícola (IEA) vêm há décadas efetuando estimativas de custos de produção, visando analisar diferentes atividades e sistemas de produção para atender às demandas internas, subsidiar políticas e fornecer informações atualizadas ao setor agrícola. O objetivo é agilizar as estimativas de custo de produção agrícola e estimular a sua adoção em nível de administração rural e de empresas e organizações de produtores agrícolas. As estimativas de custo de produção para diferentes atividades agropecuárias, e para qualquer período desejado, incluindo uma análise simplificada de custos e retornos, fornece importantes informações para a tomada de decisão. (Martin et al., 1994).

Ainda em relação aos custos, os equipamentos e máquinas sofrem perdas significativas de seu valor por conta de sua depreciação, em função da vida útil à que estão sujeitos. A depreciação do ponto de vista econômico se aplica a bens que fazem parte do processo produtivo por mais de um ciclo de produção. Por sua vez, a depreciação é nada mais que um custo não monetário decorrente de perda de seu valor pela idade, uso ou obsolescência, quando associada a bens diretamente ligados à produção (Messias et al., 2015). Quando a depreciação está associada a bens da área administrativa ou, seja, não ligados diretamente à produção, a depreciação é tida como despesa.

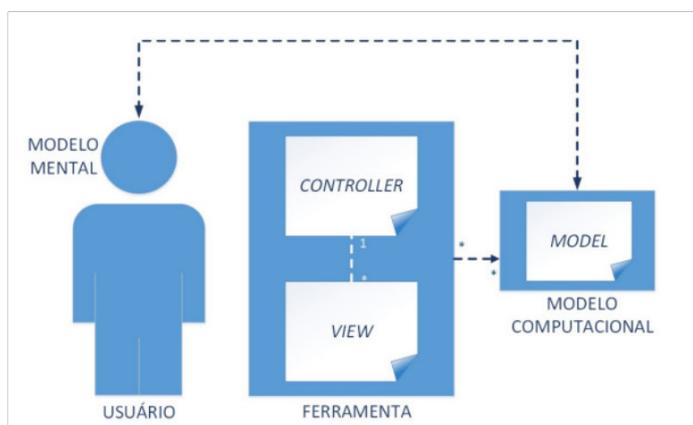
Este trabalho tem por objetivo apresentar um sistema de gestão de custos bastante flexível na obtenção de relatórios na forma de gráficos e tabelas, que podem ser formatados pelo próprio usuário, por meio da ferramenta Metabase, ficando para o profissional de Tecnologia da Informação a organização dos dados, que neste trabalho foi feita a partir da ferramenta Django, um *framework* que facilita bastante a implementação do sistema a partir do modelo de dados.

## Material e Métodos

### Arquitetura MVC

A arquitetura Model-View-Controller(MVC), foi criada e introduzida na linguagem de programação Smalltalk-76 em 1978, por Reenskaug quando era um cientista visitante no Palo Alto Research Laboratory (PARC), uma solução para o problema geral em que os usuários recebiam o controle sobre suas informações. Naquela época, a definição da documentação era de quatro divisões, sendo Model, View, Controller e Editor. O Editor é um componente temporário que é criado pela View em demanda, como a interface, que pode ser encontrada entre a visão e os dispositivos de entrada. (Lemos et al., 2013).

Na década de 1980, Jim Althoff entre outros implementaram uma versão do MVC na Smalltalk-80, utilizando Controller diferentemente de Reenskaug, observado por ele. As implementações feitas pelo Reenskaug mais tarde, descrevendo a View, que recebe e lida para com a entrada relevante do usuário, enquanto o Controller recebe e lida com entrada relevante para construção do Controller/View como um todo, sendo assim passando a se chamar de Ferramenta a junção entre esses dois componentes, como apresenta a Figura 1 a seguir. (Lemos et al., 2013).



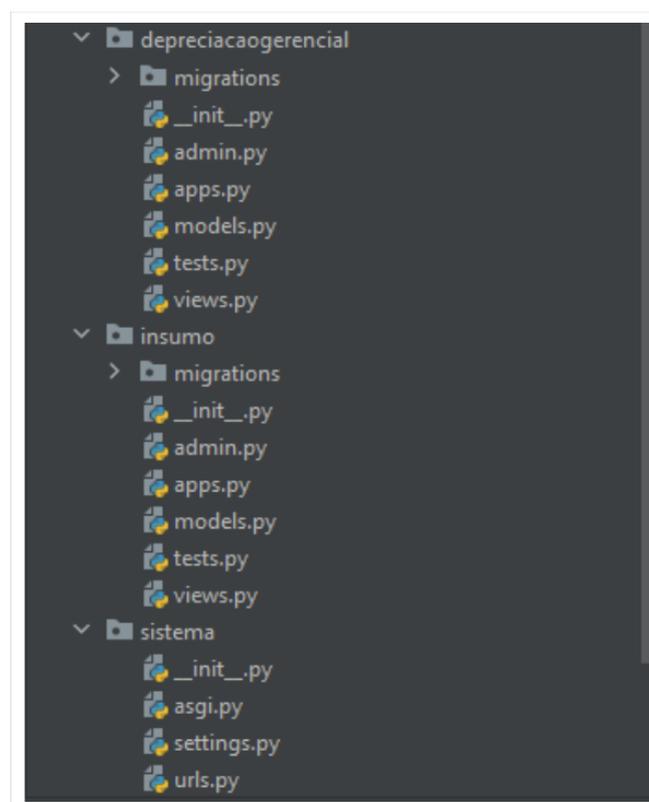
**Figura 1.** Modelo mental MVC

Fonte: Lemos et al. (2013).

## DJANGO

O *framework* Django da linguagem Python é escrito com o intuito de não haver código repetido ao desenvolver um sistema e assim permitir um rápido desenvolvimento de projetos, devido ao fato de que algumas de suas aplicações terem sido previamente utilizadas. Inspirado em um músico de jazz Reinhardt, o Django foi criado no Lawrence Journal-World, para gerenciar o site jornalístico na cidade de Lawrence no Kansas. (Borchardt, 2016).

Este *framework* é caracterizado por um padrão de três camadas: Models, Templates e Views (Figura 2). Os Models são classes dos modelos dos objetos que, por sua vez, serão armazenados posteriormente no banco de dados. A camada Templates, reúne as páginas HTML do projeto, que possui toda a parte visual da aplicação, e por fim a View, na qual as classes são instanciadas, onde toda a lógica é criada para a funcionalidade das páginas que montarão as URL's, sendo assim cada método construído para cada página específica. (Borchardt, 2016).



**Figura 2.** Arquivos do Django

## Metabase

O Metabase é um Business Intelligence Open Source que utilizando em conjunto de um sistema, proporciona melhor entendimento sobre os dados da empresa. De fácil uso, pois pessoas que não conhecem SQL conseguem realizar consultas por exemplo, também proporcionando utilização de algumas ferramentas de maneira simples e objetiva, trazendo inteligência para o negócio.

Para realizar a conexão com o banco de dados, é necessário conhecer as informações relativas ao banco, como nome, porta, usuário e senha (Figura 3). Após a conexão, as tabelas do banco de dados serão apresentadas (Figura 4). Selecionando a tabela desejada, será apresentado ao usuário as ferramentas para disponíveis de visualização para uso, clicando em Display na parte inferior (Figura 5).

BANCOS DE DADOS > ADICIONAR BANCO DE DADOS

Tipo do banco de dados  
MySQL

Nome amigável  
Sistema

Servidor  
localhost

Porta  
3306

Nome do banco de dados  
sistema

Usuário  
root

Senha  
●●●●●●●●

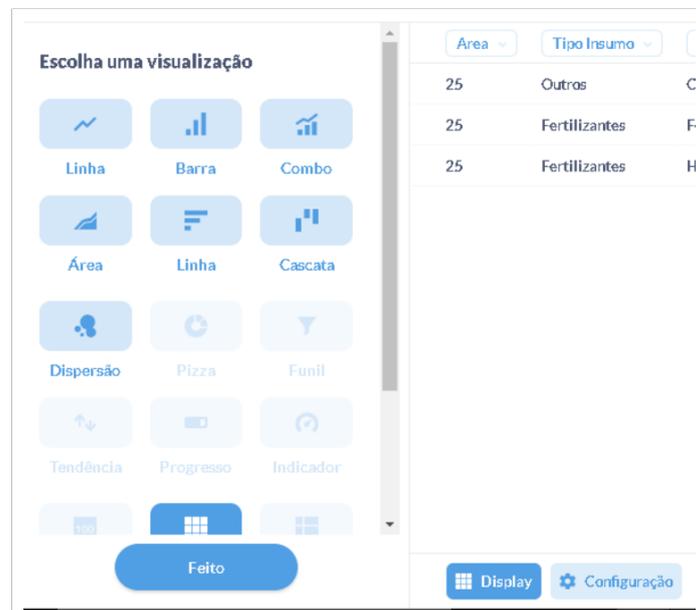
Figura 3. Conexão com o banco de dados.



Sistema / Insumo Custosinsumos

ID	Area	Tipo Insumo	Insumo	Quantidade Hec	Preco Insumo	Qtd Insumo	Custo
1	25	Outros	Calcário Dolomítico	80	300	75	4,784,22
2	25	Fertilizantes	Fertilizante	0.02	95	1	8,500
3	25	Fertilizantes	Herbicida	40	500	55	5,500

Figura 4. Apresentação ao abrir uma tabela.



**Figura 5.** Opções de visualização do Metabase

## My SQL

Os sistemas comerciais normalmente necessitam de um banco de dados para funcionar e existem vários bancos de dados no mercado, no entanto é importante selecionar bem este software antes de começar a desenvolver o sistema. A vantagem do MySQL está nas suas licenças: uma delas permite que ele seja utilizado gratuitamente na empresa, uma segunda, que deve ser paga, permite que o MySQL seja distribuído junto com outros softwares para os clientes da empresa (Lobo, 2008).

Utilizar o banco de dados MySQL em aplicações desktop e web pode ser interessante, pois permite realizar trabalhos de forma fácil e objetiva. As operações mais comuns são: ativar banco de dados, excluir banco de dados, criar, excluir e modificar tabelas, bloquear e desbloquear tabelas, visualizar propriedades de tabela, inserir, visualizar e excluir dados nas tabelas, além de executar consultas simples e complexas de dados (Lobo, 2008).

## Insumo

A estrutura de custo operacional é constituída em duas partes. Na primeira parte, o coeficiente técnico de utilização do fator expresso em tempo de serviço por hectare é caracterizado por dias/homem ou dias/máquina. A segunda parte comporta as quantidades de insumos que são consumidas por hectare, onde multiplicadas pelos seus respectivos preços e somadas, constituem o total das despesas com materiais. Estas duas partes juntas, se tornam o custo operacional efetivo (Noronha; Latapia, 1988).

## Depreciação

A depreciação corresponde à diminuição do valor dos bens resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza ou obsolescência. A reposição e a modernização das máquinas, dos implementos, das instalações e das benfeitorias, a recuperação do capital investido e dos recursos aplicados em despesas para contribuição na formação de resultados, bem como a perda de valor dos produtos, são fatores fundamentais na constituição

dos custos de produção da atividade agrícola. Por essa razão, são importantes a análise e a avaliação desses recursos e a percepção dos seus impactos no processo de produção agrícola. (Oliveira Neto et al., 2008).

## Resultados e Discussão

Uma vez tendo inserido o modelo de dados no *framework* Django, bem como, feita a configuração para utilização do banco de dados MySQL, torna-se possível, por meio do usuário admin, ter o total controle para gerenciar as Tabelas de Insumos e Depreciação, conforme exemplo de inserção da “Colheitadeira cana-de-açúcar” na Tabela de Depreciação da Figura 6, cujo resultado da inserção pode ser visto na lista apresentada na Figura 7. O mesmo procedimento de inserção pode ser visto com a inclusão de “Fertilizantes” na Tabela de Insumos da Figura 8, cujo resultado pode ser visto na lista apresentada na Figura 9.

Em relação ao Metabase, os resultados são relatórios extraídos, de acordo com a necessidade do usuário, podendo conter gráficos em forma de barras, colunas, pizza, linhas ou a combinação destes, entre outros. Exemplos de gráficos podem ser vistos na Figura 10, que apresenta o gráfico de pizza com a participação de cada insumo no custo total de insumos inseridos na Tabela de Insumos, assim como, na Figura 11, que apresenta o gráfico de pizza com a participação da depreciação de cada bem de produção no custo total de depreciações inseridas na Tabela de Depreciação.

Figura 6. Inserção de dados de depreciação através do Django

Equipamento	Quantidade	Valor	Anos	Vida Útil	Hora	Taxa Anual	Taxa Mensal	Taxa Hora
Caminhão	1	500	10	90	12	10	2,975.99	42.35
Colheitadeira cana-de-açúcar	1	500	10	100	5	10	4,166.67	100

Figura 7. Tabela de Depreciação no Metabase

Área trabalhada (hectares):

Tipos de insumo:

Insumo:

Qtd. por Hectare (L ou Kg/ha):

Preço Insumo R\$:

Quantidade (L ou Kg):

Custo:

Figura 8. Inserção de dados de insumo através do Django

Sistema / Insumo Custosinsumos

Área	Tipo Insumo	Insumo	Quantidade Hec	Preço Insumo	Qtd Insumo	Custo
25	Outros	Calcário Dolomítico	80	300	75	4,784.22
25	Fertilizantes	Fertilizante	0.02	95	1	8,500
25	Fertilizantes	Herbicida	40	500	55	5,500

Figura 9. Tabela de Insumos no Metabase

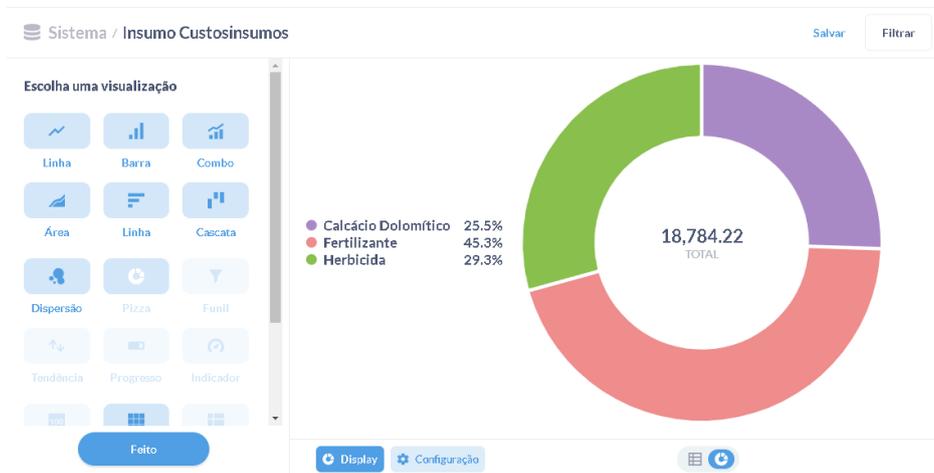
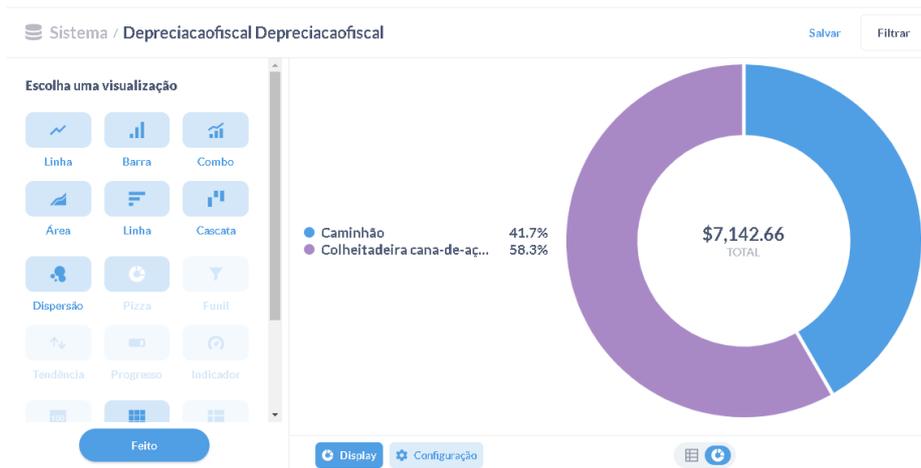


Figura 10. Extração e visualização de dados da Tabela de Insumos feito pelo Metabase



**Figura 11.** Extração e visualização de dados da Tabela de Depreciação feito pelo Metabase

## Conclusão

Com este sistema, o usuário poderá guardar todos os dados de custos de sua empresa, que possibilitam extrair informações gerenciais importantes, a partir de relatórios com vários tipos de gráficos, para se ter conhecimento e proporção dos custos, como forma de contribuir para seu controle e aumento da rentabilidade da empresa.

Há como realizar futuramente melhorias no sistema, tornando-o mais completo. Pode-se utilizar o Django para realizar essa melhoria, criando um site no qual possa ser realizado todo o gerenciamento de custos. A utilização do BI Metabase em conjunto de um sistema de gerenciamento, auxilia na tomada de decisões, gerando relatórios que permitem a visualização dos dados da empresa de forma mais clara e objetiva. A utilização do BI Metabase é consideravelmente simples, a ponto de não necessitar de um analista próprio para realização das análises dos dados, o próprio usuário consegue realizá-la facilmente, assim não há gastos desnecessários e há economia de tempo, ficando a função dos especialistas de tecnologia da informação mais direcionada à curadoria dos dados.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas concedidas a Gabriel Emídio Teixeira da Costa e João Pedro Nascimento de Lima.

## Referências

BORCHARDT, F. I. **Melhorias de sistema legado do setor agropecuário utilizando API**. 2016. 31 p. Monografia (Bacharelado em Sistema de Informação) - Antonio Meneghetti Faculdade, Retinga Seca, RS.

FUJI, A. H. O conceito de lucro econômico no âmbito da contabilidade aplicada. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 15, n. 36, p. 74-86, dez.2004. DOI: [10.1590/S1519-70772004000300004](https://doi.org/10.1590/S1519-70772004000300004).

LEMONS, M. F. de; OLIVEIRA, P. C.; RUELA, L. C.; SANTOS, M. da S.; SILVEIRA, T. C.; REIS, J. C. de S. Aplicabilidade da arquitetura MVC em uma aplicação WEB (WebApps). **RE3C - Revista Eletrônica Científica de Ciência da Computação**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2013. Disponível em: <https://revistas.unifenas.br/index.php/RE3C/article/view/54>. Acesso em: 11 jun. 2022.

LOBO, E. J. R. **Curso prático de MySQL**. São Paulo: Digerati Books, 2008.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; ANTUNES, J. F. G.; OLIVEIRA, M. D. M.; OKAWA, H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 9, p. 97-122, set. 1994

MESSIAS, V.; BERTALH, R.; SANTOS JUNIOR, E. P. dos. Depreciação de máquinas e equipamentos utilizados na construção civil – forma de cálculos. **Anais do EVINCI - UniBrasil**, v. 1, n. 3, p. 257, 2015.

NORONHA, J. F.; LATAPIA, M. X. I. C. Custos de produção agrícola sob condições de risco no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 26, n. 3, p. 275-287, jul./set. 1988. Disponível em: <http://www.resr.periodikos.com.br/article/5da4e92f0e8825c910ba68e3>. Acesso em: 12 jun. 2022.

OLIVEIRA NETO, A. A. de; JACOBINA, A. de C.; FALCÃO, J. V. A depreciação, a amortização e a exaustão no custo de produção agrícola. **Revista de Política Agrícola**, ano 17, n. 1, p. 5-13, jan./fev./mar. 2008.



# Utilização de índices de vegetação espectrais na predição da produtividade em cana-de-açúcar<sup>(1)</sup>

Daniel Christofolletti<sup>(2,6)</sup>, Julio Cezar Souza Vasconcelos<sup>(3)</sup>, Luiz Antonio Falaguasta Barbosa, Eduardo Antonio Speranza<sup>(4)</sup>, João Francisco Gonçalves Antunes e Geraldo Magela de Almeida Cançado<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Engenheiro Agrônomo, Esalq/USP, Piracicaba, SP. <sup>(3)</sup>Engenheiro Agrônomo, Esalq/USP, Piracicaba, SP. <sup>(4)</sup>Analistas, Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(5)</sup>Pesquisadores, Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(6)</sup>daniel.christofolletti@coplacana.com.br.

**Resumo** - A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes do Brasil. Além da importância na produção de açúcar e etanol utilizado como combustível, também tem desempenhado um papel de destaque na geração de energia elétrica limpa e renovável. Com o avanço da agricultura digital na última década, o uso de índices calculados a partir de imagens aéreas obtidas por drones ou satélites vem sendo aplicado para rastrear variações no desenvolvimento das plantas e na ocupação do solo devido à sua praticidade e ao baixo custo de obtenção. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito das variáveis preditoras do tipo índices de vegetação espectrais Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e Visible Atmospherically Resistant Index (VARI), calculados a partir de imagens de drones, sobre a variável de interesse (variável resposta) que no caso foi a produtividade final da lavoura de cana-de-açúcar. Para tal, foram utilizados gráficos baseados em um modelo de regressão local (loess) que envolvem um método não paramétrico de estimativa de curvas de regressão por meio do processo de suavização (smoothing). Como resultado, conseguimos utilizar os índices de vegetação espectrais do tipo NDVI e VARI para gerar estimativas precisas da produtividade de lavouras de cana-de-açúcar, ou seja, prever a produtividade final utilizando imagens de drones ou de satélites. A disponibilização desse modelo de produtividade como uma ferramenta de uso prático, poderá auxiliar os canavicultores a obterem de forma rápida e barata, estimativas precisas da produtividade de talhões de cana, auxiliando-os na avaliação do desempenho do manejo utilizado, planejamento da colheita e mensuração precoce de quebras de produtividade induzidas por efeitos adversos.

Termos para indexação: Saccharum officinarum, modelos preditivos, modelagem não paramétrica, índice de vegetação por diferença normalizada, índice resistente à atmosfera na região visível.

## Use of spectral vegetation indexes in the prediction of productivity in sugarcane

**Abstract** - Sugarcane is one of the most important crops in Brazil. In addition to its major importance in the production of sugar and ethanol used as biofuel, it has also played an important role in the generation of clean and renewable electricity. With the advancement of digital agriculture in the last decade, the use of indexes obtained from aerial images by using drones or satellites has been applied to track variations in plant development and soil occupation by crops, mainly due to their easiness and low cost of acquisition. The aim of this study was to evaluate the effect of predictive variables such as spectral vegetation indexes Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Visible Atmospherically Resistant Index (VARI), calculated from drone images, on the variable of interest (response variable) which in this case was the final productivity of sugarcane fields. To achieve this, graphs based on a local regression model (loess) were applied and combined with a non-parametric method of estimating regression curves through a smoothing processing. As result of this approach, we were able to use NDVI and VARI-type spectral vegetation index to generate accurate estimates of sugarcane crop productivity. In other words, the model allowed us to predict final productivity using drone or satellite images. The launch of this productivity model as a tool might help sugarcane farmers to obtain, quickly, cheaply and accurate estimations of sugarcane yield, helping them to evaluate the crop management performance, improve the harvest planning as well as, identify productivity loss caused by adverse effects.

Index terms: Saccharum officinarum, predictive models, non-parametric modeling, normalized difference vegetation index, atmosphere resistant index in the visible region.

## Avaliação do Desenvolvimento de MPBs de Cana-de-açúcar (SP 80-3280) Inoculadas com Biomaphos em Solo com Diferentes Níveis de Fósforo<sup>(1)</sup>

Sérgio da Costa Júnior<sup>(2,6)</sup>, Rodrigo da Rocha Fragoso<sup>(3)</sup>, Adilson Kenji Kobayashi<sup>(4)</sup>, Geraldo Magela de Almeida Cançado<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduando em Tecnologia em Agroecologia, IFB campus Planaltina, Brasília, DF. <sup>(3)</sup>Pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. <sup>(4)</sup>Pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. <sup>(5)</sup>Pesquisadores, Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(6)</sup>sergio.junior@colaborador.embrapa.br

**Resumo** - O Brasil é o maior e mais importante produtor mundial de cana-de-açúcar, como consequência do grande investimento em pesquisa e tecnologia realizado no País para essa cultura. Entretanto, vários fatores podem interferir na produtividade da cana-de-açúcar, sendo os mais importantes as variações no clima, flutuações na disponibilidade de água e nutrientes, o tipo de manejo da cultura e o potencial genético das cultivares comerciais. No quesito nutricional, o uso eficiente do fósforo disponível no solo é fundamental para o bom desempenho da lavoura. No presente estudo, o desempenho de mudas pré-brotadas (MPBs) da variedade SP80-3280 tratadas ou não (controles) com diferentes doses do inoculante líquido BiomaPhos, formulado com cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*) estão sendo avaliados. Após a inoculação das MPBs, estas foram cultivadas em solos com níveis de adubação fosfatada (superfosfato triplo, 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) variando de 0,50% a 100% da adubação recomendada. O experimento foi conduzido em vasos de 8 L com irrigação por gotejamento e instalados em casa-de-vegetação em condições controladas. O delineamento estatístico foi de blocos casualizados com 9 tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Ao longo do desenvolvimento avaliou-se semanalmente a taxa de fotossíntese, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub>, transpiração, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca do uso da água e o índice de conteúdo de clorofila da folha +3. Os resultados preliminares de taxa fotossíntese e concentração interna de CO<sub>2</sub>, indicam que o uso Biomaphos em mudas pré-brotadas melhoram a eficiência nutricional das plantas.

Termos para indexação: *Saccharum spp.*, fósforo lábil, fósforo não-lábil, inoculante biológico, nutrição mineral.

## Development of Pre-sprouted Sugarcane Seedlings (SP 80-3280) Inoculated with Biomaphos in Soil with Different Phosphorus Levels

**Abstract** - Brazil is the largest and most important world producer of sugarcane as a consequence of the large investment in research and technology carried out in the country for this crop. However, several factors can interfere in the productivity of sugarcane, among them the most important are variations in climate, fluctuations in the availability of water and nutrients, the type of crop management and the genetic potential of commercial cultivars. About the nutritional aspect, the efficient use of available phosphorus in soils is a crucial trait for good performance of this crop. In the present study, we evaluated the performance of pre-sprouted sugarcane seedlings (MPBs) of the SP80-3280 variety, treated or not (controls) with different doses of the liquid inoculant BiomaPhos, formulated with the strains BRM 119 (*Bacillus megaterium*) and BRM 2084 (*Bacillus subtilis*). After inoculation, MPBs were cultivated in soils with different levels of phosphate fertilizer (triple superphosphate, 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ranging from 0, 50% to 100% of the recommended fertilization. The experiment was carried out in 8 L pots with drip irrigation and installed in a greenhouse with controlled environment. The statistical design was randomized blocks with 9 treatments and 4 replicates, totaling 36 experimental plots. During the development, the photosynthesis rate, stomatal conductance, internal CO<sub>2</sub> concentration, transpiration, water use efficiency, intrinsic water use efficiency and the leaf chlorophyll content index +3 were evaluated weekly. Preliminary results of photosynthesis rate and internal concentration of CO<sub>2</sub> indicate that the use of Biomaphos in pre-sprouted sugarcane seedlings improves the nutritional efficiency of plants.

Index terms: *Saccharum spp.*, labile phosphorus, non-labile phosphorus, biological inoculant, mineral nutrition.

# Comportamento espacial da fertilidade do solo em variedades de café cultivado no sul de Minas<sup>(1)</sup>

Matheus Guedes Pinto<sup>(2,8)</sup>, Célia Regina Grego<sup>(3)</sup>, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues<sup>(4)</sup>, Gustavo Costa Rodrigues<sup>(5)</sup>, Eduardo Antônio Speranza<sup>(6)</sup> e Ariovaldo Luchiari Jr<sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP. <sup>(3)</sup>Pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas-SP. <sup>(4)</sup>Pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas-SP. <sup>(5)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas-SP. <sup>(6)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas-SP. <sup>(7)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas-SP. <sup>(8)</sup>matheusguedespinto@gmail.com

**Resumo** - O estudo da variabilidade espacial da fertilidade do solo em lavouras de café auxilia na caracterização espacial do ambiente de produção. Este trabalho propõe a investigação da dependência espacial nos atributos da fertilidade do solo em três variedades de café (Mundo Novo, Catucaí e Arara) cultivadas numa fazenda em Carmo do Rio Claro, MG. O solo, Latossolo Vermelho-Escuro, foi amostrado de 0-20 cm de profundidade em 25 pontos georreferenciados em cada face de exposição ao sol dos talhões, correspondendo a 50 pontos nas variedades implantadas em duas faces de exposição (Mundo Novo e Catucaí) e 25 pontos na área com uma face (Arara). Os dados obtidos para fins de fertilidade, analisados quanto à estatística descritiva e pela geoestatística foram: Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, pH, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Sódio, Acidez Total, Capacidade de troca Catiônica e Saturação por Bases. Foi investigada a variabilidade espacial por meio do semivariograma e em seguida, para os dados que apresentaram dependência espacial, foi utilizada interpolação por Krigagem ordinária e construídos mapas de contorno. Foi possível o mapeamento de pH, Potássio, Magnésio, Acidez Total e Saturação por Bases para todas as variedades estudadas. Para os demais atributos do solo não houve dependência espacial. A análise da variabilidade espacial permitiu investigar o comportamento espacial dos atributos da fertilidade do solo, o que traz o diferencial da cafeicultura de precisão para o manejo localizado do solo e conseqüentemente levar ao ganho de produtividade das diferentes variedades de café dentro do talhão de cultivo.

Termos para indexação: geoestatística, variabilidade espacial, cafeicultura de precisão.

## Spatial behavior of soil fertility in coffee varieties grown in southern Minas Gerais

**Abstract** - The study of spatial variability for soil fertility in coffee plantations contributes in the spatial characterization of production environment. This paper proposes the investigation of spatial dependence of soil fertility attributes in three coffee varieties (Mundo Novo, Catucaí and Arara) cultivated on a farm in Carmo do Rio Claro, MG. The soil, Dark Red Latosol, was sampled from 0-20 cm deep at georeferenced 25 points on each face exposed to the sun, corresponding to 50 points in the varieties with two exposed faces (Mundo Novo and Catucaí) and 25 points with one face (Arara). The data, obtained for fertility purposes and analyzed with descriptive statistics and geostatistics, were: Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium, pH, Organic Matter, Organic Carbon, Sodium, Total Acidity, Cation Exchange Capacity and Base Saturation. Spatial variability was investigated using semivariogram and then, for data that showed spatial dependence, interpolation by ordinary Kriging (was applied) and contour maps were constructed. It was possible to map pH, Potassium, Magnesium, Total Acidity and Base Saturation for all the varieties studied. For the other soil attributes there was no spatial dependence. This investigation allowed us to verify the spatial behavior of soil fertility, it is the differential of precision coffee-growing system to the soil localized management and which brings better production to different coffee varieties within the field.

Index terms: geostatistical, spatial variability, precision coffee system.

# Sistema de Consulta de Dados Gravados nos Blocos da Blockchain Ethereum<sup>(1)</sup>

João Pedro Nascimento de Lima<sup>(2,7)</sup>, Gabriel Emidio Teixeira Costa<sup>(3)</sup>, Fabio Cesar da Silva<sup>(4)</sup>, Alexandre de Castro<sup>(5)</sup> e Inacio Henrique Yano<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduado em Engenharia da Computação, Anhanguera Educacional, Campinas, SP. <sup>(3)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(4)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(5)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(6)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(7)</sup>lima.jp98@hotmail.com

**Resumo** - Blockchain é uma tecnologia emergente que pode ser usada para registrar dados das mais diversas aplicações, principalmente para rastreabilidade de ativos e processos, devido às suas características de segurança, entre elas, está a imutabilidade dos dados. Em havendo algum erro nos dados gravados, a solução é gravar novo bloco com os dados corretos, entretanto, o bloco com os dados errados permanece na estrutura de blocos e, portanto, em situações como esta, faz-se necessária uma justificativa para o erro ocorrido. Isto torna o blockchain um importante instrumento de auditoria. Boa parte dos sistemas baseados em blockchain fazem uso dos contratos inteligentes para as regras de negócios e armazenamento e recuperação de dados. Contratos inteligentes são como programas de computador orientados a eventos, ou seja, na ocorrência de determinados eventos, certas ações acontecem automaticamente. Apesar de todos os dados gravados nos contratos inteligentes serem também gravados na blockchain, não existe uma forma de recuperar os dados contidos nos blocos para confrontá-los com os dados do contrato inteligente. Sendo que no contrato inteligente somente é possível recuperar o dado mais recentemente gravado, não sendo possível recuperar ou saber se houve algum valor alterado em uma determinada variável, diferentemente dos blocos, onde uma vez gravado o dado ali permanece imutável e, conforme descrito, se houver necessidade de alguma alteração, é necessário gravar novo bloco. O objetivo deste trabalho é apresentar os procedimentos para a recuperação de dados nos blocos, pois isto pode vir a ser útil como instrumento de auditoria para várias empresas.

Termos para indexação: auditoria, contrato inteligente, imutabilidade dos dados, rastreabilidade

## Query system for data recorded in blockchain Ethereum blocks

**Abstract** - Blockchain is an emerging technology to record data from the most diverse applications, mainly for asset and process traceability due to its security characteristics, among them the immutability of data. If there is an error in the recorded data, the solution is to record a new block with the correct data. However, the block with the wrong data remains in the block structure. Therefore, in situations like this, the error that occurred needs justification. Making blockchain a powerful audit tool. Most blockchain-based systems use smart contracts for business rules and data storage and retrieval. Smart contracts are like event-driven computer programs, i.e., when certain events occur, some actions happen automatically. Although all data recorded in smart contracts is also recorded in the blockchain, there is no way to retrieve the data contained in the blocks to match them with the smart contract data. Since in the smart contract, it is only possible to retrieve the most recently recorded data, it is not possible to recover or know if a given variable had its value changed. Unlike blocks, where once data is recorded, it remains immutable, and, as described, if there is a need for any changes, it is necessary to record a new block. This work aims to present the procedures for the data recovery in the blocks, as this can be useful as an audit tool for several companies.

Index terms: audit, immutability of data, smart contract, traceability.

# Extração de Citação de Localidades em Textos Técnico-Científicos em Língua Portuguesa<sup>(1)</sup>

Clara Mattos Medeiros<sup>(2,4)</sup> e Maria Fernanda Moura<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduanda em Engenharia da Computação, UNICAMP, Campinas, SP <sup>(3)</sup>Pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(4)</sup>mattosclara22@gmail.com

**Resumo** - A proposta deste trabalho é selecionar e utilizar um reconhecedor de entidades nomeadas (REN) para a língua portuguesa a fim de extrair metadados de citações a localizações geográficas brasileiras em publicações técnico-científicas, especialmente as do domínio agropecuário no subtema pastagens. Primeiramente identificaram-se algumas ferramentas REN de domínio público que suportem a língua portuguesa; foram experimentadas: a TopExtract, da Embrapa; Apache OpenNLP; FreeLing; Stanza, da Stanford; NLTK – Natural Language Toolkit; e a biblioteca SpaCy. Devido a alguns problemas de manutenção desses softwares, especialmente no que toca aos treinamentos para a língua portuguesa, optou-se pela SpaCy. A SpaCy, uma biblioteca de software de código aberto para processamento avançado de linguagem natural, escrita em Python, mostrou-se bastante adequada para localizar entidades nomeadas em textos na língua portuguesa, uma vez que possui um corpus bem anotado e, principalmente, é uma biblioteca que tem recebido constante evolução. Além disso permite que sejam realizados novos treinamentos mediante anotação de corpus. Assim, para casos nos quais a SpaCy cometia alguns erros de classificação, tais como classificar cultivares como localidades, por exemplo “BRS Tarumaxi”, e outros erros similares, a estratégia adotada consistiu na identificação das regras de citação a localidades de interesse e a consequente personalização do reconhecedor de entidades nomeadas da biblioteca SpaCy, isto é, selecionar e anotar um novo corpus para treinamento do REN da SpaCy. Os experimentos conduzidos, com os novos treinamentos da SpaCy, mostram uma revocação média de 0,92 e uma precisão média de 0,95, permitindo aceitar que a identificação das localidades nos textos seja bastante confiável.

Termos para indexação: reconhecimento de entidades nomeadas; processamento de linguagem natural; SpaCy; geolocalização; mineração de textos

## Citation from Localities Extraction in Technical-Scientific Texts in the Portuguese Language

**Abstract** - The purpose of this work is to select and use a named entity recognizer (NER) for the Portuguese language in order to extract metadata from citations to Brazilian geographic locations in technical-scientific publications, especially those in the agricultural domain in the sub-theme pastures. First, some public domain NER tools that support the Portuguese language were identified; tried out: TopExtract, from Embrapa; Apache OpenNLP; FreeLing; Stanford’s Stanza; NLTK – Natural Language Toolkit; and the SpaCy library. Due to some maintenance problems of these software, especially with regard to training for the Portuguese language, SpaCy was chosen. SpaCy, an open source software library for advanced processing of natural language, written in Python, proved to be quite suitable for locating named entities in texts in Portuguese, since it has a well-annotated corpus and, mainly, is a library that has been constantly evolving. In addition, it allows new training to be carried out by means of body annotation. Thus, for cases in which SpaCy made some classification errors, such as classifying cultivars as localities, for example “BRS Tarumaxi”, and other similar errors, the strategy adopted consisted of identifying the citation patterns for localities of interest and the consequent customizing the named entity recognizer from the SpaCy library, that is, selecting and annotating a new corpus for training the SpaCy NER. The experiments carried out with the new SpaCy trainings show an average recall of 0.92 and an average accuracy of 0.95, allowing us to accept that the identification of localities in the texts is quite reliable.

Index terms: recognition of named entities, natural language processing, SpaCy, geolocation, text mining.

# Sugarcane Planting Failure Classification Through Deep Learning Approach in Drone Imagery<sup>(1)</sup>

João Pedro Nascimento de Lima<sup>(2,7)</sup>, Inácio Henrique Yano<sup>(3)</sup>, Eduardo Antonio Speranza<sup>(4)</sup>, Luiz Antonio Falaguasta Barbosa<sup>(5)</sup>, Geraldo Magela de Almeida Cancado<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduado em Engenharia da Computação, Anhanguera Educacional, Campinas, SP. <sup>(3)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(4)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(5)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(6)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(7)</sup>lima.jp98@hotmail.com

**Resumo** - Falhas de plantio em lavouras de cana-de-açúcar são causadas, principalmente, por danos nas gemas presentes nos toletes na operação de plantio, além de pisoteio e maquinário descalibrado em operações de colheita. A presença de falhas de plantio afeta a produtividade, justificando sua identificação para estimativas de produção e em alguns casos para operações de replantio. A identificação e o mapeamento manual de falhas de plantio é um processo custoso e demorado, por isso, existem diversos trabalhos sendo desenvolvidos para identificar falhas por meio de análise de imagens de drones. No caso específico da cana-de-açúcar, considera-se falha espaços entre plantas maior que 50 cm, porque acima dessa medida passariam a interferir na produtividade. Dentre as técnicas para identificação de objetos em imagens, atualmente, estão em destaque as redes neurais de aprendizado profundo. Este trabalho realizou testes com a rede YOLOv5, que é uma rede de aprendizado profundo, para a qual existem diversos tutoriais de utilização e aplicativos na internet que auxiliam na marcação dos objetos de interesse, procedimento necessário para treinamento da rede. No primeiro teste, foram analisadas as 13 imagens do conjunto de validação, dentre os problemas encontrados havia falhas menores que 50 cm, 3 casos de sobreposição, 1 caso de segmentação e 1 caso de falha de identificação, por isso, foi utilizado o software ImageJ, para descartar as falhas menores que 50 cm e ajustar as sobreposições, portanto, somente o caso de falha de identificação e o caso de segmentação ainda precisam ser corrigidos.

Termos para indexação: aprendizado de máquina, identificação de objetos, ImageJ, mapeamento, YOLOv5

# Sugarcane Planting Failure Classification Through Deep Learning Approach in Drone Imagery

**Abstract** - Planting failures in sugarcane plantations are mainly caused by damage to the buds present in the stems during the planting operation, in addition to trampling and uncalibrated machinery in harvesting operations. The presence of planting failures affects productivity, justifying their identification for production estimate, and in some cases, for replanting operations. The manual identification and mapping of planting failures is a costly and time-consuming process, so several works are being developed to identify failures through drone image analysis. In the specific case of sugarcane, planting failures are spaces between plants bigger than 50 cm because, above this measure, they would interfere with productivity. For object identification in images, deep learning neural networks currently is the technique that is obtaining better results. This work carried out tests with the YOLOv5 network, which is a deep learning network, for which there are many usage tutorials and applications on the internet that help in the tagging of objects of interest, a necessary procedure for training the network. In the first test, we analyzed the 13 images of the validation set. Among the problems found, there were failures smaller than 50 cm, 3 cases of overlap, 1 case of segmentation, and 1 case of identification failure. Therefore, we used the ImageJ software to rule out the gaps smaller than 50 cm and adjust the overlaps, so only the misidentification case and the segmentation case still need to be fixed.

Index terms: ImageJ, machine learning, mapping, object identification, YOLOv5

# Complemento no QGIS para Monitoramento de Áreas de Cana-de-Açúcar por Meio de Índices Vegetativos MODIS<sup>(1)</sup>

Caio Simplicio Arantes<sup>(2,7)</sup>, Eduardo Antonio Speranza<sup>(3)</sup>, João Francisco Gonçalves Antunes<sup>(4)</sup>, Luiz Antonio Falaguasta Barbosa<sup>(5)</sup> e Geraldo Magela de Almeida Cancado<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Faped. <sup>(2)</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP. <sup>(3)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(4)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(5)</sup>Analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(6)</sup>Pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. <sup>(7)</sup>caio.arantes@colaborador.embrapa.br

**Resumo** - A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene com ciclo de produção predominantemente anual. A longevidade de um canavial dura em torno de cinco anos, perfazendo quatro cortes antes de ser reformado. O monitoramento da produção de biomassa do canavial é relevante por conta da queda da produtividade ao longo dos anos, influenciada principalmente pela compactação do solo devido à alta mecanização do sistema de produção, que gera a necessidade de reformas planejadas dos canaviais, com alto custo de implementação. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um complemento (plugin) no software livre de Sistema de Informação Geográfica (SIG), Quantum GIS (QGIS), que permite ao usuário selecionar uma localização geográfica utilizando uma interface gráfica. A localização visa o monitoramento de safras de cana-de-açúcar por meio das séries temporais dos Índices Vegetativos, do inglês Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ou EVI do sensor MODIS, com 250 m de resolução espacial, fornecidas por requisições à API SATVeg, que pode ser contratada na AgroAPI - Plataforma de APIs da Embrapa para o mercado de tecnologias em agricultura digital ([www.agroapi.cnptia.embrapa.br](http://www.agroapi.cnptia.embrapa.br)). A ferramenta carrega os dados dos índices vegetativos dos últimos cinco anos, conforme a data de início e final das safras definidas pelo usuário, gerando os perfis temporais de cada safra e, também, o perfil da média com o desvio padrão, exibindo as linhas sobrepostas num mesmo gráfico para comparação, baseado em que os índices vegetativos possuem correlação com a biomassa. Além disso, o usuário pode omitir safras selecionadas, recalculando a média e o desvio padrão, além de salvar os dados em planilha para análises em softwares estatísticos. O complemento também oferece recursos adicionais para tratamento das séries temporais dos índices vegetativos, como a pré-filtragem para a eliminação de valores contaminados por nuvens e inválidos, e a filtragem para suavização dos perfis temporais. A interface gráfica foi desenvolvida por meio do *framework* PyQt. A manipulação de dados e representações gráficas foram geradas por meio das bibliotecas Pandas e Plotly, respectivamente, ambas de código aberto e baseadas em Python.

Termos para indexação: NDVI, EVI, sistema de informação geográfica, *framework* PyQt, Python.

## QGIS Plugin for Monitoring Sugarcane Areas Through MODIS Vegetation Indices

**Abstract** - Sugarcane is a semi-perennial crop with a predominantly annual production cycle. The longevity of a sugarcane field lasts around five years, making four harvests before being reformed. Monitoring the production of sugarcane biomass is relevant due to the loss in productivity over the years, mainly influenced by soil compaction due to the high mechanization of the production system, which generates the need for planned reforms of sugarcane fields, due to the high cost. In this context, the aim of this work was to develop a plugin in the free software of geographic information system QGIS, which allows the user to select a geographic location using a graphical interface, to monitor sugarcane fields through the NDVI or EVI vegetative indices time series of the MODIS sensor, with 250 m of spatial resolution, provided by a SATVeg API request, which access can be acquired at AgroAPI - Embrapa's API Platform for the digital agriculture technologies market ([www.agroapi.cnptia.embrapa.br](http://www.agroapi.cnptia.embrapa.br)). The tool loads vegetative indices data of the last five years, according to the crop start and end dates defined by the user, generating the profiles of each crop and also the profile of the average with the standard deviation, displaying the overlays for comparison and monitoring, based on the fact that the vegetation indices are correlated with observed biomass status. In addition, the user can omit selected production cycles, recalculating the mean and standard deviation, in addition to saving the data in a spreadsheet for analysis in statistical software. The plugin also offers additional features for processing the

time series of vegetative indices, such as pre-filtering to eliminate cloud-contaminated and invalid values, and filtering for smoothing temporal profiles. The graphical interface was developed through the PyQt *framework*. The interactions and graphical representations were generated through the Pandas and Plotly libraries, all open source and based on Python.

Index terms: EVI, NDVI, Geographic Information System, PyQt *framework*, Python.

**Embrapa**

---

***Agricultura Digital***

