

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Edson Belisario Teixeira

Engenheiro Agrônomo

**ADUBAÇÃO CORRETIVA DE FÓSFORO SOBRE O DESEMPENHO
DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS EM
AMBIENTE RESTRITIVO DE CERRADO**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Edson Belisario Teixeira
Engenheiro Agrônomo

**ADUBAÇÃO CORRETIVA DE FÓSFORO SOBRE O DESEMPENHO
DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS EM
AMBIENTE RESTRITIVO DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia UNESP - Campus de Ilha Solteira,
para obtenção do título de Mestre em
Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

Orientador: Prof. Dr. Antonio Cesar Bolonhezi

Ilha Solteira
2014

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- T266a Teixeira, Edson Belisario.
Adubação corretiva de fósforo sobre o desempenho de variedades de cana-de-açúcar cultivadas em ambiente restritivo de cerrado / Edson Belisario Teixeira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014
75 f. : il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2014
- Orientador: Antonio Cesar Bolonhezi
Inclui bibliografia
1. Saccharum spp. 2. Manejo. 3. Correção do solo. 4. Fosfatagem. 5. Ambiente de produção.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Adubação Corretiva de fósforo sobre o desempenho de variedades de cana-de-açúcar cultivadas em ambiente restritivo de cerrado

AUTOR: EDSON BELISARIO TEIXEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO CESAR BOLONHEZI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Area: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ANTONIO CESAR BOLONHEZI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. FRANCISCO MAXIMINO FERNANDES

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Profa. Dra. GISELE HERBST VAZQUEZ

Departamento de Fitotecnia / Universidade Camilo Castelo Branco, Faculdade de Agronomia, campus Fernandópolis/SP

Data da realização: 11 de agosto de 2014.

Aos mais belos anjinhos do **Céu** que **Deus** me deu a honra de cuidar na **Terra**, meus filhos **Eduardo** e **Emilie**.
E a minha adorável e amada
companheira **Veruska**.

DEDICO.

A minha querida mãe **Luci** sem a qual eu não estaria aqui para contar esta história. Aos meus irmãos **Clayton** sempre bondoso e prestativo, e **Rafael** pessoa que admiro muito e me orgulho.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo UNIALCO, em especial ao Gerente Agrícola da unidade ALCOOLVALE, Engenheiro Agrônomo Nelcinei Antônio Ribeiro. Após tantos anos trabalhando juntos não o vejo como um superior, mas sim como um amigo.

Ao Convênio entre a Faculdade de Engenharia Unesp de Ilha Solteira e a Alcoolvale, união que gerou muitos conhecimentos e um capital humano inestimável.

Ao Prof. Dr. Antonio César Bolonhezi, pela orientação neste trabalho, pelos sábios conselhos, por sempre mostrar que a ética é fundamental.

Ao Prof. Dr. Francisco Maximino Fernandes, por ter iniciado esta jornada como meu orientador, uma pessoa íntegra e nobre.

Ao futuro Eng. Agrônomo Cleiton José Queiroz, e toda nossa equipe do Desenvolvimento Agrônomo da usina Alcoolvale, pelo empenho e dedicação nas inúmeras tarefas de campo.

A DEUS POR...

PAZ

VIDA

AMOR

SAÚDE

FAMÍLIA

CORAGEM

FORÇA DE VONTADE

.....

OBRIGADO

O pessimista vê dificuldade em cada oportunidade.

O otimista vê oportunidade em cada dificuldade.

(Winston Churchill)

Caráter é aquilo que você é quando ninguém está te olhando.

(Epícuro)

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar vem se destacando na região do cerrado do centro-oeste brasileiro, principalmente, em áreas ocupadas por pastagens degradadas. O cultivo da cana-de-açúcar nestes locais implica em buscar variedades que melhor se ajustem a esses novos ambientes, onde predominam solos com teores de fósforo muito baixos. Assim, a fosfatagem pode ser uma tecnologia promissora. O experimento foi realizado em um LATOSSOLO Vermelho álico, coordenadas 51°15'00" W e 20°12'57" S, no município de Aparecida do Taboado – MS, com o objetivo de avaliar o desempenho de variedades de cana-de-açúcar em função de doses de P_2O_5 em adubação corretiva com superfosfato simples. O delineamento foi com blocos casualizados em parcelas subdivididas, sendo três tratamentos nas parcelas com as doses de fósforo: 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , e nas subparcelas as variedades: RB867515, RB855035, SP84-1431, SP83-2847, RB72454, SP81-3250, SP79-1011, RB835486, IACSP93-6006 e IAC91-5155. O experimento foi conduzido por quatro ciclos onde foram avaliadas as características agroindustriais da cana-de-açúcar. Concluiu-se que as variedades de cana-de-açúcar respondem de modo diferente à adubação fosfatada corretiva, portanto deve ser considerada no planejamento do manejo varietal. As maiores doses de fósforo em adubação corretiva aumentaram a sacarose em variedades de maturação precoce colhidas em maio, e proporcionaram maior produtividade de colmos para a cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Saccharum spp. Manejo. Correção do solo. Fosfatagem. Ambiente de produção.

ABSTRACT

The culture of sugar cane has been highlighted in the savanna of the Brazilian Midwest region, especially in areas occupied by degraded pastures. The growing of sugar cane at these sites implies seeking varieties that are best suited to these new environments that predominate soils with very low levels of phosphorus. Thus, the corrective phosphate may be a promising technology. The experiment was conducted in a Oxisol Alic, coordinates 51°15'00" W and 20°12'57" S, in Aparecida do Taboado city south Mato Grosso state, the objective this research was to evaluate the performance of varieties of sugar cane according to corrective doses of P_2O_5 fertilization with superphosphate. The design was randomized blocks with split plots, three treatments in plots with phosphorus levels: 150, 300 and 450 kg ha⁻¹ P_2O_5 , and the subplots was the varieties: RB867515, RB855035, SP84-1431, SP83-2847, RB72454, SP81-3250, SP79-1011, RB835486, IACSP93-6006 and IAC91-5155. The experiment was conducted for four cycles in which we evaluated the characteristics agroindustrial of sugar cane. It was concluded that the varieties of cane sugar respond differently to corrective phosphate fertilizer so therefore should be considered in planning the varietal management. Higher doses of corrective phosphate fertilizer increased the sucrose in varieties of early ripening harvested in May, and provided greater yield of stalk in sugar cane.

Keywords: *Saccharum* spp. Management. Correction of soil. Corrective phosphate. Production environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no primeiro ciclo, abril de 2004 a julho de 2005, Aparecida do Taboado - MS, 2014.	33
Figura 2 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no segundo ciclo, agosto de 2005 a agosto de 2006, Aparecida do Taboado - MS, 2014.....	33
Figura 3 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no terceiro ciclo, setembro de 2006 a setembro de 2007, Aparecida do Taboado - MS, 2014.	33
Figura 4 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no quarto ciclo, outubro de 2007 a outubro de 2008, Aparecida do Taboado - MS, 2014.	34
Figura 5 - Regressão para as características tecnológicas de dez variedades de cana-de-açúcar, em função de quatro épocas de colheita no ano de 2006, Aparecida do Taboado - MS, 2014.....	47
Figura 6 - Média das diferenças de Pol % caldo das variedades precoces, entre as doses de 150 e 300 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ em adubação corretiva. Aparecida do Taboado - MS, 2014.....	55
Figura 7 - Média das diferenças de Pol % caldo das variedades médias, entre as doses de 150 e 300 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ em adubação corretiva. Aparecida do Taboado - MS, 2014.....	55
Figura 8 - Média das diferenças de Pol % caldo das variedades tardias, entre as doses de 150 e 300 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ em adubação corretiva. Aparecida do Taboado - MS, 2014.....	56
Figura 9 - Produtividade de colmos (TCH), média de dez variedades no quarto ciclo, cultivadas sobre três doses de P ₂ O ₅ em adubação corretiva em um LATOSSOLO álico de cerrado, Aparecida do Taboado - MS, 2014.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de colmos por metro, 490 dias após o plantio de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 37

Tabela 2 - Massa média de um colmo, 490 dias após o plantio de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.. 38

Tabela 3 - Produtividade de colmos (TCH), 490 dias após o plantio de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 40

Tabela 4 - Atributos químicos do solo da camada de 0 a 0,2 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo (2005). Aparecida do Taboado - MS, 2014..... 41

Tabela 5 - Atributos químicos do solo da camada de 0,2 a 0,4 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo (2005). Aparecida do Taboado - MS, 2014. 42

Tabela 6 - Número de colmos por metro, 400 dias após a primeira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 43

Tabela 7 - Massa média de um colmo, 400 dias após a primeira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 44

Tabela 8 - Produtividade de colmos (TCH), 400 dias após a primeira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 45

Tabela 9 - Níveis mínimos de significância para as características Brix %, Pol % caldo, Fibra e ATR de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva e com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 46

Tabela 10 - Características tecnológicas, média de quatro épocas de colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014..... 48

Tabela 11 - Características tecnológicas, média de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 49

Tabela 12 - Características tecnológicas, média de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 50

Tabela 13 - Valores de Brix %, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014..... 51

Tabela 14 - Valores de Pol % caldo, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 52

Tabela 15 - Valores de Fibra %, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014..... 53

Tabela 16 - Valores de ATR kg/t cana, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 54

Tabela 17 - Produtividade de colmos (TCH), 360 dias após a segunda colheita, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014..... 57

Tabela 18 - Atributos químicos do solo da camada de 0 a 0,2 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no quarto ciclo (2007). Aparecida do Taboado - MS, 2014. 58

Tabela 19 - Quantitativos de Fósforo ($mg\ dm^{-3}$) no solo, com o cultivo de dez variedades de cana-de-açúcar sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 58

Tabela 20 - Atributos químicos do solo da camada de 0,2 a 0,4 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva em um LATOSSOLO álico de cerrado, no quarto ciclo (2007). Aparecida do Taboado - MS, 2014. 59

Tabela 21 - Número de colmos por metro, 360 dias após a terceira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014. 60

Tabela 22 - Massa média de um colmo, 360 dias após a terceira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação

corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.
..... 61

Tabela 23 - Produtividade de colmos (TCH), 360 dias após a terceira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.
..... 63

Tabela 24 - Produtividade de colmos (TCH), média de quatro ciclos de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.
..... 64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Cerrado brasileiro.....	20
2.2 Fósforo	21
2.3 Fósforo na cana-de-açúcar.....	23
2.4 Cana-de-açúcar.....	27
2.5 Manejo varietal	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Localização	31
3.2 Instalação e condução do experimento	31
3.3 Delineamento experimental.....	32
3.4 Precipitações	32
3.5 Avaliações do número de colmos por metro, produtividade de colmos e características tecnológicas	34
3.5.1 Ano de 2005	34
3.5.2 Ano de 2006	35
3.5.3 Ano de 2007	35
3.5.4 Ano de 2008	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Colmos por metro, massa de uma cana, produtividade de colmos (TCH) e análise de solo no ano de 2005.....	37
4.2 Colmos por metro, massa de uma cana, produtividade de colmos (TCH) e características tecnológicas, no ano de 2006.....	43
4.3 Produtividade de colmos (TCH) e análise do solo no ano de 2007.....	56
4.4 Colmos por metro, massa de uma cana e produtividade de colmos (TCH) no ano de 2008.....	60
4.5 Análise da produtividade de colmos (TCH) média dos quatro ciclos.....	64
5 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda pelos produtos da cadeia sucroenergética (açúcar e etanol) vem aquecendo o mercado mundial. Ótima oportunidade para o Brasil, pelo potencial de expansão agrícola e o grau de maturidade da agroindústria sucroalcooleira nacional.

Na safra de 2013/14 no Brasil foram produzidos 27,96 bilhões de litros de etanol e 37,88 milhões de toneladas de açúcar (CONAB, 2014). O Ministério da Agricultura projetou que a produção de etanol deverá atingir 58,8 bilhões de litros em 2019 (MAPA, 2014) e a produção de açúcar para o mesmo período pode chegar a 50,9 milhões de toneladas (MAPA, 2013). Para atender esta demanda além do aumento em área cultivada é imprescindível elevar o ganho na produtividade de colmos de cana-de-açúcar.

Assim, a cultura vem se destacando na região do cerrado do centro oeste brasileiro, expandindo-se principalmente em áreas ocupadas por pastagens degradadas. Deste modo, para viabilizar a cana-de-açúcar nestes ambientes, são necessárias adoções de tecnologias de manejo do solo que priorizem a redução da erosão, melhoria da condição química do solo, validação de variedades adequadas e buscar tecnologias inovadoras que possibilitem uma maior longevidade do canavial.

As práticas de manejo da fertilidade dos solos destas regiões ao longo do tempo passam pela adubação corretiva e de manutenção, e devem ser encaradas como investimento pela unidade agroindustrial.

Embora seja grande o número de estudos com adubação corretiva com fósforo em cana-de-açúcar, deve-se considerar a influência do ambiente de produção sobre as variedades dentro do manejo varietal. O planejamento de variedades cultivadas em uma unidade industrial é de suma importância e fundamenta-se no conhecimento das suas características agronômicas, bem como na sua adaptabilidade às diversas situações ambientais.

Para obter sucesso e lucratividade com o cultivo da cana-de-açúcar na região do cerrado é necessário buscar variedades que melhor se ajustem a esses novos ambientes, e torna-los menos restritivos através de técnicas de manejo do solo.

Espera-se que haja interações entre o manejo químico do solo e o desempenho de variedades de cana-de-açúcar, ao longo dos ciclos sucessivos.

Considerando esses aspectos relacionados à importância econômica da cultura da cana-de-açúcar no Brasil e os aumentos de produção que a adubação fosfatada pode proporcionar a esta cultura, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva em um ambiente restritivo do Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cerrado brasileiro

De acordo com Rocha (1997), o Cerrado brasileiro é a segunda maior formação vegetal ocupando por volta de 20 % do território nacional, estendendo-se por todo o Distrito Federal e os Estados de Goiás e Tocantins, a maior parte de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, áreas de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Maranhão, Rondônia, Roraima e Amapá.

Santos e Câmara (2002) caracterizam o Cerrado como um mosaico de tipos vegetacionais, incluindo as formações abertas do Brasil Central (campo limpo, campo sujo, campo cerrado e campo rupestre) e as formações florestais características (vereda, mata de galeria, cerradão e mata mesofílica). A vegetação herbácea coexiste com mais de 420 espécies de árvores e arbustos esparsos.

Portanto, o Cerrado brasileiro tem sido motivo de constantes estudos em função da sua importância para a economia como um todo e, principalmente, pelo fato de sua exploração ter provocado um processo de degradação ambiental, bem como o deslocamento das populações rurais. Sua ocupação foi iniciada nas regiões do Triângulo Mineiro e sul de Goiás expandindo-se, posteriormente, à zona de pecuária extensiva no Estado do Mato Grosso do Sul (OLIMPIO, 2004).

Os solos do Cerrado apresentam características morfológicas bastante variadas, tendo cores que variam entre vermelho escuro a amarelo, onde são classificados predominantemente como Latossolos seguido dos Argissolos e Neossolos Quartzarênicos (EMBRAPA, 2006). São bastante porosos e com textura que varia entre média e argilosa a muito argilosa. Com relação às características químicas, por serem solos antigos, geralmente são distróficos, com altos teores de Fe e Al, reação ácida e com poucas áreas naturalmente férteis.

A grande ordem de solos predominante na região dos Cerrados é a dos Latossolos, com a fração argila composta, principalmente, de caulinita, gibbsita, materiais amorfos e óxidos de ferro livre (MOTHCHI, 1977; RODRIGUES, 1977). Estudos desenvolvidos sobre a mineralogia da fração argila de Latossolos de diferentes partes do Brasil indicam como predominantes a caulinita e a gibbsita, que juntas, perfazem mais de 50 % do total. Ainda, as condições de baixa concentração

de SiO_2 e os altos teores de Al_2O_3 favorecem a formação de gibbsita (RODRIGUES, 1977; SOUZA, 1979).

Essa maior concentração de gibbsita nos Latossolos da região dos Cerrados reflete o maior estágio de intemperismo desses solos, quando comparados com os das regiões úmidas do Sul ou da Amazônia, onde predomina a caulinita. Por outro lado, os baixos valores do índice Ki ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) indicam uma maior dessilicatização e, portanto, maior tempo de atuação dos processos pedogenéticos (GOEDERT, 1986).

Em função disso, os Latossolos apresentam-se quimicamente pobres do ponto de vista agrônomo, onde mais de 95 % são distróficos, ácidos e com baixos valores de capacidade de troca cátions e o teor de fósforo disponível é extremamente baixo. Embora apresentem grandes limitações quanto à fertilidade, tornam-se excepcionalmente produtivos quando utilizados sob sistemas de manejo tecnificados, com a correção da acidez, aumento da fertilidade com adubações e controle da erosão. Ocorrem em relevo plano ou suave ondulado, o que os tornam apropriados para atividades agrícolas intensivas (OLIMPIO, 2004).

2.2 Fósforo

O fósforo é componente vital para todos os seres vivos. É incorporado na estrutura genética fundamental (DNA e RNA) e está criticamente envolvido em produção, transferência e armazenamento de energia via ATP e NAPH em todos os processos biológicos na natureza. Para as plantas, o fósforo é indispensável para fotossíntese, respiração, função celular, transferência de genes e reprodução (STAUFFER; SULEWSKI, 2004).

O fósforo é um importante macronutriente, constituindo cerca de 0,2 % da matéria seca das plantas e depois do nitrogênio, é o macronutriente que mais limita o crescimento dos vegetais, por promover a formação inicial e o desenvolvimento da raiz (ALEXANDER, 1973).

O fósforo também tem a propriedade de aumentar a eficiência da utilização de água pela planta, bem como a absorção e a utilização de outros nutrientes, provenientes do solo ou do adubo, contribuindo para aumentar a resistência da planta a algumas doenças, a suportar baixas temperaturas e a falta de umidade (KORNDORFER, 2004).

O fósforo elementar é muito reativo quimicamente. Assim, ele não é encontrado em estado puro na natureza, somente em combinações químicas com outros elementos (LOPES, 1998).

O fósforo absorvido pelas plantas vem da solução do solo, mas apenas pequenas quantidades dele estão presentes na solução. A principal forma química é o íon ortofosfato (H_2PO_4^-). Existe um equilíbrio químico entre as formas de fósforo em solução e as fracamente ligadas aos minerais do solo e matéria orgânica (fósforo lábil). Assim que o fósforo é retirado da solução do solo, vai sendo reabastecido de maneira a manter o equilíbrio. Com o passar do tempo, formas mais estáveis de fósforo são formadas, aumentando o “pool” de fósforo não-lábil. O pH do solo influencia a forma química do fósforo que estará na solução, e também a eficiência de utilização do fósforo pelas plantas (RAIJ, 1991).

A disponibilidade de fósforo é controlada pela força iônica, pH, concentração de fósforo e metais (Fe, Al), ânions competitivos e/ou ácidos orgânicos. Além destes fatores, as reações que controlam as quantidades de fósforo iônico na solução do solo incluem a dissolução/precipitação de minerais carreadores de fósforo, adsorção/desorção do fosfato das partículas do solo e a mineralização da matéria orgânica (HINSINGER, 2001).

Os fosfatos procedentes de fertilizantes reagem com o Ca e o Mg nos solos com pH elevado para formar compostos de baixa solubilidade, e em solos ácidos ocorrem reações semelhantes com o Fe e o Al. Estes compostos são menos disponíveis para a planta e tornam-se cada vez menos disponíveis com o tempo (GRANT, 2001).

De acordo com Malavolta (1980), a disponibilidade máxima de fosforo acontece quando o pH está ao redor de 6,5. Valores mais baixos favorecem a formação de fosfatos de Fe e Al de baixa disponibilidade. A elevação do pH por sua vez, conduz a precipitação do fósforo (solução) como fosfatos de cálcio de menor disponibilidade.

Os fertilizantes fosfatados solúveis são granulados com o objetivo de facilitar seu manuseio e aplicação ao solo, e também para reduzir a área de contato com o solo, diminuindo a passagem do fósforo disponível para formas mais estáveis no solo e menos disponíveis para as plantas. A presença de micro sítios de alta disponibilidade de fósforo na zona do grânulo aumenta sua eficiência em suprir as plantas com fósforo (LEMOSL, 1986).

Na Austrália, Holford (1997) observou que na média cerca de 80 % do total do fósforo iônico aplicado no solo torna-se indisponível, sendo imobilizado, adsorvido e/ou acaba adquirindo uma forma orgânica.

De acordo com diversos autores, dentre eles Malavolta (2006), o fósforo sem dúvida, é o nutriente que mais limita a produção vegetal no Brasil, e, a elevação de sua disponibilidade, de forma a vencer a barreira imposta pela carência do solo por este nutriente, é um dos grandes desafios no manejo da fertilidade do solo. Os teores de fósforo nos solos da região do Cerrado são muito baixos. Essa característica, associada à alta capacidade que esses solos têm para reter o fósforo na fase sólida, é a principal limitação para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola rentável sem a aplicação de adubos fosfatados (GULLO, 2002; SOUSA; LOBATO, 2004).

2.3 Fósforo na cana-de-açúcar

Embora o fósforo seja absorvido em pequenas quantidades pela cana-de-açúcar, se comparado com nitrogênio e potássio, ele exerce função chave no metabolismo desta planta, particularmente na formação de proteínas, processo de divisão celular, fotossíntese, armazenamento de energia, desdobramento de açúcares, respiração e fornecimento de energia a partir de ATP e formação de sacarose (ALEXANDER, 1973; MEYER, 1980).

O sintoma de deficiência de fósforo mais importante em cana-de-açúcar é o reduzido crescimento da planta, a formação das folhas também é afetada, sendo que as mais velhas apresentam-se com tom arroxeado, mais estreitas e curtas, prejudicando assim a fotossíntese, ocorre baixo perfilhamento, menor altura e engrossamento dos colmos, menor diâmetro e encurtamento dos entrenós (ESTÉVES, 1986).

Entre a aplicação do fertilizante e a absorção pela cana-de-açúcar, perdas são sofridas nos processos, em função disso pode-se estimar que a porcentagem média de aproveitamento do fósforo seja de 30 a 40 % (DEMATTE, 2005). Já para Rossetto et al. (2008) apenas 10 a 15 % do fósforo aplicado como fertilizante é utilizado. Assim as doses de fósforo aplicadas nas adubações são bem maiores que as quantidades exportadas. Um dos fatores responsáveis pela baixa eficiência da

adubação com fósforo nos solos tropicais é o alto teor de óxidos de ferro e alumínio, que promovem a fixação do fósforo (ROSSETTO et al., 2008).

Em estudo com cem solos, Rodrigues (1980) determinou que a fixação de fósforo pode chegar a até 72 % da quantidade aplicada.

A eficiência e adequação de métodos de aplicação de adubos fosfatados podem ser influenciadas pelas características do solo, da planta, do clima e da fonte de fósforo utilizada (GOEDERT, 1986).

Em condições extremas, pela ação dos agentes intempéricos, como acontece em Latossolos de cerrado, o solo é um forte dreno de fósforo. Para torná-lo fonte são necessárias grandes quantidades de fertilizante fosfatado. Solos como esses podem adsorver mais de 2 mg de P dm⁻³ (FERNANDEZ, 1995; KER, 1995) valor que equivale a 4.000 kg ha⁻¹ de P (9.200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), incorporado de 0 a 0,2 m de profundidade, sendo que a metade deste valor poderá ser fixada em até um mês de contato com o solo, desenvolvendo formas “não-trocáveis”, ou que se denomina formas não-lábeis, com dessorção pequena ou nula (NOVAIS; SMYTH, 1999).

A localização do fósforo em sulco reduz o contato do nutriente com o solo e resulta em menor fixação que a aplicação a lanço (GRANT, 2001).

A aplicação de fosfato no sulco de plantio é a única oportunidade de colocar o fósforo próximo às raízes, necessitando a calibragem da dose, de modo a suprir os anos subseqüentes, em vista da impossibilidade de aplicar o fósforo junto às raízes das socas e a baixa mobilidade deste nutriente no solo (ROSSETTO; DIAS, 2005).

Essa grande quantidade de adubação com fósforo exigido pelos solos com baixa fertilidade do cerrado foi verificada por Korndorfer et al. (1998) os quais utilizaram quatro doses de fósforo aplicadas no sulco de plantio em cana de ano e cana soca, e observaram que o efeito da adubação fosfatada sobre a produtividade e massa dos colmos foi linear e positiva na cana planta de ano e cana soca. O efeito linear apresentado, principalmente na cana planta, indica que, possivelmente haveria resposta para doses de fósforo superiores à máxima empregada (180 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Segundo Korndorfer et al. (1998), em solos onde se instala a cultura da cana-de-açúcar pela primeira vez, é grande a resposta da cana planta à adubação fosfatada. E ainda afirmam que para solos distróficos ou com vegetação de cerrado, a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, é a que possibilita maior retorno econômico para o

produtor quando se considera a produção acumulada de cana planta e primeira soca.

A aplicação da dose adequada de fósforo em cana planta é da maior importância para o estabelecimento de uma boa população de colmos, o que contribui para a obtenção de soqueiras em melhores condições de produtividade (RODELLA; MARTINS, 1988).

Morelli et al. (1991), trabalhando com solos de baixa CTC e baixo teor de fósforo (6 mg dm^{-3}), aplicaram doses de P_2O_5 em área total e no sulco de plantio da cana-de-açúcar. Com a dose de 200 kg ha^{-1} no sulco de plantio e a aplicação de 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 em adubação corretiva aumentou a produtividade da cana planta em 65,0 % e da cana soca em 40,3 % comparado a área sem correção com fósforo.

Estudando o balanço de fósforo no solo Dematte (2005) fez um cálculo considerando uma produção de $400 \text{ t de colmos ha}^{-1}$, ao longo de cinco colheitas e a extração de $0,43 \text{ kg}$ de fósforo por tonelada de cana, e constatou que ao se utilizar a dose de 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 no plantio haverá um déficit de fósforo.

Orlando Filho e Zambello Junior (1980) estudaram a influência da adubação fosfatada sobre as características agroindustriais da cana planta, utilizando doses crescentes de P_2O_5 e um tratamento com dose maciça de fósforo, ou seja, $1/3$ da adsorção máxima do elemento. Essa dose foi característica de cada solo estudado em quatro grandes grupos de solos na região canavieira de São Paulo, contudo, verificou que houve resposta significativa a adubação fosfatada, devido basicamente ao tratamento com a dose mais elevada de fósforo.

Estudando a influência do método de aplicação de adubo fosfatado sobre a produtividade de colmos da cana-de-açúcar, Morelli et al. (1987) verificaram que a utilização do superfosfato simples no plantio, em solo arenoso e de baixa fertilidade, proporcionou uma melhor eficiência quando foi aplicado total, ou associado $2/3$ da dose em área total com $1/3$ da dose dentro do sulco, com efeitos inclusive no segundo corte.

Sabe-se que pelo fato do fósforo ter efeito benéfico sobre o desenvolvimento das raízes, a planta irá explorar uma maior área de solo e possivelmente estará mais bem nutrida, também tem a propriedade de aumentar a eficiência da utilização de água pela planta (KORNDORFER, 2004), possibilitando, portanto, melhores condições para produzir mais sacarose.

Efeito da adubação fosfatada sobre variáveis tecnológicas também foi encontrado por Albuquerque et al. (1979), que observaram respostas significativas em relação a testemunha para Pol % cana e Pureza.

Entretanto, outros estudos (ORLANDO FILHO; ZAMBELLO JUNIOR, 1980; KORNDORFER, 1990; PEREIRA et al., 1995) mostraram que não houve resposta positiva à adubação fosfatada com relação ao acúmulo de sacarose, ou seja, não ocorreram aumentos na produção de açúcar por área.

Segundo Serra (1973), os teores de Brix %, Pol %, açúcares redutores, pureza aparente e açúcar teórico recuperável na cana não foram alterados com a adubação fosfatada em Podzólico Vermelho Amarelo e Terra Roxa Estruturada, enquanto que no Latossolo Roxo os mesmos foram alterados.

Figueiredo Filho (2002), trabalhando com adubação fosfatada na dose de 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em solos com teores médios de fósforo, também não observou efeito na produção de açúcar na cana-planta. Rossetto et al. (2002) também não observaram influência da adubação fosfatada nas características tecnológicas da cana-de-açúcar.

Trabalhando em um Latossolo Vermelho ácrico de textura argilosa, com as variedades SP71-1406 e RB867515, Souza e Korndorfer (2011) não observaram efeito de fontes e de doses de fósforo no rendimento agrícola e industrial.

Estudando solos muito pobres em fósforo, Sobral et al. (1994) relataram que os valores de sacarose nas plantas podem ser muito inferiores comparado as plantas bem nutridas com o referido elemento. Isso porque o fósforo tem papel importante na formação de sacarose quando o composto glicose-1-fosfato se junta a frutose para formar a sacarose. No entanto, Martins (2004) não confirmou esta hipótese, pois em solos com altos teores de fósforo não se verificou correlação entre os teores do elemento contido no solo e a qualidade tecnológica da cana, assim como Pereira et al. (1995) não observaram influência de níveis crescentes de fósforo no Pol % da cana.

Trabalhando com quatro doses de P₂O₅: 265, 365, 465 e 565 kg por hectare aplicadas no plantio da cana de ano e meio, Teixeira et al. (2007) verificaram respostas lineares e positivas para a produtividade da cana no segundo ciclo, concluindo que a variedade RB867515 mostrou-se responsiva aos aumentos na dose de fósforo.

Bolonhezi et al. (2008) avaliando doses de P_2O_5 em adubação corretiva verificaram que algumas variedades de cana-de-açúcar comportam-se de forma distinta em relação à qualidade tecnológica ao aumento na dose de P_2O_5 , e isto está ligado ao seu ciclo de maturação (precoce, média e tardia), concluíram também que a adubação fosfatada corretiva deve ser considerada no planejamento do manejo varietal visto os benefícios que pode proporcionar na produtividade e qualidade do material colhido.

2.4 Cana-de-açúcar

A Nova Guiné é tida como centro de origem da cana-de-açúcar. Acredita-se que sua disseminação se deu em várias linhas do sul do Oceano Pacífico, na Indochina, no Arquipélago da Malásia e em Bengala, sendo certo o seu aparecimento como planta produtora de açúcar na Índia. Os persas parecem ter sido os primeiros a desenvolverem as técnicas de produção de açúcar na forma cristalizada (DELGADO; CÉSAR, 1977).

A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil iniciou-se na metade do século XVI, por Martin Afonso de Souza que a trouxe para a Capitania de São Vicente (CASTRO e KLUGE, 2001). Os primeiros três séculos do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil ficaram conhecidos como “Ciclo da Creola”, devido ao predomínio desta variedade sendo substituída mais tarde pela Caiana, mais rica e produtiva (MIOCQUE; MACHADO JUNIOR, 1977).

Posteriormente, novas variedades foram introduzidas como a Roxa, a Salangor, a Lousier e a Kavangire, que tiveram seu cultivo encerrado devido a uma epidemia de Mosaico na década de 20. Este fato abriu espaço para a introdução de variedades javanesas (POJ) destacando-se a POJ 36, a POJ 213, a POJ 2878 e a POJ 2714 e mais tarde para variedades importadas de Coimbatore (Índia), a Co 281, a Co 290, a Co 331, a Co 413, a Co 419 e a Co 421. Mais uma vez a ocorrência de uma doença, desta vez o carvão, prejudicou as lavouras de cana-de-açúcar, sendo necessária a introdução de novos genótipos (MATSUOKA et al., 1999).

A partir de 1950, as variedades CB desenvolvidas na Estação Experimental de Campos no Rio de Janeiro passaram a ser amplamente cultivadas nos canaviais brasileiros, destacando-se a CB 41-76, até o começo de 1980, principalmente em São Paulo e, CB 45-3 na mesma época, na região Oeste de Minas Gerais, Rio de

Janeiro, Espírito Santo e em todo Norte-Nordeste do Brasil. Esta última muito plantada naqueles locais, sendo no Brasil, as variedades CB junto com a Co 331, as variedades de maior durabilidade de cultivo (MATSUOKA et al., 1999).

Em meados da década de 70, a agroindústria canavieira passou por uma revolução com a chegada da variedade NA 56-79. Na década de 80 já ocupava mais de 50 % da área cultivada com cana, superando a Co 1341-76 até então a mais cultivada, principalmente devido à sua alta produção, riqueza, precocidade e uma excelente brotação de soqueiras. Com a ocorrência do carvão, associado aos danos causados pela ferrugem e o raquitismo da soqueira, houve a paralisação dos plantios com este genótipo (MATSUOKA, 1991; MATSUOKA et al., 1999).

Após esse período, as primeiras variedades obtidas nos Programas de Melhoramento da Copersucar (variedades SP) e do Planalsucar (variedades RB), começavam a ser distribuídas, destacando-se variedades como SP70-1143, SP71-1406 e RB72454 (MATSUOKA et al., 1999).

Atualmente, o Brasil possui quatro programas de melhoramento de cana-de-açúcar, sendo o mais antigo o Programa Cana do Instituto Agrônomo de Campinas iniciado em 1892 (IAC, 2014); o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar-PMGCA da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro-RIDESA formado por Universidades Federais e com início em 1971 (PMGCA, 2014); a COPERSUCAR que iniciou seus trabalhos em 1969 e passou por uma reestruturação em 2004, tornando-se o Centro de Tecnologia Canavieira-CTC (CTC, 2014); e a CanaVialis pertencente a empresa multinacional Monsanto que iniciou suas atividades com cana-de-açúcar em março de 2003 (CANAVIALIS, 2014).

2.5 Manejo varietal

A escolha de variedades é considerada o fator de produção e desenvolvimento tecnológico de maior importância em uma usina sucroalcooleira, já que um erro na alocação de uma variedade não adaptada para um determinado ambiente de produção pode proporcionar grandes perdas de produtividade (MATSUOKA, 2000).

As variedades de cana-de-açúcar apresentam potencial genético de produção que poderia chegar a 400 t ha⁻¹ ano (ALEXANDER, 1985), porém mesmo em

unidades de produção mais tecnificadas, a produção de colmos raramente ultrapassa 100 t ha⁻¹ (NUNES JUNIOR et al., 2002). Essa defasagem entre potencial genético e produtividade obtida relaciona-se a diversos fatores de produção intrínsecos ao clima, solo, práticas culturais e às interações dessas variáveis com as características genéticas das variedades.

A cana-de-açúcar possui de 84 a 90 % de caldo e de 10 a 16 % de fibras (matéria insolúvel em água). O caldo por sua vez, é composto de água (75 a 82 %) e 18 a 25 % de sólidos solúveis (Brix %), correspondendo em maior parte aos açúcares (principalmente sacarose, 14 a 24 %) e outros elementos como sais minerais, gorduras e ceras, substâncias pécticas, gomas e mucilagens, materiais corantes, ácidos aminados, ácidos livres e substâncias nitrogenadas, (BERNARDES e CÂMARA, 2001). Mas a composição química e tecnológica da cana-de-açúcar varia em função das condições climáticas da região onde a cultura está instalada, das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, do tipo de cultivo, da variedade e do estágio de maturação (MARTINS, 2004).

No Brasil, assim como em outros países produtores de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), variedades têm sido continuamente desenvolvidas e testadas com os objetivos de aumentar a produtividade, obter uma maior resistência às pragas e doenças e uma melhor adaptação às variações de clima, tipos de solos, técnicas de corte ou manejo (GALVÃO et al., 2005).

O planejamento de variedades de cana-de-açúcar a serem cultivadas fundamenta-se no conhecimento das suas características agronômicas, bem como na sua adaptabilidade às diversas situações ambientais. As potencialidades de cada variedade precisam ser avaliadas, em cada ambiente de produção, em condições climáticas favoráveis e desfavoráveis, antes de sua expansão em grande escala para a lavoura comercial (LIMA et al., 1990).

Existem variedades com maior concentração de raízes na superfície e outras, com distribuição mais uniforme em profundidade. Algumas apresentam maior proporção de raízes finas e tenras, e em outras predominam raízes grossas e resistentes. Existem variedades que, após o período de seca, têm rápida retomada do crescimento radicular por ocasião do restabelecimento da umidade do solo, enquanto em outras essa reestruturação é mais demorada (VASCONCELOS; MIRANDA, 2011).

O princípio básico utilizado na seleção de variedades para serem escolhidas a ocuparem significativa porção de área de uma lavoura, é satisfazer uma série de requisitos agronômicos. Porém, algumas das exigências podem ser peculiares de cada unidade industrial devido as suas condições de operação, ao seu micro clima, tipo de solo predominante, os problemas específicos de pragas e doenças. Deste modo, a procura da variedade ideal, na realidade, é a busca da variedade de melhor desempenho em um segmento da safra e/ou em uma condição específica de um segmento de safra e passa obrigatoriamente pela experimentação e observação de campo em ensaios regionais, possibilitando a indicação de novas variedades comerciais. Portanto, a obtenção de uma variedade de cana-de-açúcar exige longo tempo, normalmente 12 a 15 anos, desde a escolha dos parentais até o plantio em escala comercial (LANDELL et al., 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido em uma área administrada pela Usina Alcoolvale, no município de Aparecida do Taboado - MS, com as coordenadas geográficas 51°15'00" W e 20°12'57" S e altitude aproximada de 374 m.

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO Vermelho álico, textura média argilosa entre 26 e 35 % de argila, caracterizado como ambiente de produção "D" com potencial de produtividade de colmos (TCH) entre 81,0 e 85,0 t ha⁻¹ (DEMATTE, 2007).

3.2 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em uma área anteriormente ocupada por pastagem em estado avançado de degradação. A análise química do solo de 0,0 a 0,2 m de profundidade revelou: pH (CaCl₂) 4,0; P (resina) 1 mg dm⁻³, M.O. 18 mg dm⁻³, K⁺ 0,6 mmolc dm⁻³, Ca²⁺ 4,0 mmolc dm⁻³, Mg²⁺ 2,0 mmol dm⁻³, Al³⁺ 11,0 mmolc dm⁻³, e V % de 12,0.

Em março de 2004 foram realizadas as operações de sistematização e preparo do solo com duas gradagens com discos de 32 polegadas de diâmetro para eliminar as plantas daninhas. Fez-se a calagem com calcário dolomítico (PRNT 87 %) na dose de 2,9 t ha⁻¹ para elevar a saturação por bases para 60 %, incorporando o corretivo com grade de discos de 28 polegadas de diâmetro. Em seguida foi realizada a adubação corretiva com as doses de 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e incorporação do superfosfato simples com grade de discos de 28 polegadas de diâmetro.

Em abril de 2004 foi realizado o plantio manual de dez variedades de cana-de-açúcar com mudas de 11-12 meses de idade em sulcos de 0,35 m de profundidade no espaçamento de 1,40 m. A adubação no sulco de plantio foi com 550 kg ha⁻¹ da fórmula 6-30-21, acrescido de 0,1 % de B, 0,4 % de Cu e 0,5 % de Zn. Foram distribuídas a 12 gemas viáveis por metro, e na cobertura dos toletes fez

a aplicação de fipronil 800 g kg⁻¹, na dose de 0,2 kg do i.a. por hectare. Após a primeira colheita e nos outros ciclos os tratos culturais seguiram o padrão adotado pela Usina Alcoolvale, ou seja, após cada colheita foi realizado a adubação da soqueira com 500 kg ha⁻¹ da fórmula 18-6-24 aplicado superficialmente sobre a linha da cana sem a movimentação do solo, aplicação de herbicidas para controle de plantas daninhas e liberações de cotésia para controle da broca da cana.

3.3 Delineamento experimental

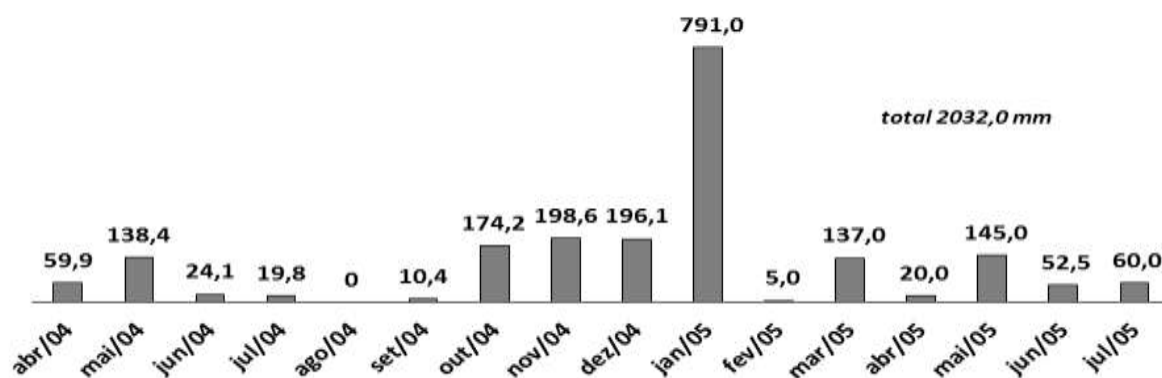
O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo três doses de P₂O₅ em adubação corretiva nas parcelas principais (150, 300 e 450 kg ha⁻¹) e dez variedades nas subparcelas (cinco fileiras de plantas com 10 m de comprimento): RB867515, RB855035, RB72454, RB835486, SP84-1431, SP83-2847, SP81-3250, SP79-1011, IACSP93-6006 e IAC91-5155. Em 2006, antes da segunda colheita, foram realizadas avaliações das características tecnológicas simulando quatro épocas de colheita. Neste caso, usou-se o delineamento em parcelas subsubdivididas, com duas doses de P₂O₅ (150 e 300 kg ha⁻¹) nas parcelas principais, as mesmas variedades nas subparcelas e quatro épocas de colheita nas subsubparcelas.

Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott e Regressão a 5 % de probabilidade, utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3.4 Precipitações

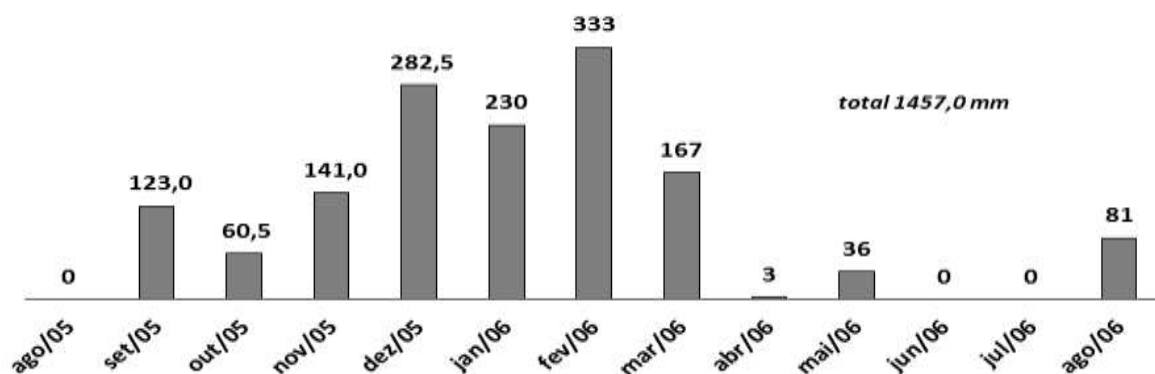
Os dados de precipitação pluvial no experimento foram coletados em um pluviômetro graduado, instalado na área experimental. A Figura 1 é referente ao primeiro ciclo, ou seja, do plantio à colheita da cana planta. A Figura 2 apresenta dados do segundo ciclo, que compreende da colheita da cana planta até a segunda colheita. Na Figura 3 estão os dados pluviométricos do terceiro ciclo, da colheita do segundo ciclo até a terceira colheita. A Figura 4 representa o quarto ciclo de cultivo que compreende o desenvolvimento da cultura da terceira até a quarta colheita.

Figura 1 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no primeiro ciclo, abril de 2004 a julho de 2005, Aparecida do Taboado - MS, 2014.



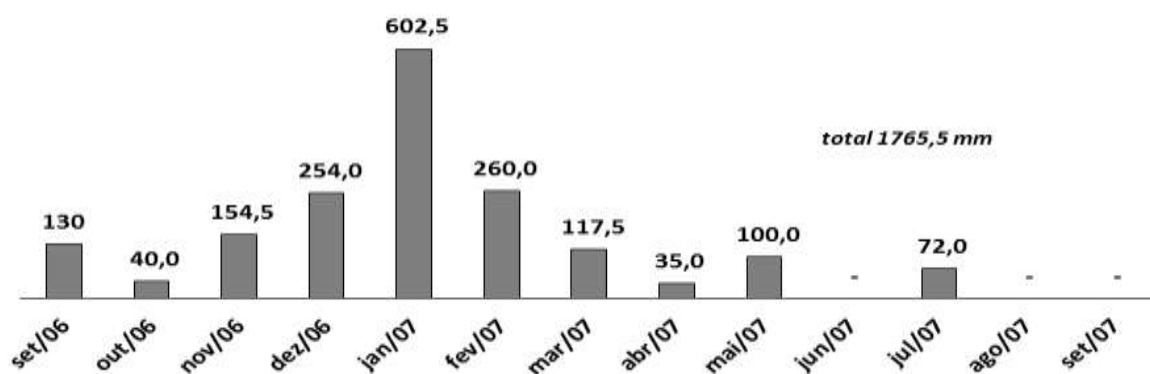
Fonte: Usina Alcoolvale S/A (2005).

Figura 2 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no segundo ciclo, agosto de 2005 a agosto de 2006, Aparecida do Taboado - MS, 2014.



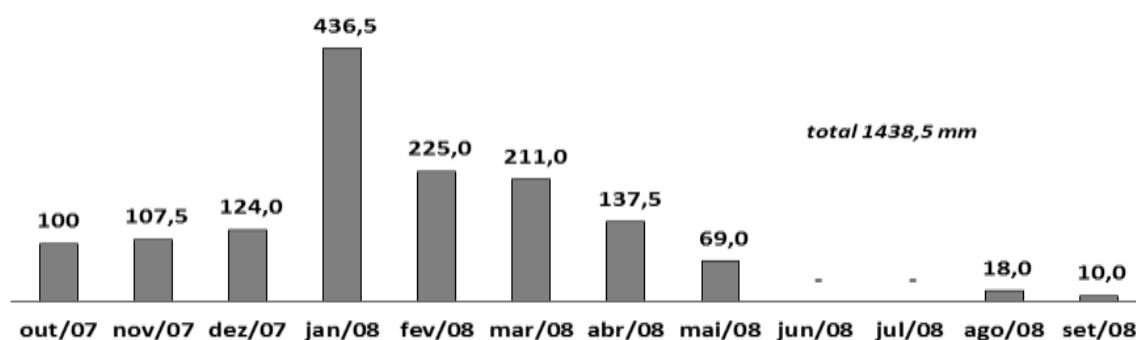
Fonte: Usina Alcoolvale S/A (2006)

Figura 3 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no terceiro ciclo, setembro de 2006 a setembro de 2007, Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Fonte: Usina Alcoolvale S/A (2007)

Figura 4 - Precipitação pluvial (mm) ocorrida no quarto ciclo, outubro de 2007 a outubro de 2008, Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Fonte: Usina Alcoolvale S/A (2008)

3.5 Avaliações do número de colmos por metro, produtividade de colmos (TCH) e características tecnológicas

3.5.1 Ano de 2005

Em agosto de 2005, 490 dias após o plantio, foi realizada a colheita da cana planta através do corte manual, com a queima prévia da palha. Foi feito o levantamento dos colmos industrializáveis, definido como o número de colmos com altura maior que 1,2 m; a contagem foi realizada nas três linhas centrais em dez metros de cada linha, dividiu-se o valor por 30 e encontrou-se o número médio de colmos industrializáveis por metro de linha.

A produtividade de colmos por hectare foi estimada conforme a metodologia proposta por Gheller et al. (1999), que consiste na avaliação de 45 colmos nas três linhas centrais das parcelas, através do corte de 15 colmos seguidos em cada linha no sentido diagonal, despontados a altura do *dewlap* da folha +1. Para obter a massa dos 45 colmos foi utilizada uma balança do tipo dinamômetro com precisão de 0,05 kg, determinando-se então a massa média de um colmo dividindo-se a massa encontrada por 45.

De posse da massa média de um colmo, do número médio de colmos industrializáveis por metro de linha e do espaçamento entre sulcos, foi possível determinar a produtividade de colmos por hectare (TCH), pela equação.

$$\text{TCH} = M * N * 10 / E \quad (1)$$

onde:

TCH = toneladas de colmo por hectare,

M = massa de um colmo,

N = número médio de colmos industrializáveis por metro de linha,

E = espaçamento entre sulcos,

10 = constante para conversão do valor para hectare.

Em outubro de 2005, dois meses após a colheita, fez-se a amostragem de solo na entrelinha das parcelas, nas profundidades de 0,0 a 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m. As amostras foram analisadas no laboratório de fertilidade do solo da Faculdade de Engenharia, UNESP de Ilha Solteira para determinação das características químicas.

3.5.2 Ano de 2006

Em setembro de 2006, 400 dias após a colheita do primeiro ciclo, foi realizada a segunda colheita através do corte manual com a queima prévia da palha. Foi feito o levantamento dos colmos industrializáveis nas 3ª e 4ª linhas centrais, o resultado foi dividido por 20 para obter o número de colmos por metro. A produtividade de colmos por hectare foi estimada por biometria, de acordo com a metodologia proposta por Gheller et al. (1999).

Nos dias 20 de maio, 20 de junho, 20 de julho e 20 de agosto de 2006, foram coletados na 2ª linha de cada parcela experimental 10 colmos seguidos despontados a altura do *dewlap* da folha +1, nos níveis 150 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅. As amostras de foram analisadas no laboratório de PCTS da Usina Alcoolvale conforme CONSECANA (2006), os dados foram Brix % caldo, Pol % caldo, Fibra % e o ATR calculado.

3.5.3 Ano de 2007

Em setembro de 2007, 360 dias após a 2ª colheita, foi realizado o corte manual da cana com queima prévia da palha. Para avaliação da produtividade, fez-se a pesagem total dos colmos despontados da parcela (70,0 m²), o valor obtido foi extrapolado para toneladas por ha⁻¹.

Três meses após a colheita, em dezembro de 2007 foi feito a amostragem de solo na entrelinha das parcelas, nas profundidades de 0,0 a 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m. As amostras foram analisadas no laboratório de fertilidade do solo da Faculdade de Engenharia, UNESP de Ilha Solteira.

3.5.4 Ano de 2008

Aos 360 dias após a terceira colheita, em setembro de 2008 foi realizada a colheita do quarto ciclo, neste ano a metodologia foi a mesma adotada nos anos de 2005 e 2006.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Colmos por metro, massa de uma cana, produtividade de colmos (TCH) e análise de solo no ano de 2005

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios do número de colmos por metro avaliado na colheita da cana planta em agosto de 2005. Observa-se que as doses de P_2O_5 maiores que 150 kg ha^{-1} aplicadas em adubação corretiva não proporcionaram efeitos significativos. Factur (2008) também não observou influência da adubação fosfatada sobre o número de perfilhos em cana planta com o fornecimento de até 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 , porém vale salientar que foi em um solo de textura arenosa com altos teores de fósforo disponível. É possível que a menor dose da adubação fosfatada corretiva (150 kg ha^{-1} de P_2O_5) juntamente com a dose de manutenção (165 kg ha^{-1} de P_2O_5) aplicada no sulco de plantio, tenha sido suficiente para suprir a demanda de fósforo pelas variedades no primeiro ano de avaliação.

Tabela 1 - Número de colmos por metro, 490 dias após o plantio de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	COLMOS M^{-1}			
	$*150 \text{ kg ha}^{-1}$	300 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}	Média
SP83-2847	6,20 bA ¹	8,03 bA	7,10 cA	7,11 d
RB72454	7,80 bA	8,80 bA	5,97 cB	7,52 d
RB867515	5,77 bA	6,10 cA	7,13 cA	6,33 d
IACSP93-6006	8,10 bA	9,63 bA	5,87 cB	7,87 c
SP79-1011	9,87 aA	9,47 bA	9,83 aA	9,72 b
SP81-3250	9,37 aA	9,47 bA	6,97 cB	8,60 c
IAC91-5155	8,70 aA	8,63 bA	10,37 aA	9,23 b
RB855035	7,53 bA	8,10 bA	8,53 bA	8,06 c
RB835486	6,93 bA	8,10 bA	6,60 cA	7,21 d
SP84-1431	9,93 aA	12,13 aA	11,30 aA	11,12 a
Média	8,02 A	8,85 A	7,97 A	8,28
CV doses		20,0		
CV doses*variedades		13,1		

Nota: *Doses de P_2O_5 em adubação corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Analisando as variedades independentemente da dose de fósforo, observa-se uma grande variabilidade para o número de colmos por metro. Os extremos foram a

SP84-1431 que obteve melhor resultado com 11,12 colmos por metro, 75,7 % a mais que variedade RB867515 que teve a menor média com 6,33. Segundo Scardua et al. (1980) e Souza e Scardua (1977) à campo a cana planta consome o mínimo de 2,3 e o máximo de 4,5 milímetros de água dia⁻¹, sendo assim, para os 490 dias decorridos do plantio a colheita estima-se uma demanda de 1127 a 2205 milímetros de água. Na Figura 1, verifica-se que apesar de terem ocorridos 2032,0 milímetros de chuva durante o período, a distribuição não foi regular. Nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2005 as chuvas registradas ficaram abaixo de 25,0 milímetros, uma grande concentração no mês de janeiro com 791,0 milímetros e em fevereiro apenas 5,0 milímetros, essa irregularidade pode ter causado a morte de perfilhos, afetando o número final de colmos para variedades mais sensíveis.

Observa-se que a massa média de um colmo (Tabela 2) teve relação inversa ao aumento do número médio de colmos por metro. A variedade SP84-1431 teve a maior média de colmos por metro (11,12), no entanto, a massa média de um colmo foi a menor entre as variedades avaliadas com 1,097 kg colmo⁻¹.

Tabela 2 - Massa média de um colmo, 490 dias após o plantio de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P₂O₅ em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	MASSA MÉDIA DE UM COLMO			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	1,552 bA ¹	1,749 aA	1,667 bA	1,656 b
RB72454	1,145 cB	1,524 bA	1,427 cA	1,365 c
RB867515	1,956 aA	1,818 aA	1,868 aA	1,881 a
IACSP93-6006	1,425 bA	1,375 cA	1,581 bA	1,460 c
SP79-1011	1,124 cA	1,281 cA	1,345 cA	1,250 d
SP81-3250	1,071 cB	1,360 cA	1,341 cA	1,257 d
IAC91-5155	1,048 cA	1,205 dA	1,247 cA	1,167 e
RB855035	1,234 cA	1,324 cA	1,237 cA	1,265 d
RB835486	1,385 bA	1,450 cA	1,537 bA	1,457 c
SP84-1431	1,075 cA	1,080 dA	1,137 cA	1,097 e
Média	1,301 A	1,417 A	1,439 A	1,386
CV doses		12,16		
CV doses*variedades		9,95		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Já a variedade RB867515 apesar de ter apresentado o menor número de colmos por metro (6,33), foi compensado pela sua massa individual, atingindo 1,881

kg colmo⁻¹, 71,5 % maior que a a massa de um colmo da variedade SP84-1431. Esta característica de colmos com maior massa, ter um bom desempenho em solos de baixa fertilidade e um longo período de utilização industrial, tornaram a RB867515 uma variedade competitiva e muito cultivada, ocupando em 2012 o primeiro lugar entre as variedades mais cultivadas no Brasil com 26,4 % da área de cana em 6,4 milhões de ha recenseados (PMGCA, 2013).

Com relação às doses de P₂O₅ para a média das variedades, como ocorreu para o número médio de colmos por metro, não houve significância. Avaliando cada genótipo separadamente, nota-se um aumento da massa de um colmo com o aumento das doses para as variedades SP79-1011, IAC91-5155 e SP84-1431, porém sem significância pelo teste de Scott Knott.

Para a RB72454 e SP81-3250 as doses de P₂O₅ maiores que 150 kg ha⁻¹ proporcionaram diferenças significativas no aumento da massa média de um colmo no primeiro ciclo da cana, evidenciando que existem plantas mais responsivas que outras em relação à adubação fosfatada corretiva, indicando a necessidade de mais estudos, para melhor explorar o potencial genético de cada variedade. Matsuoka (2000) mencionou que um erro na alocação de uma variedade não adaptada ao ambiente de produção pode proporcionar grandes perdas de produtividade.

A produtividade de colmos por hectare (TCH) no primeiro ano de avaliação também não foi afetada significativamente pela adubação fosfatada corretiva na média das variedades (Tabela 3). Por outro lado, observa-se que algumas variedades tiveram aumento significativo do TCH com o aumento da dose acima de 150 kg de P₂O₅ em adubação corretiva. Foi o caso das variedades: SP83-2847, RB72454, SP81-3250, IAC91-5155 e a SP84-1431, no primeiro ano de cultivo. Para as variedades RB867515, IACSP93-6006, RB855035, RB835486 e SP79-1011 não houve diferenças pelo teste de Scott Knott, porém, pode-se verificar que a produtividade de colmos tende a aumentar com as maiores doses de P₂O₅ em adubação corretiva. Korndorfer et al. (1998) encontraram efeito linear sobre a produtividade quando utilizaram doses até 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em um solo de textura media, indicando que a cana planta responderia a doses mais elevadas de fósforo. Simões Neto et al. (2008) trabalhando em cinco diferentes solos com teores muito baixos de fósforo concluiu que a adubação fosfatada em cana planta influenciou positivamente a produtividade agrícola e industrial.

Tabela 3 - Produtividade de colmos (TCH), 490 dias após o plantio de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	TCH			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	68,33 bC ¹	98,93 aA	84,33 aB	83,87 a
RB72454	62,50 bB	95,20 aA	60,50 bB	72,73 b
RB867515	80,60 aA	78,70 bA	93,83 aA	84,38 a
IACSP93-6006	82,20 aA	92,70 aA	65,97 bB	80,29 a
SP79-1011	78,37 aA	85,77 bA	94,37 aA	86,17 a
SP81-3250	71,43 bB	91,20 aA	64,60 bB	75,74 b
IAC91-5155	62,87 bB	73,43 bB	91,10 aA	75,80 b
RB855035	65,77 bA	75,90 bA	74,95 bA	72,21 b
RB835486	67,63 bA	83,90 bA	72,17 bA	74,57 b
SP84-1431	75,83 aB	93,10 aA	91,30 aA	86,74 a
Média	71,55 A	86,88 A	79,31 A	79,25
CV doses		14,6		
CV doses*variedades		10,9		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Independentemente da dose da adubação fosfatada corretiva, as variedades foram separadas em duas classes de TCH pelo teste de Scott Knott, em uma delas as variedades: RB72454, SP81-3250, RB835486, RB855035 e IAC91-5155 com produtividades variando entre 72,21 a 75,80 toneladas de colmos por hectare, e em outra classe as variedades: SP83-2847, RB867515, IACSP93-6006, SP79-1011 e SP84-1431, com produtividades de colmos entre 80,29 a 86,74 toneladas por hectare.

É importante ressaltar a necessidade de se avaliar o aspecto morfológico das variedades para a composição da produtividade de colmos. Na classe que agrupou as variedades mais produtivas, a RB867515 apresentou o menor valor de colmos por metro 6,33 (Tabela 1), no entanto, a massa de um colmo (Tabela 2) foi significativamente maior entre todas as variedades, o que contribuiu para que atingisse a produtividade de colmos de 84,38 t ha⁻¹. A SP84-1431 por sua vez apresentou a menor massa de um colmo, por outro lado, teve o maior número de colmos por metro, esta variável lhe conferiu uma elevada produtividade de colmos (86,74 t ha⁻¹). Estes resultados demonstram que, muitas vezes o julgamento do desempenho de uma variedade com base somente em uma característica, pode comprometer parte do processo de melhoramento genético tradicional (LANDELL et

al., 2005), e muitas vezes, por um erro de alocação todo um trabalho pode ser perdido (MATSUOKA, 2000).

Após a primeira colheita foi realizado a amostragem de solo nas parcelas da área experimental. Verifica-se que 600 dias após a aplicação das doses de P_2O_5 em adubação corretiva houve incrementos significativos de fósforo solúvel no solo (Tabela 4).

Tabela 4 - Atributos químicos do solo da camada de 0 a 0,2 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo (2005). Aparecida do Taboado - MS, 2014.

Atributos	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	CV
	Camada 0 - 0,2 m			
P (mg dm ⁻³)	5,67 C ¹	13,27 B	20,20 A	17,56
pH (CaCl ₂)	4,88 A	4,76 A	4,88 A	10,15
MO (g dm ⁻³)	21,43 A	24,80 A	25,40 A	20,29
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	0,75 B	0,85 A	0,76 B	7,81
Ca ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	10,47 B	10,00 B	13,90 A	25,64
Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	6,70 A	6,57 A	7,10 A	39,65
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	2,27 A	2,83 A	2,60 A	54,17

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Antes de instalar o experimento, o teor de fósforo no solo estava em 1,0 mg dm⁻³, que segundo Raij (1997) para culturas perenes teores até 5,9 mg dm⁻³ são considerados muito baixo. Decorrido um ciclo da implantação e aplicação da adubação fosfatada corretiva, e, considerando os processos que ocorrem naturalmente nos solos: a extração do nutriente pela cultura, os processos de dessorção/adsorção, dissolução/precipitação de minerais carreadores, mineralização da matéria orgânica (HINSINGER, 2001). Percebe-se que a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em fosfatagem corretiva manteve o teor no solo em 5,67 mg dm⁻³, estando ainda dentro da classe de teor muito baixo, a dose de 300 kg ha⁻¹ elevou o teor para 13,27 mg dm⁻³, que se encontra no limiar entre baixo e médio para culturas perenes, ao passo que quando se utilizou a dose de 450 kg ha⁻¹ o teor de fósforo solúvel foi elevado para 20,20 mg dm⁻³, mantendo-se na classe de média disponibilidade. Segundo Raij (1997) para garantir boas produtividades deve-se procurar manter os nutrientes no solo nas faixas médias ou altas, se os teores forem muito baixos haverá limitação da produtividade. Vale salientar que o extrator utilizado para quantificar o fósforo foi o RTA (resina trocadora de ânions), e este por sua vez

quantifica sem subestimar o fósforo lábil, não sofrendo interferência das características que influenciam a capacidade de adsorção de fosfatos no solo (SIMÕES NETO et al., 2009).

Apesar de ter sido realizada a correção do solo na implantação, o pH determinado em cloreto de cálcio, após um ciclo apresenta-se com alta acidez, porém sem diferença significativa entre as doses utilizadas. O pH do solo influencia a forma química do fósforo que estará na solução e também a eficiência de utilização do fósforo pelas plantas (RAIJ, 1991).

O Ca^{2+} para a dose de 450 kg ha^{-1} de P_2O_5 em adubação corretiva, diferiu significativamente das doses de 150 e 300 kg ha^{-1} . É possível que o cálcio proveniente do superfosfato simples (16 %) tenha proporcionado este incremento detectado pela análise estatística. No entanto, o teor de Ca^{2+} nas três doses de P_2O_5 está classificado como alto (RAIJ, 1997), provavelmente em função do fornecimento do cálcio através da calagem realizada na implantação do canavial.

Para a camada de 0,2 até 0,4 m os tratamentos com as doses de P_2O_5 em adubação corretiva, não tiveram influência no teor de fósforo no solo (Tabela 5). Este resultado já era esperado visto que a incorporação do fósforo ocorreu na camada de 0,0 a 0,2 m, e como o fósforo tem baixa mobilidade (RAIJ, 1991; MALAVOLTA, 2006) houve pouca transição para a camada inferior, mesmo nas doses mais elevadas.

Tabela 5 - Atributos químicos do solo da camada de 0,2 a 0,4 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo (2005). Aparecida do Taboado - MS, 2014.

Atributos	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	CV
	Camada 0,2 - 0,4 m			
P (mg dm ⁻³)	2,73 A ¹	3,70 A	4,07 A	39,04
pH (CaCl ₂)	4,47 A	4,35 A	4,45 A	9,36
MO (g dm ⁻³)	15,73 B	18,80 A	18,50 A	7,89
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	0,36 B	0,48 A	0,37 B	32,97
Ca ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	4,27 A	3,77 A	5,13 A	76,29
Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	2,90 A	3,27 A	3,50 A	46,84
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	7,77 A	8,20 A	6,93 A	20,99

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

4.2 Colmos por metro, massa de uma cana, produtividade de colmos (TCH) e características tecnológicas no ano de 2006

As médias do número de colmos por metro na segunda colheita estão apresentadas na Tabela 6. Como ocorreu no primeiro ciclo, não foram observados efeitos significativos do aumento de doses P_2O_5 em adubação corretiva sobre o número de colmos na média geral das variedades.

Tabela 6 - Número de colmos por metro, 400 dias após a primeira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	COLMOS POR M ⁻¹			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	11,10 bA ¹	11,93 aA	11,20 bA	11,41 b
RB72454	9,47 bA	11,20 bA	8,63 cA	9,77 c
RB867515	9,67 bA	10,03 bA	8,77 cA	9,49 c
IACSP93-6006	10,20 bA	9,27 bA	10,30 bA	9,22 c
SP79-1011	9,93 bA	10,93 bA	12,27 bA	11,04 b
SP81-3250	10,53 bA	11,93 aA	11,63 bA	11,37 b
IAC91-5155	11,13 bA	12,37 aA	10,47 bA	11,32 b
RB855035	10,60 bA	11,87 aA	9,53 cA	10,67 b
RB835486	10,77 bA	11,93 aA	9,43 cA	10,71 b
SP84-1431	15,03 aA	14,27 aA	16,17 aA	15,56 a
Média	10,84 A	11,57 A	10,84 A	11,09
CV doses		19,7		
CV doses*variedades		12,0		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

No desdobramento das doses para cada variedade, assim como no primeiro ciclo, não foram verificadas diferenças significativas com o aumento das doses de P_2O_5 em adubação corretiva. As chuvas durante este ciclo totalizaram 1457,0 milímetros (Figura 2), com boa distribuição em volume nos meses de novembro a abril, principal período de desenvolvimento da cana-de-açúcar no centro-oeste brasileiro (RODRIGUES, 1995). Costa et al. (2006) trabalharam com diferentes classes de solos e diferentes doses de fósforo, e observaram que o fluxo difusivo do fósforo cresceu com o aumento da umidade do solo, mesmo nas menores doses. Portanto, as variedades não sofreram restrição hídrica durante o período de crescimento, a dose mínima de fósforo em adubação corretiva junto com a dose de

manutenção no sulco, foi suficiente para o estabelecimento do número médio de colmos neste segundo ciclo. Rodella e Martins (1988) mencionam que aplicação da dose adequada de fósforo é importante para o estabelecimento de uma boa população de colmos na cana planta, o que contribui para a obtenção de melhores soqueiras.

No segundo ciclo, na maior dose (450 kg ha^{-1}) de P_2O_5 em adubação corretiva, a massa média de um colmo teve um incremento significativo de 21,8 % em relação a menor dose 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Tabela 7). Respostas significativas foram encontradas por Korndorfer et al. (1998), que verificaram efeito linear para a massa de um colmo com o aumento de doses de P_2O_5 tanto em cana planta como em soqueiras, e afirmaram que possivelmente haveria respostas positivas ao aumento de doses acima da máxima utilizada (180 kg ha^{-1}).

Tabela 7 - Massa média de um colmo, 400 dias após a primeira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	MASSA MÉDIA DE UM COLMO			
	* 150 kg ha^{-1}	300 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}	Média
SP83-2847	1,239 aA ¹	1,078 bA	1,195 bA	1,171 c
RB72454	1,195 aB	1,108 bB	1,565 aA	1,289 b
RB867515	1,341 aA	1,542 aA	1,426 aA	1,436 a
IACSP93-6006	1,226 aB	1,087 bB	1,533 aA	1,202 b
SP79-1011	0,937 bA	0,988 bA	1,182 bA	1,036 d
SP81-3250	0,873 bB	0,982 bB	1,306 bA	1,054 d
IAC91-5155	1,070 bB	1,057 bB	1,395 aA	1,174 c
RB855035	1,055 bA	1,017 bA	1,109 bA	1,060 d
RB835486	1,283 aB	1,207 bB	1,738 aA	1,409 a
SP84-1431	0,804 bA	0,927 bA	0,974 bA	0,902 e
Média	1,102 B	1,099 B	1,342 A	1,181
CV doses		7,55		
CV doses*variedades		12,06		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Individualmente, algumas variedades foram indiferentes ao aumento da dose de adubação fosfatada corretiva: SP83-2847, RB867515, SP79-1011, RB855035 e a SP84-1431, isto indica que provavelmente a dose mínima utilizada em fosfatagem (150 kg ha^{-1} de P_2O_5) e a dose de manutenção aplicada no sulco de plantio (165 kg ha^{-1} de P_2O_5) foram suficientes para estas variedades no segundo ciclo.

Algumas variedades como a RB72454, IACSP93-6006, SP81-3250, IAC91-5155 e a RB835486 tiveram incrementos significativos da ordem de 31,0 %; 25,0 %; 49,6 %; 30,4 % e 35,5 %, respectivamente, da menor para a maior dose de P_2O_5 em adubação corretiva, evidenciando serem responsivas ao aumento das doses de fósforo, para a característica massa média de um colmo.

A produtividade de colmos (TCH) no segundo ciclo está apresentada na Tabela 8. Apesar do teste de comparação de médias não ter apontado diferença significativa para as doses na média geral das variedades, observa-se que houve um incremento de 16,8 toneladas ha^{-1} ou 20,0 % a mais na produtividade de colmos comparando a maior com a menor dose de P_2O_5 em adubação corretiva.

Tabela 8 - Produtividade de colmos (TCH), 400 dias após a primeira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	TCH			
	*150 kg ha^{-1}	300 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}	Média
SP83-2847	97,57 aA ¹	93,67 aA	95,20 bA	95,48 a ¹
RB72454	79,97 aA	88,13 bA	95,33 bA	87,81 b
RB867515	92,37 aA	108,43 aA	89,03 bA	96,61 a
IACSP93-6006	89,40 aB	71,30 bB	112,43 aA	91,04 a
SP79-1011	66,53 bB	76,73 bB	101,90 aA	81,72 b
SP81-3250	65,70 bB	83,90 bB	106,43 aA	85,34 b
IAC91-5155	84,43 aA	92,83 aA	104,03 aA	93,77 a
RB855035	79,90 aA	85,80 bA	75,17 bA	80,29 b
RB835486	98,53 aA	103,03 aA	115,93 aA	105,83 a
SP84-1431	84,37 aB	93,90 aB	111,13 aA	96,47 a
Média	83,87 A	89,77 A	100,66 A	91,44
CV doses		16,6		
CV doses*variedades		12,4		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Com o desdobramento das doses dentro das variedades, constata-se que, este acréscimo de 20,0 % na produção de colmos pode ser atribuído ao desempenho individual das variedades IACSP93-6006, SP84-1431, SP79-1011, SP81-3250 que tiveram aumentos da ordem de 25,8 %; 31,72 %; 53,16 % e 61,99 %, respectivamente, com a utilização da dose de 450 kg ha^{-1} de P_2O_5 em adubação corretiva, comparado a dose de 150 kg ha^{-1} . Em um solo com baixos níveis de fósforo Morelli et al. (1991), verificaram aumentos de produtividade da

cana planta em 65,0 % e da cana soca em 40,3 % quando se utilizou 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva.

Como não houve restrição hídrica no canavial durante o período de crescimento e acúmulo de massa, a aplicação de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ pode ter disponibilizado maiores quantidades de fósforo prontamente disponível para estas variedades. Doses mais elevadas de fósforo promovem maiores valores de fluxo difusivo no solo e conseqüentemente mais fósforo disponível para as plantas (COSTA et al., 2006).

Analisando os dados de pr > f (Tabela 9), pode-se observar que o fator doses independentemente da época de colheita e das variedades, não apresentou significância para as características avaliadas. Para as variedades, mesmo algumas possuindo características de desenvolvimento e ciclos de maturação semelhante, todas as características apresentadas houve significância, evidenciando a grande variabilidade genética entre as variedades.

Tabela 9 - Níveis mínimos de significância para as características Brix %, Pol % caldo, Fibra % e ATR de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre duas doses de P₂O₅ em adubação corretiva e com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

FONTE DE VARIAÇÃO	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS			
	BRIX %	POL % CALDO	FIBRA %	ATR
	* Pr > Fc			
doses	0,7779	0,2230	0,2502	0,3094
variedades	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
doses*variedades	0,6262	0,8264	0,4377	0,7291
épocas	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
doses*epocas	0,0288	0,0001	0,0364	0,0004
épocas*variedades	0,0012	0,0012	0,0269	0,0001
doses*épocas*variedades	0,0634	0,0062	0,0737	0,0164
CV doses	3,47	1,21	8,39	2,29
CV doses*variedades	3,58	4,86	6,35	4,53
CV doses*variedades*épocas	3,22	4,85	5,71	4,36

Nota: *Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5 %, valores menores que 0,01 indicam significância à 1 %.

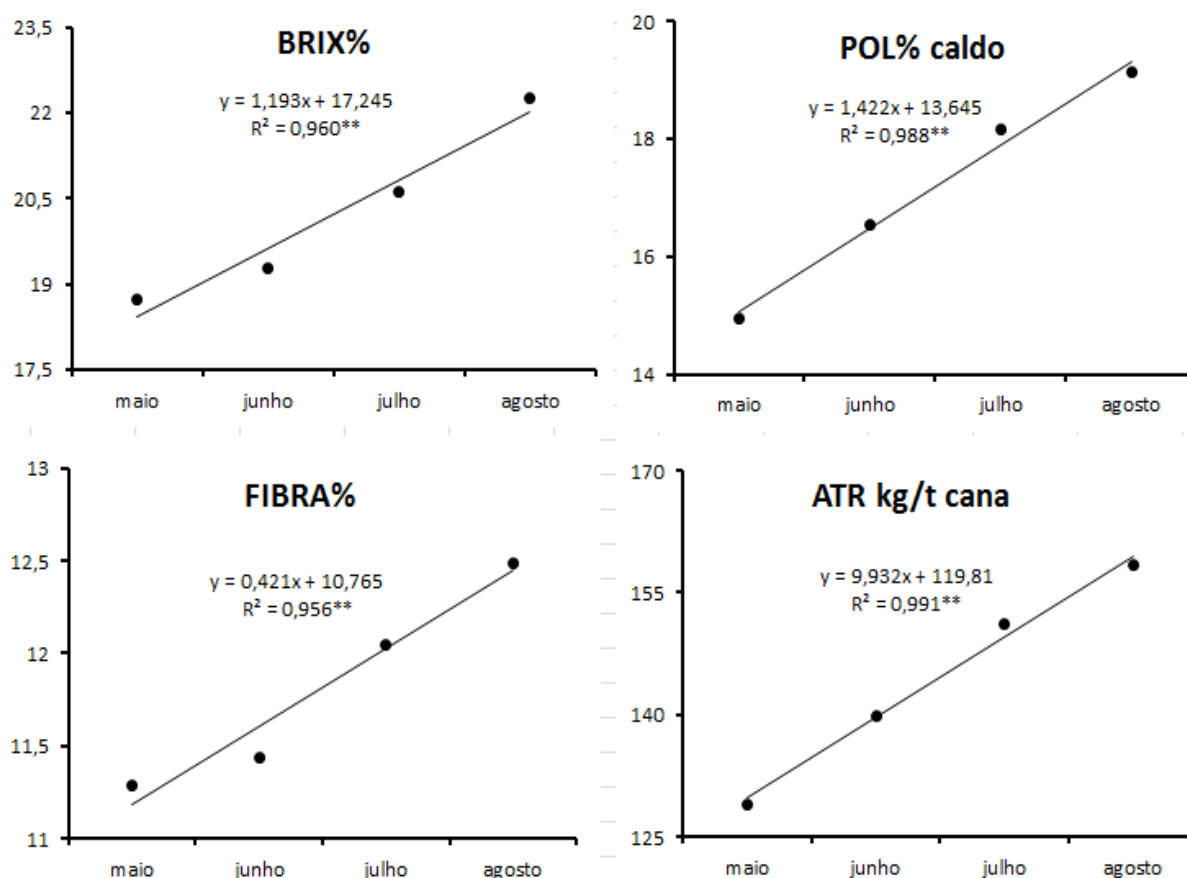
Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Não houve resposta significativa para a interação entre doses e variedades concordando com Lima et al. (2006) e Korndorfer e Melo (2009), os autores verificaram que a adubação mineral fosfatada não proporcionou efeito nas características tecnológicas da cana-de-açúcar nem entre níveis crescentes de

fósforo. Mas, para doses versus épocas e épocas versus variedades, as características Brix %, Pol % caldo e ATR kg t⁻¹ cana apresentaram alta significância. Na interação tripla entre doses versus épocas versus variedades apenas para Brix % e Fibra % não houve significância. Elamin et al. (2007) e Santos (2012) também não observaram efeitos significativos da adubação fosfatada sobre o teor de fibra da cana-de-açúcar, mas em ambientes e variedades diferentes daquelas avaliadas nesta pesquisa.

Para as épocas, independentemente das doses e variedades, houve significância em todas as características com incrementos lineares no período avaliado (Figura 5). Este comportamento era esperado, pois nas condições climáticas da região sudeste do Brasil, a maturação fisiológica natural da cana-de-açúcar inicia-se nos meses de abril/maio e clímax no mês de agosto/setembro.

Figura 5 - Regressão para as características tecnológicas de dez variedades de cana-de-açúcar, em função de quatro épocas de colheita no ano de 2006, Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Nota: ** significativo $pr > t$ inferior a 0,01.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Na Tabela 10 estão apresentadas as características tecnológicas das dez variedades testadas independentemente da dose de fósforo. Verifica-se que para Brix % a variedade SP83-2847 obteve menor valor, no entanto ficou agrupada com as variedades RB72454, RB867515, IACSP93-6006 e a IAC91-5155 pelo teste de Scott Knott, diferindo significativamente das variedades SP79-1011, RB855035, SP84-1431 e da RB835486.

Tabela 10 - Características tecnológicas, média de quatro épocas de colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS			
	BRIX %	POL % CALDO	FIBRA %	ATR kg/t cana
SP83-2847	19,55 b ¹	16,60 b	12,99 a	137,10 d
RB72454	19,95 b	16,86 b	11,02 c	144,04 b
RB867515	19,91 b	16,93 b	11,85 b	142,43 c
IACSP93-6006	19,77 b	16,48 b	11,06 c	140,61 c
SP79-1011	20,31 a	17,24 a	11,97 b	144,57 b
SP81-3250	20,61 a	17,32 a	11,80 b	145,92 b
IAC91-5155	20,16 b	17,56 a	11,81 b	147,10 b
RB855035	20,50 a	17,35 a	12,16 b	145,02 b
SP84-1431	20,76 a	17,68 a	11,69 b	148,95 a
RB835486	20,75 a	17,97 a	11,79 b	150,58 a

Nota: ¹Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Para a característica Pol % caldo, foram separadas duas classes pelo teste de Scott Knott, em um grupo ficaram as variedades IACSP93-6006, RB72454, RB867515 e a SP83-2847 e em outro as variedades SP79-1011, SP81-3250, RB855035, IAC91-5155, SP84-1431 e a RB835486.

Para Fibra %, o maior destaque foi a SP83-2847 que acumulou 12,99 %, a RB72454 e a IACSP93-6003 obtiveram os menores valores dentre as variedades estudadas com apenas 11,02 % e 11,06 %, respectivamente.

Com relação ao ATR calculado a SP83-2847 caracterizou-se sendo a variedade que acumulou menos açúcares com 137,10 kg t⁻¹, ou seja, cana 9,8 % a menos que a RB835486 que obteve 150,58 kg t⁻¹ cana. As variedades RB867515 e a IACSP93-6006 também ficaram entre as que apresentaram menores valores de ATR calculado. Horii (2004) considerou que as cultivares de cana-de-açúcar, devido aos diferentes comportamentos de maturação, podem ser agrupadas em precoces quando apresentarem um teor de Pol acima de 13 % no início de maio, médias

quando atingem a maturação em julho e tardias quando o pico de maturação ocorre a partir de agosto e setembro. Como a variedade SP83-2847 possui características de maturação considerada como tardia, e as variedades RB867515 e IACSP93-6006 de maturação média a tardia (COPERSUCAR, 1999; IAC, 2000; RIDESA, 2008), é possível que a última época de colheita realizada em agosto, não tenha expressado o total potencial destas variedades em acumular sacarose.

Na Tabela 11 observa-se que as doses de P_2O_5 em adubação corretiva não influenciaram o aumento de Brix %, Pol % caldo, Fibra % e do ATR calculado. Figueiredo Filho (2002) e Rossetto et al. (2002) também não observaram influência da adubação fosfatada nas características tecnológicas da cana-de-açúcar. Tomaz (2010) não constatou o efeito de fontes, doses e formas de aplicação de fósforo nas qualidades da cana.

Tabela 11 - Características tecnológicas, média de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

P_2O_5 kg ha ⁻¹	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS			
	BRIX %	POL % CALDO	FIBRA %	ATR kg/t cana
150	20,21 a ¹	17,29 a	11,92 a	144,92 a
300	20,24 a	17,10 a	11,71 a	144,34 a

Nota: ¹Médias com letras iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Ao se desdobrar os dados de doses dentro das épocas (Tabela 12), verifica-se que a primeira época de colheita realizada em maio, na dose de 300 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , as médias de Pol % caldo e ATR foram significativamente maiores, não havendo diferença entre as características na segunda época no mês de junho. Já em julho os dados revelam médias de Brix %, Pol % caldo, Fibra % e ATR maiores na dose de 150 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , e, na quarta época, as médias das duas doses de fósforo como ocorreu em junho foram estatisticamente iguais. O fósforo tem papel importante na formação de sacarose quando o composto glicose-1-fosfato se junta a frutose para formar a sacarose (ALEXANDER, 1973) sendo assim, da colheita do primeiro ciclo (agosto 2005) à colheita da primeira época em maio de 2006 praticamente não houve restrição hídrica (Figura 2). Assim a maior dose 300 kg ha⁻¹ pode ter disponibilizado mais fósforo solúvel para a formação de sacarose. Nas colheitas seguintes como ocorreu restrição hídrica durante o período, a falta de água

no solo juntamente com a queda da temperatura por conta do inverno, são condições de stress que favorecem a maturação (RODRIGUES, 1995), sendo assim os efeitos esperados para a maior dose não se confirmaram.

Tabela 12 - Características tecnológicas, média de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

ÉPOCA	Características tecnológicas X Doses de P_2O_5 kg ha ⁻¹							
	BRIX %		POL % CALDO		FIBRA %		ATR kg/t cana	
	*150	300	150	300	150	300	150	300
Maio	18,62 A ¹	18,83 A	14,67 B	15,23 A	11,45 A	11,12 A	126,76 B	131,37 A
Junho	19,31 A	19,27 A	16,71 A	16,35 A	11,32 A	11,55 A	141,18 A	138,53 A
Julho	20,81 A	20,44 B	18,60 A	17,75 B	12,27 A	11,83 B	153,70 A	148,77 B
Agosto	22,11 A	22,41 A	19,17 A	19,11 A	12,62 A	12,34 A	158,04 A	158,71 A

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹Médias com letras iguais nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Vale salientar que neste caso o resultado é composto pela média de dez variedades com características distintas de desenvolvimento e maturação. Lima et al. (1990) citam que antes de se fazer uma recomendação de cultivo de uma variedade, o potencial genético precisa ser avaliado, em cada local, em condições climáticas favoráveis e desfavoráveis.

Nas Tabelas 13, 14, 15 e 16 estão apresentados os resultados da resposta de cada variedade às doses e às épocas de colheita para as características Brix %, Pol % caldo, Fibra % e ATR kg t⁻¹ cana. De modo geral para Brix %, Pol % caldo e ATR a regressão linear teve um ótimo ajuste, confirmando que a qualidade da cana-de-açúcar começa ruim no início da safra e atinge o ponto mais alto na metade do período de safra.

Algumas variedades mostraram-se mais responsivas ao tratamento com doses mais elevadas de P_2O_5 em adubação corretiva, e ainda assim, essa resposta torna-se dependente da época de colheita, umidade no solo e temperatura. É o caso da variedade IACSP93-6006 que na terceira época de colheita (julho), a dose de 150 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em adubação corretiva, foi superior a dose de 300 kg ha⁻¹ para Brix %, Pol % caldo e ATR. Já na última época de colheita, a maior dose foi a que proporcionou maior acúmulo para as mesmas características. Na variedade SP83-2847, apenas na última época para a característica Brix % houve diferença

significativa para a maior dose. A variedade RB72454 mostrou-se menos responsiva a dose mais alta de fósforo, apresentando para Pol % caldo e ATR maiores valores na dose 150 kg ha⁻¹.

Tabela 13 - Valores de Brix %, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P₂O₅ em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

DOSE-VARIEDADE	ÉPOCAS DE COLHEITA				REGRESSÃO ÉPOCA
	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	
150-SP83-2847	17,73 a ¹	18,67 a	19,73 a	21,43 b	r ² 97,87 %*
300-SP83-2847	18,13 a	18,77 a	19,13 a	22,77 a	r ² 77,98 %*
150-RB72454	18,13 a	19,37 a	20,40 a	22,07 a	r ² 99,02 %*
300-RB72454	18,40 a	18,90 a	19,63 a	22,67 a	r ² 83,44 %*
150-RB867515	18,10 a	18,93 a	20,30 a	22,03 a	r ² 97,70 %*
300-RB867515	18,33 a	19,00 a	20,17 a	22,40 a	r ² 93,42 %*
150-IACSP93-6006	18,30 a	18,10 a	21,07 a	21,27 b	r ² 79,64 %*
300-IACSP93-6006	18,57 a	18,37 a	19,90 b	22,57 a	r ² 81,55 %*
150-SP79-1011	18,93 a	19,37 a	21,23 a	22,20 a	r ² 95,20 %*
300-SP79-1011	18,63 a	19,33 a	20,37 a	22,40 a	r ² 94,22 %*
150-SP81-3250	19,37 a	20,03 a	20,70 a	22,23 a	r ² 95,01 %*
300-SP81-3250	18,97 a	19,43 a	21,07 a	23,10 a	r ² 93,87 %*
150-IAC91-5155	18,47 a	19,10 a	20,83 a	21,90 a	r ² 97,27 %*
300-IAC91-5155	18,83 a	19,83 a	20,33 a	21,97 a	r ² 95,45 %*
150-RB855035	18,90 a	19,40 a	21,27 a	22,80 a	r ² 95,72 %*
300-RB855035	18,87 a	18,73 a	20,80 a	23,20 a	r ² 86,45 %*
150-SP84-1431	19,20 a	20,80 a	20,70 a	22,97 a	r ² 86,99 %*
300-SP84-1431	19,43 a	19,97 a	21,20 a	21,80 b	r ² 97,47 %*
150-RB835486	19,03 b	19,33 a	21,87 a	22,17 a	r ² 87,71 %*
300-RB835486	20,20 a	20,37 a	21,83 a	21,23 a	r ² 59,37 %*

Nota: ¹Médias com letras iguais nas colunas para a mesma variedade não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott. * regressão linear significativo pr > t inferior a 0,05. Fonte: Dados da pesquisa do autor.

As variedades RB867515, SP79-1011, SP81-3250 e IAC91-5155 foram indiferentes às doses de fósforo corretivas, possivelmente a dose de fósforo utilizada no sulco de plantio (165 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e a menor em adubação corretiva (150 kg ha⁻¹) foram suficientes para suprir a demanda de P₂O₅ destas variedades para acúmulo de sacarose, no primeiro e segundo ciclo. Korndorfer et al. (1998) afirmam que para solos distróficos do Cerrado, a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ é a que possibilita maior retorno econômico, considerando a produção acumulada de cana-planta e primeira soca. Souza e Korndorfer (2011) trabalhando com as variedades

SP71-1406 e RB867515 não observaram efeito de fontes e de doses de fósforo na produtividade de colmos e industrial.

Tabela 14 - Valores de Pol %, caldo de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

DOSE-VARIEDADE	ÉPOCAS DE COLHEITA				REGRESSÃO ÉPOCA
	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	
150-SP83-2847	13,43 a ¹	16,07 a	17,77 a	19,20 a	r ² 97,93 %*
300-SP83-2847	14,13 a	16,53 a	16,00 b	19,63 a	r ² 81,46 %*
150-RB72454	14,23 a	17,00 a	18,13 a	19,17 a	r ² 93,59 %*
300-RB72454	15,17 a	16,00 a	16,37 b	18,83 a	r ² 86,64 %*
150-RB867515	14,10 a	16,13 a	18,03 a	19,10 a	r ² 98,22 %*
300-RB867515	14,93 a	16,37 a	17,60 a	19,17 a	r ² 99,81 %*
150-IACSP93-6006	14,27 a	15,47 a	18,83 a	17,53 b	r ² 68,98 %*
300-IACSP93-6006	14,27 a	15,50 a	16,70 b	19,23 a	r ² 96,17 %*
150-SP79-1011	15,23 a	16,70 a	18,93 a	18,63 a	r ² 85,37 %*
300-SP79-1011	14,93 a	16,37 a	17,83 a	19,27 a	r ² 100,0 %*
150-SP81-3250	15,53 a	17,17 a	18,23 a	19,30 a	r ² 98,76 %*
300-SP81-3250	14,97 a	16,07 a	18,27 a	19,00 a	r ² 96,57 %*
150-IAC91-5155	15,10 a	16,70 a	19,03 a	19,30 a	r ² 93,02 %*
300-IAC91-5155	16,67 a	17,33 a	18,30 a	19,07 a	r ² 96,67 %*
150-RB855035	14,50 a	16,90 a	17,73 a	19,87 a	r ² 97,56 %*
300-RB855035	15,03 a	15,23 b	18,10 a	20,40 a	r ² 91,71 %*
150-SP84-1431	15,10 a	18,10 a	18,23 a	20,00 a	r ² 88,76 %*
300-SP84-1431	15,93 a	16,70 b	18,60 a	18,77 a	r ² 91,52 %*
150-RB835486	15,20 b	16,83 a	20,03 a	19,60 a	r ² 84,75 %*
300-RB835486	17,23 a	17,37 a	19,77 a	17,70 b	ns

Nota: ¹Médias com letras iguais nas colunas para a mesma variedade não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott. * regressão linear significativo pr > t inferior a 0,05. Fonte: Dados da pesquisa do autor.

As variedades RB855035, SP81-1431 e a RB835486 apresentaram comportamentos distintos para as características avaliadas. A RB855035 para Brix % e ATR não teve respostas significantes para doses e épocas de colheita, já para a Pol % caldo e Fibra %, a segunda época e a menor dose foram as que proporcionaram melhor resposta. Na variedade SP81-1431 o Brix % foi maior na última época com a menor dose de fósforo. Já a fibra aumentou com a maior dose na última época de colheita, isso pode ter influenciado o menor ATR para esta época já que o seu cálculo leva em consideração o Pol % cana, e quanto mais elevada a porcentagem de fibra contida na cana-de-açúcar menor é o seu valor (CONSECANA, 2006).

Tabela 15 - Valores de Fibra %, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

DOSE-VARIEDADE	ÉPOCAS DE COLHEITA				REGRESSÃO ÉPOCA
	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	
150-SP83-2847	12,83 a ¹	13,47 a	13,57 a	13,23 a	ns
300-SP83-2847	11,77 a	13,50 a	13,23 a	12,30 a	r ² 95,45 %**
150-RB72454	10,90 a	09,87 a	11,54 a	11,83 a	r ² 43,97 %*
300-RB72454	10,50 a	10,17 a	11,30 a	12,03 a	r ² 78,18 %*
150-RB867515	11,27 a	11,27 a	12,67 a	12,90 a	r ² 85,26 %*
300-RB867515	11,33 a	11,50 a	11,90 a	12,00 a	ns
150-IACSP93-6006	10,63 a	10,70 a	11,70 a	11,10 a	ns
300-IACSP93-6006	10,37 a	11,20 a	11,07 a	11,70 a	r ² 82,35 %*
150-SP79-1011	11,63 a	10,93 b	12,00 a	13,27 a	r ² 62,03 %*
300-SP79-1011	10,73 a	12,17 a	12,23 a	12,80 a	r ² 84,43 %*
150-SP81-3250	11,80 a	11,30 a	12,13 a	12,77 a	r ² 61,37 %*
300-SP81-3250	10,87 a	11,47 a	11,60 a	12,43 a	r ² 93,47 %
150-IAC91-5155	11,60 a	11,37 a	12,13 a	12,37 a	ns
300-IAC91-5155	11,63 a	11,13 a	11,83 a	12,43 a	ns
150-RB855035	11,60 a	12,40 a	12,90 a	13,27 a	r ² 96,90 %*
300-RB855035	11,30 a	10,80 b	12,43 a	12,60 a	r ² 66,85 %*
150-SP84-1431	11,17 a	10,93 a	11,90 a	12,20 b	r ² 77,12 %*
300-SP84-1431	11,23 a	11,23 a	11,33 a	13,50 a	r ² 63,53 %*
150-RB835486	11,07 a	10,97 b	12,20 a	13,27 a	r ² 87,14 %*
300-RB835486	11,50 a	12,33 a	11,40 a	11,57 b	ns

Nota: ¹Médias com letras iguais nas colunas para a mesma variedade não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott. * regressão linear significativo pr > t inferior a 0,05.

**regressão quadrática significativo pr > t inferior a 0,05. ns não significativo.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

A variedade RB835486 apresentou melhores resultados na primeira época com a adubação corretiva de 300 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em adubação corretiva, para as características Brix %, Pol % caldo e ATR, evidenciando ser uma variedade responsiva a adubação corretiva com fósforo para colher em início de safra. O fato de o fósforo ser absorvido pelas raízes principalmente por difusão, e esta, tem correlação direta com a umidade do solo e doses de fósforo (COSTA et al., 2006), as melhores respostas ocorreram na primeira época (maio) quando ainda havia umidade no solo.

Tabela 16 - Valores de ATR kg/t cana, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre duas doses de P_2O_5 em adubação corretiva, com quatro épocas de colheita, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no segundo ciclo. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

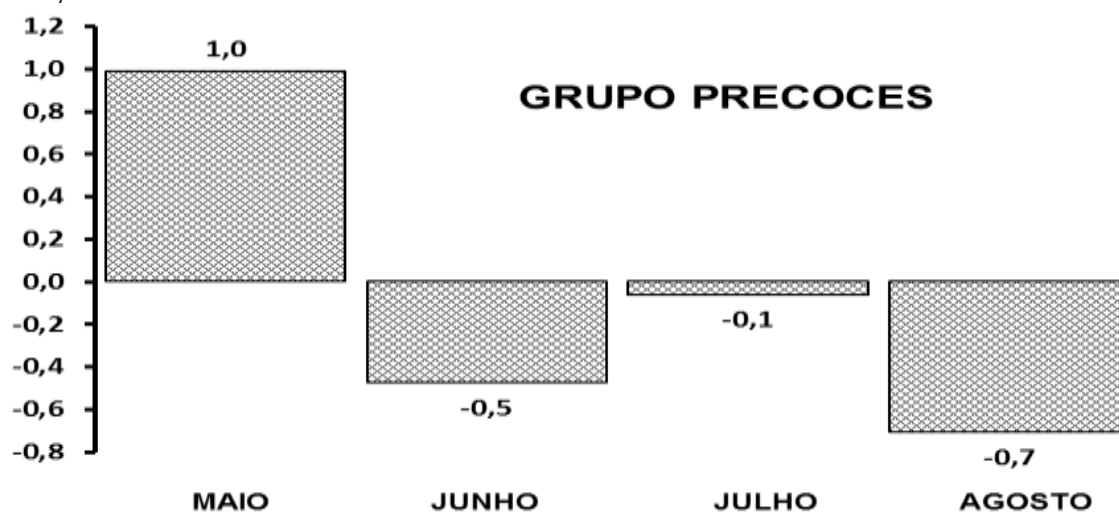
DOSE-VARIEDADE	ÉPOCAS DE COLHEITA				REGRESSÃO ÉPOCA
	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	
150-SP83-2847	114,83 a ¹	131,33 a	143,33 a	156,20 a	r ² 99,49 %*
300-SP83-2847	121,80 a	134,47 a	132,10 b	162,73 a	r ² 78,72 %*
150-RB72454	124,40 a	147,03 a	151,90 a	160,23 a	r ² 89,55 %*
300-RB72454	132,00 a	139,03 a	139,57 b	158,13 a	r ² 83,10 %*
150-RB867515	122,60 a	137,23 a	148,37 a	156,83 a	r ² 98,55 %*
300-RB867515	128,40 a	138,57 a	147,20 a	160,27 a	r ² 99,29 %*
150-IACSP93-6006	125,13 a	130,00 a	157,03 a	149,47 b	r ² 71,47 %*
300-IACSP93-6006	126,20 a	132,83 a	142,80 b	161,40 a	r ² 94,72 %*
150-SP79-1011	130,50 a	142,40 a	157,23 a	152,63 a	r ² 78,00 %*
300-SP79-1011	129,87 a	137,33 a	148,23 a	158,37 a	r ² 99,43 %*
150-SP81-3250	132,50 a	145,20 a	151,40 a	158,80 a	r ² 97,32 %*
300-SP81-3250	130,20 a	136,90 a	153,97 a	158,40 a	r ² 94,91 %*
150-IAC91-5155	129,17 a	141,17 a	157,03 a	159,47 a	r ² 93,77 %*
300-IAC91-5155	133,20 a	147,03 a	152,07 a	157,70 a	r ² 93,56 %*
150-RB855035	125,80 a	140,23 a	153,30 a	161,53 a	r ² 98,61 %*
300-RB855035	129,87 a	131,93 a	149,77 a	167,73 a	r ² 91,97 %*
150-SP84-1431	131,07 a	153,73 a	152,33 a	165,83 a	r ² 84,53 %*
300-SP84-1431	136,37 a	142,60 b	156,80 a	152,60 b	r ² 75,84 %*
150-RB835486	131,63 b	143,47 a	165,10 a	159,40 a	r ² 79,06 %*
300-RB835486	145,47 a	144,57 a	165,23 a	149,77 a	r ² 20,42 %*

Nota: ¹Médias com letras iguais nas colunas para a mesma variedade não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott. * regressão linear significativo pr > t inferior a 0,05.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Separando-se as variedades por ciclo de maturação têm-se três grupos: as de maturação precoce SP84-1431, RB855035, RB865486 e IAC91-5155, as de maturação média SP81-3250, SP79-1011 e IACSP93-6006, e as de maturação tardia RB867515, SP83-2847 e RB72454 (COPERSUCAR, 1999; IAC, 2000; RIDESA, 2008). Nas Figuras 6, 7 e 8 verifica-se que na média de Pol % caldo das variedades precoces e tardias, respectivamente, para a primeira época de colheita (maio) houve incremento de 1,0 e 0,8 % no Pol % caldo na maior dose de fósforo, enquanto que, as variedades médias apresentaram menores valores de Pol % caldo na maior dose de fósforo, e voltaram a acumular sacarose na última colheita realizada em agosto. Estes resultados mostram, no geral, que as variedades precoces e as tardias tiveram um comportamento semelhante e bem distinto do comportamento das médias.

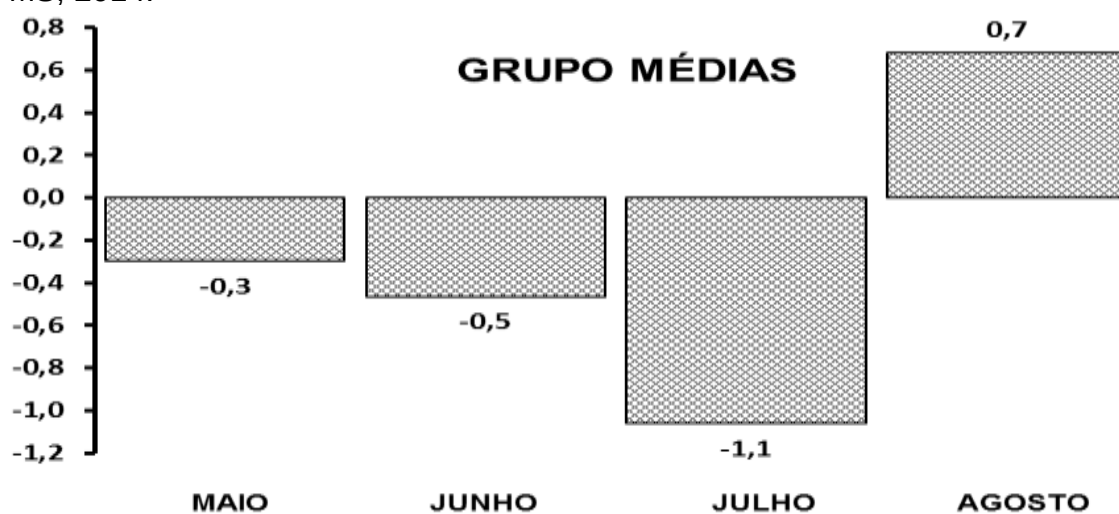
Figura 6 - Média das diferenças de Pol % caldo das variedades precoces, entre as doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva. Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Fonte: Dados da pesquisa do autor.

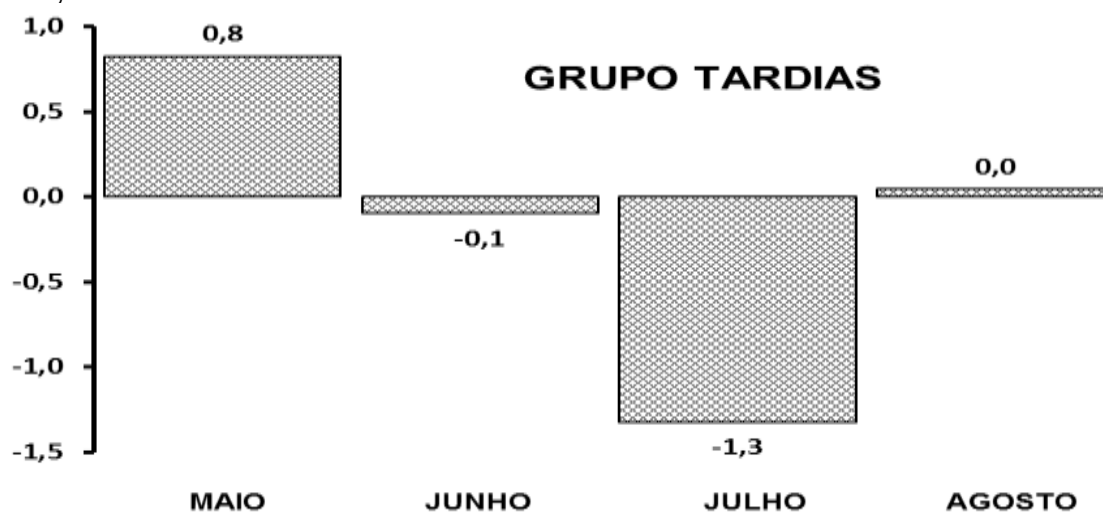
Os resultados das variedades precoces e tardias obtidos no mês de maio concordam com Albuquerque et al. (1979), porém contrariam resultados de Penatti (1991), Korndorfer (1990) e Pereira et al. (1995). Deve-se, no entanto, enfatizar que os trabalhos citados foram realizados com outras variedades, mais antigas, com outros níveis de exigências, além disso, deve-se destacar ainda que o fósforo foi utilizado no sulco de plantio e apenas em uma colheita.

Figura 7 - Média das diferenças de Pol % caldo das variedades médias, entre as doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva. Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Figura 8 - Média das diferenças de Pol % caldo das variedades tardias, entre as doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva. Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Fernandes (1996) analisando os resultados de diversas safras de cana-de-açúcar no Brasil mencionou que o teor de sacarose evoluiu muito pouco, enquanto no mesmo período ocorreram ganhos significativos na produtividade de colmos.

Deste modo, os resultados deste trabalho mostram que o manejo da adubação fosfatada nestes ambientes restritivos, pode ser uma estratégia para se aumentar o acúmulo de sacarose. Cabe ainda destacar que estes resultados expressam um efeito residual da adubação corretiva apenas no segundo ciclo, o que realça, ainda mais, a necessidade de novos trabalhos nesta área, e investigações mais detalhadas, principalmente em função dos elevados preços dos fertilizantes.

4.3 Produtividade de colmos (TCH) e análise do solo no ano de 2007

A produtividade de colmos (TCH) no terceiro ciclo da cana-de-açúcar pode ser visualizado na Tabela 17. Analisando os dados observa-se que diferentemente das colheitas anteriores a dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva diferiu significativamente da dose de 150 kg ha⁻¹ apenas nas variedades: SP83-2847, RB867515 e a SP81-3250 mesmo assim o incremento na produtividade não foi tão acentuado 13,7; 12,0 e 12,2 %, respectivamente.

Tabela 17 - Produtividade de colmos (TCH), 360 dias após a segunda colheita, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	TCH			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	87,62 aB ¹	86,47 aB	101,90 aA	92,00 a
RB72454	90,05 aA	86,95 aA	94,67 aA	90,56 a
RB867515	87,24 aB	85,28 aB	97,76 aA	90,09 a
IACSP93-6006	84,86 bA	79,71 bA	90,67 bA	85,08 b
SP79-1011	82,76 bA	76,95 bA	82,90 bA	80,87 b
SP81-3250	89,48 aB	87,52 aB	100,43 aA	92,48 a
IAC91-5155	92,19 aA	93,19 aA	99,57 aA	94,98 a
RB855035	77,67 bA	81,15 bA	86,24 bA	81,68 b
RB835486	78,47 bA	71,38 bA	83,05 bA	77,64 b
SP84-1431	96,71 aA	80,95 bB	92,00 bA	89,89 a
Média	86,71 B	82,96 B	92,92 A	87,53
CV doses		8,58		
CV doses*variedades		7,15		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

É possível que após duas colheitas, ou seja, três anos e meio após a instalação dos tratamentos, grande parte do fósforo aplicado na adubação corretiva tenha sido imobilizado no solo. Estas variedades conseguiram de alguma forma serem mais eficientes em aproveitar o fósforo remanescente. Existem variedades com maior concentração de raízes na superfície, e outras, com distribuição mais uniforme em profundidade, além disso, algumas apresentam maior proporção de raízes finas e tenras e em outras, predominam raízes mais espessas e resistentes. Existem variedades que, após período de seca, têm rápida retomada do crescimento radicular por ocasião do restabelecimento da umidade do solo, enquanto em outras essa reestruturação é mais demorada (VASCONCELOS; MIRANDA, 2011).

Após a terceira colheita realizou-se a amostragem de solo na área experimental, para verificar se houveram alterações químicas nos atributos do solo.

Para o fósforo na camada de 0,0 a 0,2 m (Tabela 18), as doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ de P_2O_5 aplicadas em adubação corretiva antes da implantação do canavial, apresentaram o mesmo teor de fósforo disponível (7,3 mg dm⁻³) no início do quarto ciclo, no entanto, a dose de 450 kg ha⁻¹ foi significativamente diferente das menores doses disponibilizando 10,7 mg dm⁻³ de fósforo solúvel.

Tabela 18 - Atributos químicos do solo da camada de 0 a 0,2 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado, no quarto ciclo (2007). Aparecida do Taboado - MS, 2014.

Atributos	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	CV
	Camada 0 - 0,2 m			
P (mg dm ⁻³)	7,30 B ¹	7,30 B	10,70 A	18,87
pH (CaCl ₂)	4,27 A	4,34 A	4,43 A	8,33
MO (g dm ⁻³)	19,47 A	17,37 A	19,47 A	21,68
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,13 A	1,10 A	0,95 A	25,11
Ca ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	5,00 A	6,33 A	7,60 A	24,26
Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	3,63 A	3,97 A	4,40 A	39,79
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	7,27 A	6,63 A	5,03 A	39,91

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Para os outros atributos não houve diferença significativa para os tratamentos de 150 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em adubação corretiva. Percebe-se porém que os atributos pH (CaCl₂), MO (g dm⁻³), K⁺ (mmol_c dm⁻³), Ca²⁺ (mmol_c dm⁻³), Mg²⁺ (mmol_c dm⁻³), tiveram redução no seu teor no solo, e o Al³⁺ (mmol_c dm⁻³) aumentou, comparado com os dados coletados após o primeiro ciclo.

Relacionando os resultados da amostragem do solo após a colheita da cana planta com os resultados da segunda amostragem após o terceiro ciclo, o atributo fósforo (Tabela 19), quando se utilizou a dose de 150 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em adubação corretiva apresentou um acréscimo no teor de fósforo solúvel de 29,0 %. Este aumento pode ser explicado pelas próprias características do solo, pelos processos de dissolução dos minerais carreadores do fósforo, desorção dos fosfatos que foram retidos na superfície do solo pelo processo de adsorção (HINSINGER, 2001).

Tabela 19 - Quantitativos de Fósforo (mg dm⁻³) no solo, com o cultivo de dez variedades de cana-de-açúcar sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

ANO	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média	CV1
Camada 0 - 0,2 m					
2005	5,66 C ¹	13,26 B	20,20 A	13,04	17,6
2007	7,30 B	7,30 B	10,70 A	8,43	18,9
Diferença (%)	29,0	(44,9)	(47,0)		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Nas doses de 300 e 450 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em adubação corretiva houve um decréscimo de 44,9 e 47,0 % respectivamente, este resultado levanta a hipótese de

que o P lábil no solo foi imobilizado na mesma proporção com o passar do tempo, independente da dose aplicada. A fonte de fósforo utilizada foi o super fosfato simples em grânulos, o que, possivelmente tenha contribuído para manter esta proporcionalidade. Os fertilizantes fosfatados solúveis granulados, além de facilitar o manuseio e a aplicação reduzem a área de contato com o solo diminuindo a passagem do fósforo disponível para formas mais estáveis (LEMOSL, 1986).

Na camada de 0,2 a 0,4 m (Tabela 20) os tratamentos não influenciaram os atributos. Apesar de o fósforo ter baixa movimentação no perfil do solo (ROSSETTO; DIAS, 2005) percebe-se que houve incremento no teor de fósforo em todas as doses nesta camada comparado aos resultados de 2005. Além dos processos de dessorção, solubilização natural do fósforo contido nos colóides do solo, e como a incorporação do fertilizante em adubação corretiva se deu a profundidade até 0,15 m, é possível que três anos após a aplicação parte deste fósforo tenha se movimentado para a camada inferior. Santos (2009) avaliando a redistribuição do fósforo aplicado em área total, sobre o sistema de plantio direto, observou que o fósforo aplicado movimentou até 0,1m de profundidade, com alto gradiente no sentido vertical.

Tabela 20 - Atributos químicos do solo da camada de 0,2 a 0,4 m; nos tratamentos com doses de P_2O_5 em adubação corretiva em um LATOSSOLO álico de cerrado, no quarto ciclo (2007). Aparecida do Taboado - MS, 2014.

Característica	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	CV
	Camada 0,2 - 0,4 m			
P (mg dm ⁻³)	4,67 A ¹	4,43 A	4,90 A	12,06
pH (CaCl ₂)	4,13 A	4,19 A	4,22 A	8,52
MO (g dm ⁻³)	14,40 A	13,73 A	13,17 A	15,52
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	0,46 A	0,43 A	0,41 A	39,61
Ca ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,77 A	2,50 A	2,47 A	59,41
Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,57 A	1,63 A	1,77 A	77,46
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	8,63 B	9,90 A	8,07 B	15,68

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

4.4 Colmos por metro, massa de uma cana e produtividade de colmos (TCH) no ano de 2008

O quarto ciclo foi o último ano de avaliação da área experimental, como nos anos anteriores a colheita foi realizada com a queima prévia do canavial, que estava com 360 dias de desenvolvimento. Os dados do número de colmos por metro estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Número de colmos por metro, 360 dias após a terceira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P_2O_5 em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	COLMOS M ⁻¹			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	10,27 bB ¹	13,30 aA	10,43 dB	11,33 c
RB72454	11,77 aA	9,70 cB	12,13 cA	11,20 c
RB867515	8,03 cB	11,53 bA	11,37 dA	10,31 d
IACSP93-6006	9,73 bB	12,43 bA	12,23 cA	11,47 c
SP79-1011	13,03 aA	11,47 bB	11,80 cB	12,10 b
SP81-3250	11,70 aA	12,03 bA	10,73 dB	11,49 c
IAC91-5155	12,33 aB	13,53 aA	13,33 bA	13,07 a
RB855035	12,37 aA	11,30 bA	11,80 cA	11,82 b
RB835486	9,77 bB	9,27 cB	11,53 dA	10,19 d
SP84-1431	10,07 bC	13,20 aB	17,00 aA	13,42 a
Média	10,91 B	11,78 A	12,24 A	11,64
CV doses		6,73		
CV doses*variedades		5,71		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Embora no primeiro e no segundo ciclo não tenha sido verificadas respostas significativas ao aumento das doses, no quarto ciclo as maiores doses de fósforo em adubação corretiva tiveram influência significativa no número de colmos para algumas variedades.

A SP84-1431 apresentou ganhos significativos e lineares com a elevação das doses de P_2O_5 . Entre as doses 150 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹ o aumento foi de 21,1 %, de 300 kg ha⁻¹ para 450 kg ha⁻¹ aumentou 28,8 %, e, comparando a dose 150 kg ha⁻¹ com a dose 450 kg ha⁻¹, o aumento no número de colmos foi de 68,8 %. O resultado indica que esta variedade é altamente responsiva, e muito dependente do nutriente fósforo para a manutenção de perfilhos vivos.

A variedade RB835486 aumentou significativamente o número de colmos em 18,0 % com a maior dose, ao passo que a RB867515, IACSP93-6006 e a IAC91-5155 também se mostraram responsivas ao aumento da dose de fósforo em adubação corretiva. No entanto, a dose de 300 kg ha⁻¹ foi suficiente para estas variedades expressarem o seu potencial.

Para as variedades RB72454, SP79-1011, SP81-3250 e RB855035 o aumento da dose de P₂O₅ em adubação corretiva, além da dose de 150 kg ha⁻¹, não influenciou no número final de colmos até o quarto ciclo.

Na Tabela 22 encontra-se a massa média de um colmo referente ao quarto ciclo. Como nos anos anteriores percebe-se que na média das doses, as variedades RB867515 e a SP84-1431 continuam com a posição de maior e menor massa de um colmo respectivamente. Ferreira et al. (2007) avaliaram uma série de variáveis agrônomicas em dezessete famílias, resultantes do cruzamento dialético de genótipos de cana-de-açúcar, e verificaram que nem o diâmetro e nem o número de colmos por área, mas sim a variável altura de colmos, é a que melhor contribuiu para a massa média de colmos. Isto pôde ser verificado *in loco* no campo, onde as parcelas com a variedade RB867515 possuíam as canas mais altas comparando com as canas das parcelas da variedade SP81-1431.

Tabela 22 - Massa média de um colmo, 360 dias após a terceira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P₂O₅ em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	MASSA MÉDIA DE UM COLMO			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	1,067 bA ¹	1,067 bA	1,100 cA	1,078 c
RB72454	1,233 aA	1,067 bB	1,167 cA	1,156 b
RB867515	1,267 aB	1,433 aA	1,467 aA	1,389 a
IACSP93-6006	1,200 aA	1,033 bB	1,267 bA	1,167 b
SP79-1011	0,967 cA	0,967 cA	1,067 cA	1,000 d
SP81-3250	1,100 bA	1,067 bA	1,100 cA	1,089 c
IAC91-5155	0,933 cB	0,900 cB	1,033 cA	0,956 d
RB855035	1,000 cA	1,000 bA	1,000 dA	1,000 d
RB835486	1,100 bB	1,067 bB	1,200 bA	1,122 c
SP84-1431	0,833 dA	0,900 cA	0,900 dA	0,878 e
Média	1,070 A	1,050 A	1,130 A	1,083
CV doses		9,60		
CV doses*variedades		6,36		

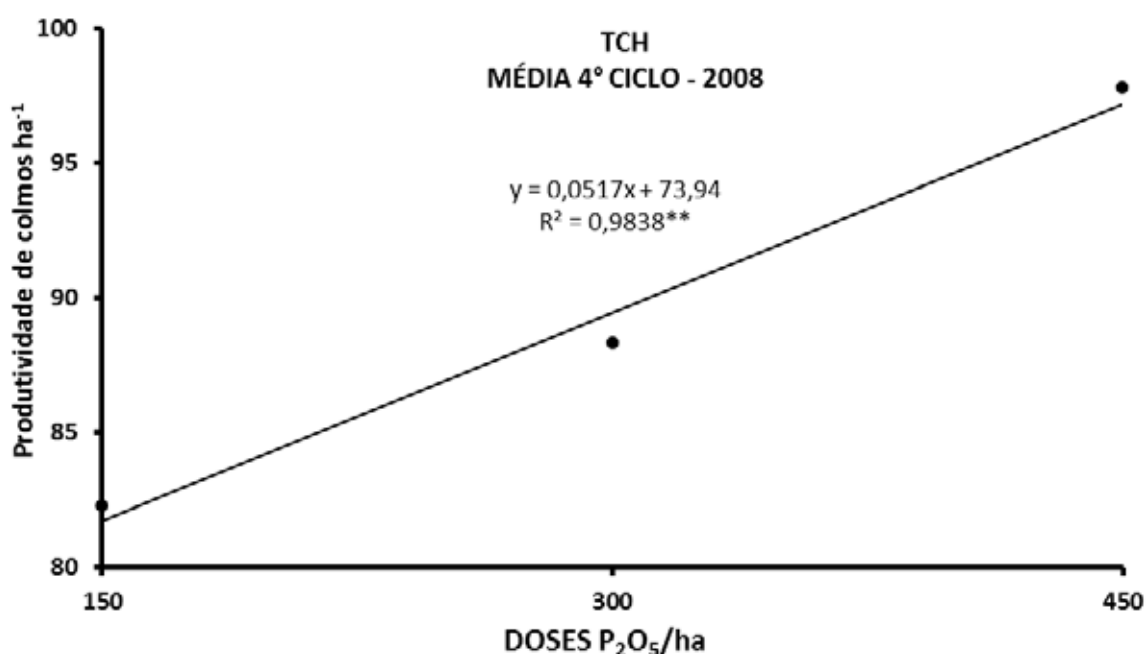
Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Analizando as variedades em cada dose, observa-se que com 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em fosfatagem corretiva, a variedade RB867515 ficou agrupada pelo teste de Scott Knott com as variedades RB72454 e IACSP93-6006, porém com o aumento da dose para 300 e 450 kg ha⁻¹ ela se destacou apresentando a massa média de um colmo significativamente maior que todas as outras variedades. Confirmando ser responsiva à doses P₂O₅ em adubação corretiva superiores a 150 kg ha⁻¹.

A produtividade de colmos (TCH) independentemente da variedade neste quarto ciclo apresentou diferenças significativas para as doses. Os incrementos foram 7,3 % entre a dose 150 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹, 10,7 % entre a dose 300 kg ha⁻¹ e 450 kg ha⁻¹ e 18,9 % quando se compara a dose de 150 kg ha⁻¹ com a dose de 450 kg ha⁻¹. A análise de regressão (Figura 9) apresentou alta significância para o modelo linear com ajuste de 98,3 %; evidenciando que a fosfatagem corretiva proporciona ganhos em produtividade e que este aumento é maior nas doses maiores.

Figura 9 - Produtividade de colmos (TCH), média de dez variedades no quarto ciclo, cultivadas sobre três doses de P₂O₅ em adubação corretiva em um LATOSSOLO álico de cerrado, Aparecida do Taboado - MS, 2014.



Nota: ** significativo pr > t inferior a 0,01.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Entre as dez variedades testadas, quatro delas (RB72454, SP79-1011, SP81-3250 e a RB855035), não apresentaram respostas ao aumento das doses de fósforo

(Tabela 23). Para as variedades SP83-2847 e RB867515 a dose de 300 kg ha⁻¹ proporcionou melhor resultado comparado à dose 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que, as variedades IAC91-5155, RB865486, IACSP93-6006 e a SP84-1431 tiveram melhor desempenho na maior dose de P₂O₅ com aumento de produtividade de colmos comparado com a menor dose de 20,3; 30,3; 35,8 e 86,2 %, respectivamente.

Tabela 23 - Produtividade de colmos (TCH), 360 dias após a terceira colheita de dez variedades de cana-de-açúcar, cultivadas sobre três doses de P₂O₅ em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	TCH			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	77,07 dB ¹	100,80 bA	81,83 cB	86,57 d
RB72454	103,63 aA	72,83 eB	100,30 bA	92,26 c
RB867515	71,83 dB	118,90 aA	118,4 aA	103,04 a
IACSP93-6006	83,60 cB	91,83 cB	113,53 aA	96,32 b
SP79-1011	89,33 cA	79,87 dB	88,67 cA	85,96 d
SP81-3250	93,63 bA	93,73 bA	83,20 cB	90,19 c
IAC91-5155	82,33 cB	88,33 cB	99,03 bA	89,90 c
RB855035	86,00 cA	81,63 dA	82,97 cA	83,53 d
RB835486	75,13 dB	71,50 eB	97,93 bA	81,52 d
SP84-1431	60,10 eC	83,60 dB	111,90 aA	85,20 d
Média	82,27 C	88,30 B	97,78 A	89,45
CV doses		3,91		
CV doses*variedades		5,71		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Este aumento da produtividade de colmos com o aumento das doses de P₂O₅ em adubação corretiva para determinados genótipos, e a pequena “responsividade” de outras variedades, reforça a necessidade de pesquisas voltadas para a nutrição da cana-de-açúcar desde a fase de seleção, supondo que clones, ou até mesmo variedades lançadas no mercado, com grande potencial de resposta podem ter sido esquecidos ou mesmo extintos. Lima (1990) e Landell (1999) alertam que antes da expansão em grandes áreas, um determinado genótipo de cana-de-açúcar deve ser mais bem avaliado para poder expressar as suas potencialidades.

Um exemplo disto pode ser confirmado nesta pesquisa. A variedade SP84-1431, mesmo cultivada onde foi realizada a adubação corretiva com 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, teve a menor produtividade entre as dez testadas com apenas 60,1 t ha⁻¹ no

quarto ciclo, 43,3 toneladas a menos que a mais produtiva (RB72454). Em uma seleção pela característica produtividade de colmos ela certamente estaria eliminada. No entanto, na área com a dose de 450 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva a SP84-1431 teve um excelente desempenho, com produtividade semelhante as mais produtivas (RB867515 e IACSP93-6006). Segundo Silva et al. (2009) em cana soca o componente de produção número médio de colmos apresentou maior contribuição para a produtividade de colmos. Assim o significativo aumento do número final de colmos por metro na maior dose (Tabela 21) foi o responsável por esta alta produtividade da variedade SP84-1431 neste quarto ciclo.

4.5 Análise da produtividade de colmos (TCH) média dos quatro ciclos

Para uma análise mais consistente do efeito das doses de P₂O₅ aplicadas em adubação corretiva, as médias de produtividades dos tratamentos nos quatro ciclos de avaliação do experimento estão apresentadas na Tabela 24.

Tabela 194 - Produtividade de colmos (TCH), média de quatro ciclos, de dez variedades de cana-de-açúcar cultivada sobre três doses de P₂O₅ em adubação corretiva, em um LATOSSOLO álico de cerrado. Aparecida do Taboado - MS, 2014.

VARIEDADES	TCH			
	*150 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	450 kg ha ⁻¹	Média
SP83-2847	87,40 aA	93,67 bA	93,00 bA	91,36 b
RB72454	91,20 aA	82,63 cB	96,77 aA	90,20 b
RB867515	83,80 aB	104,17 aA	101,73 aA	96,57 a
IACSP93-6006	85,93 aB	80,97 cB	105,57 aA	90,82 b
SP79-1011	79,53 aB	77,83 cB	91,17 bA	82,44 c
SP81-3250	82,93 aB	88,37 cB	96,67 aA	89,32 b
IAC91-5155	86,33 aB	91,47 bB	100,90 aA	92,90 a
RB855035	81,20 aA	82,83 cA	81,43 cA	81,22 c
RB835486	84,07 aB	82,00 cB	98,97 aA	88,34 b
SP84-1431	80,40 aB	86,17 cB	105,03 aA	90,53 b
Média	84,28 B	87,01 B	97,12 A	89,47
CV doses		5,83		
CV doses*variedades		9,97		

Nota: *Doses de adubação fosfatada corretiva. ¹médias com letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Verifica-se que não houve diferenças significativas de produtividade entre as variedades quando se utilizou 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva.

Provavelmente, devido às condições favoráveis aos processos de fixação do fósforo ao longo dos quatro ciclos (RAIJ, 1991; HINSINGER, 2001; GRANT, 2001) esta quantidade fornecida tenha sido insuficiente, e as variedades responsivas não conseguiram expressar o seu potencial.

Esta afirmação é comprovada quando se analisa as maiores doses. Com 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em adubação corretiva o teste de Scott Knott separou as variedades em três grupos. No primeiro grupo a variedade RB867515 foi a mais produtiva com 104,17 t ha⁻¹, no segundo grupo ficaram as variedades SP83-2847 e a IAC91-5155 com 93,67 e 91,47 t ha⁻¹, respectivamente, e no terceiro grupo sete variedades (RB72454, IACSP93-6006, SP79-1011, SP81-3250, RB85-5035, RB835486 e a SP84-1431) que tiveram as produtividades de colmos variando entre 77,83 a 88,37 t ha⁻¹.

Ao analisar os dados da maior dose (450 kg ha⁻¹) fica bem evidenciada a resposta do genótipo à melhoria do ambiente. Novamente as variedades foram agrupadas em três categorias, ou seja, no primeiro grupo, agora foram sete variedades que responderam ao aumento da dose: SP81-3250, RB72454, RB835486, IAC91-5155, RB867515, SP84-1431 e a IACSP93-6006, neste grupo a produtividade ficou entre 96,67 e 105,57 t ha⁻¹. O segundo grupo com produtividade intermediária, ficaram duas variedades, a SP79-1011 e a SP83-2847 com 91,17 e 93,00 t ha⁻¹, respectivamente. A variedade RB855035 foi a menos produtiva com 81,43 t ha⁻¹.

No desdobramento das doses em cada variedade o aumento da dose do fósforo foi indiferente para a RB855035, RB72454 e SP83-2847, com este resultado pode-se inferir que estas variedades são rústicas, não sendo necessárias doses de adubação fosfatada corretiva acima de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

5 CONCLUSÕES

1. As variedades de cana-de-açúcar respondem de modo diferente à adubação fosfatada corretiva.
2. A adubação fosfatada corretiva deve ser considerada no planejamento do manejo varietal.
3. As maiores produtividades de colmos foram alcançadas com as maiores doses de P_2O_5 em fosfatagem corretiva.
4. As maiores doses de fósforo em adubação corretiva aumentam a sacarose em variedades de maturação precoce colhidas em maio.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. A. L.; MARINHO, M. L.; ARAUJO FILHO, J. I. Competição de fontes de fósforo em cana de açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 1979, Maceió. **Anais...** Maceió: [s. n.], 1979. v.2, 315 p.
- ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**: a comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system. Amsterdam: Elsevier, 1973. 752p.
- ALEXANDER, A. G. **The energy cane alternative**. Amsterdam: Elsevier, 1985. 509 p.
- BERNARDES, M. S.; CÂMARA, G. M. S. **Cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2001. 20 p.
- BOLONHEZI, A. C.; FERNANDES, F. M.; TEIXEIRA, E. B.; VALÉRIO FILHO, W.V.; SCHMITZ, G. A. F.; MARRETE, M. E.; SOUZA, C. R.; BOLONHEZI, D. Adubação corretiva de fósforo em solo de cerrado sobre a qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar. In: Congresso Nacional da Sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil (STAB), 9., 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: [s. n.], 2008. v. 1. p. 253-257.
- CANAVIALIS. **Melhoramento genético**. Campinas: Monsanto, 2014. Disponível em: <<http://www.canavialis.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2014.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Ecofisiologia de culturas extrativas. Cana-de-açúcar, Seringueira, Coqueiro, Dendezeiro e Oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138 p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira : cana-de-açúcar, quarto levantamento, abril/2014– Brasília : Conab 2014**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_10_09_00_57_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_13.pdf>. Acesso em: 19 maio 14.
- CONSECANA. **Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do Estado de São Paulo**. 5. ed. Manual de Instruções. Piracicaba, 2006. 111 p.
- COPERSUCAR - Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo. **7ª Geração de variedades de cana-de-açúcar**. São Paulo: COPERSUCAR, 1999. 32 p. (Boletim Técnico).
- COSTA, J. P. V; BARROS, N.F.; ALBUQUERQUE A.W.; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J.R. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 828-835, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000400007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 jun. 2014.

Centro de Tecnologia Canaveira - CTC. **Nossa história**. Piracicaba, 2014.
Disponível em: <<http://www.ctcanaveira.com.br>>. Acesso em: 20 maio 2014.

DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Tecnologia Rural, 1977. 364 p.

DEMATTE, J. A. **Levantamento semi-detalhado de solos relacionados aos grupos de manejo em ambientes de produção das terras da Alcoolvale**. Piracicaba: UNIALCOOL S/A, 2007. CD-ROM.

DEMATTE, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. Piracicaba: **POTAFOS**, 2005. 24 p. (Informações Agronômicas - Boletim Informativo, 111).
Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/80EF811848745EAF83257AA1006B29C1/\\$FILE/Encarte%20111.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/80EF811848745EAF83257AA1006B29C1/$FILE/Encarte%20111.pdf)>. Acesso: 28 jul. 2014.

ELAMIN, E. A.; ELTILIB, M. A.; ELNASIKH, M. H.; IBRAHIM, S. H.; ELSHEIKH, M. A.; BABIKER, E. E. The influence of phosphorus and potassium fertilization on the quality of sugar of two sugarcane varieties grown on three soil series of Sudan. **Journal of Applied Sciences**, Singapura, v. 7, n. 1, p. 2345-2350, 2007.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ESTÉVES, A. A. Fisiologia de lacaña de azucar. In: OSORIO C.E.B. (Ed.). **El cultivo de lacaña de azucar**. Cali: Tecniacana, 1986. p. 27-41.

FACTUR, V. D. **Fontes de fósforo associada a adubação orgânica no plantio de cana-de-açúcar**. 2008. 26 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2008.

FERNANDEZ, R. **Reversibilidade de fósforo não-lábil em diferentes solos, em condições naturais e quando submetidos à redução microbiológica ou química**. 1995. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FERNANDES, A. C. Produção e produtividade da cana-de-açúcar no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 6., Maceió. **Anais...** Maceió: Stab, 1996. p. 602-612.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, F. M.; BARROS, W. S.; SILVA, F. L.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; BASTOS, I. T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção

em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000400010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: 26 jul. 2014.

FIGUEIREDO FILHO, C. P. Avaliação da adubação fosfatada da cana-de-açúcar com o hiperfosfato natural reativo. In: CONGRESSO NAC. DA STAB, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: [s. n.], 2002. p. 259-263.

GALVÃO, L.S.; FORMAGGIO, A.R.; TISOT, D.A. Discriminação de variedades de cana-de-açúcar com dados hiperespectrais do sensor EO-1/Hyperion. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005 p. 381-388.

GHELLER, A C. A. et al. **Manual de método alternativo para medição da produção de cana-de-açúcar**. São Carlos: UFSCAR-CCA-DBV, 1999. 7p.

GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados**: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA/CPAC, 1986, p. 33-74.

GRANT, C. A. et al. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Piracicaba: Potafos, 2001. (Informações Agronômicas, n. 95). Disponível em: <<http://www.malavolta.com.br/pdf/aimportanfoso.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 12.

GULLO, S. D. **Histórico e justificativas do uso de fosfato orgânico de Arad e fórmulas NPK ourofós na agricultura**. ADDUBARE, v. 1, n. 3, p. 7, 2002. Disponível em: <<http://www.rragroflorestal.com.br/addubare/nr003.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2012.

HINSINGER, P. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by rootinduced chemical changes: a review. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 237, n. 2, p. 173-195, 2001.

HOLFORD, I.C.R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 35, n. 2, p. 227-239, 1997.

HORII, J. A qualidade da matéria-prima, na visão agrícola. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.1, 2004, p. 91-93.

Instituto Agrônomo de Campinas – IAC. Centro de cana. **Novas variedades IAC de cana-de-açúcar**. Campinas: O Agrônomo, 2000. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/5223_p22_cv_cana.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2014.

IAC - Instituto Agrônomo de Campinas. **Centro de cana**: histórico. Campinas, 2014. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/cana/centrocana.php?pg=historicocana>>. Acesso em: 20 mai. 2014.

KER, J.C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. 1995. 181 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

KORNDORFER, G.H. **Fertilizantes fosfatados sólidos e fluidos na cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1990. 91 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

KORNDORFER, G. H.; FARIA, R. J. de.; MARTINS, M. Efeito do fósforo na produção de cana-de-ano e cana-soca cultivada em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 10, p. 1667-1673, 1998. (Notas Científicas).

KORNDÖRFER, G.H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p. 290-306.

KORNDORFER, G. H.; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 92- 97, 2009.

LANDELL, M. G. A.; ALVAREZ, R.; ZIMBACK, L.; CAMPANA, M.P.; SILVA, M. de A.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; PERECIN, D.; GALLO, P. B.; MARTINS, A. L. M.; KANTHACK, R. A. D.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo Roxo da região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, v. 58. n. 2, p. 269-280, Campinas, 1999.

LANDELL, M. G. A.; PINTO, L.R; CRESTE, S.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; VASCONCELOS, A. C. M., BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N; SILVA, M. A. **Seleção de novas variedades de cana-de-açúcar e seu manejo de produção**. [S. l.]: Ipni, 2005. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/F485DF9D222EDCE183257AA1006BC680/\\$FILE/Enc18-24-110.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/F485DF9D222EDCE183257AA1006BC680/$FILE/Enc18-24-110.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2014.

LEMOSL, C.A.S. **Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto no cerrado**. 1986. 135 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

LIMA, A. F. P.; CASAGRANDE, A. A.; BARBOSA, J. C.; NEME, L. H. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar, no município de Dumont-SP, com a ocorrência de déficit hídrico no período de desenvolvimento**. Piracicaba: Stab, 1990.

LIMA, S. A. A.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. R.; SOUZA, C.; CAVALCANTE, F. S. Influência da adubação mineral sobre três cultivares de cana-de-açúcar na microrregião de Guarabira na Paraíba. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, n. 1, p. 92-99, 2006.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1998. 177 p.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MARTINS, N.G. S. **Os fosfatos na cana de açúcar**. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MATSUOKA, S. The contribution of man-made varieties to the sugar cane industry in São Paulo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 43, p. 282-289, 1991.

MATSUOKA, S.; GARCIA A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BOREN, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1999. p. 205-251.

MATSUOKA, S. **Relatório anual de programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar**. Araras: UFSCar, 2000. 39 p.

MEYER, J.H. The role of phosphorus in the production of sugarcane in South África. **Phosphorus in Agriculture**. London, v. 78, n.1 p. 23-32, 1980.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Projeções do agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf>. Acesso em: 19 maio 14.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **CANA-DE-AÇUCAR**. Brasília: Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 19 mai. 14.

MIOCQUE, J. Y. L.; MACHADO JR., G. R. Review of sugarcane varieties and breeding in Brasil. **Sugarcane Journal**, Tamil Nadu, v. 23. p. 9-13, 1977.

MORELLI, J. L. DEMATTÊ, J. L. I.; SILVA, J. A. V.; BAPTISTELLA, J. R.; GIOVANETTI, L. Z. Efeitos da aplicação do superfosfato simples em área total e dentro do sulco. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TECNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 1987, Olinda. **Anais...** Olinda: [s. n.], 1987, p. 76-83.

MORELLI, J. L.; NELLI, E. J.; BAPTISTELA, J. R.; DEMATTÊ, J. L. I. Termofosfato na produtividade da cana-de-açúcar e nas propriedades químicas de um solo arenosos de baixa fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, p.57-61, 1991.

MOTHCHI, E. P. **Características, gênese e aptidão agrícola de uma sequência de solos no Planalto Central Brasileiro**. 1977. 116 f. Dissertação (Mestrado em

Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

NUNES JUNIOR, D.; PINTO, R. S. A.; KIL, R. A. **Indicadores do desempenho da agroindústria canavieira: safra 2001-2002**. Ribeirão Preto: IDEA, 2002. 117p.

OLIMPIO, J. A. **A agricultura comercial e suas conseqüências sobre o ambiente nos municípios de palmeira do piauí e currais**. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004.

ORLANDO JÚNIOR, F.; ZAMBELO, E. J. Influência da adubação NPK nas qualidades tecnológicas da cana planta, variedade CB 41-76. **Brasil açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 6, p. 37-44, 1980.

PENATTI, C. **Uso de Ácido Fosfórico ou Superfosfato Triplo como Fonte de Fósforo para a Cultura da Cana-de-Açúcar**. 1991. 105 F. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

PEREIRA, J. R.; FARIA, C. M. B.; MORGADO, L. B. Efeito de níveis e do resíduo de fósforo sobre a produtividade de cana-de-açúcar em vertissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 43-48, 1995.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-ACÚCAR - PMGCA. **O PMGCA: histórico**. Araras, 2014. Disponível em: <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/html/pmg/progr.php>>. Acesso em: 20 maio 2014.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-ACÚCAR - PMGCA. **Censo varietal 2012**. Araras: CCA-UFSCar, 2013. Disponível em: <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/dow/Revista%20Censo%20Varietal%202012.pdf>> . Acesso em: 22 jul. 2014.

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

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, n. 100)

REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO - RIDESA. **Variedades RB: variedades RB de cana-de-açúcar**. São Carlos: UFSCar, 2008. Disponível em: <http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/dow/VariedadesRB_2008.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2014.

ROCHA, C. M. C. A região dos cerrados e as pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA CERRADOS. In: Simpósio sobre os Cerrados do Meio Norte, 1., 1997, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA, CPAMN, 1997. p. 57-80.

RODELLA, A. A.; MARTINS, M. Efeitos de fontes e formas de aplicação de fósforo na produtividade da cana-de-açúcar, em cana-planta. **Álcool e Açúcar**, [S. l.], v. 45, n. 8, p. 26-30, 1988.

RODRIGUES, T.E. **Mineralogia e gênese de uma sequência de solos dos Cerrados no Distrito Federal**. 1977. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.

RODRIGUES, M. R. **Fatores que afetam a fixação de fosfatos no estado de São Paulo**. Piracicaba, 1980. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Unesp, 1995. Disponível em: < <http://www.malavolta.com.br/pdf1071.pdf> > . Acesso em: 22 jul. 2014.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n. 110, p. 6-11, 2005. Encarte.

ROSSETTO, R.; FARHAT, M.; FURLAN, R.; GIL, M. A.; SILVA, S. F. Eficiência agrônômica do fosfato natural na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NAC. DA STAB, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: [s. n.], 2002. p. 276-282.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; PRADO JÚNIOR, J. P. Q. Fósforo. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 271-287.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). **Geo Brasil: perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília, DF: IBAMA, 2002. 440 p.

SANTOS, D. B. M. **Distribuição do fósforo no perfil do solo sob sistema plantio direto**. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SANTOS, D. H. **Efeito residual da adubação de plantio com torta de Filtro e fosfato solúvel na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar**. 2012, 112 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2012.

SCARDUA, R., SOUZA, J. A. G. C.; LEME, E. J. A. Effect of soil water and environmental temperature on sugarcane (*Saccharum spp.*) yield irrigated by the sprinkler system. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 5., 1980, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Abid, 1980. p. 177-185.

SERRA, G.E. **Efeitos da adubação fosfatada sobre algumas características agroindustriais do caldo de cana-de-açúcar, variedade CB 41-76**. 1973. 104 f.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 1973.

SILVA, F. L.; PEDROSO, C. A.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, P. M. A.; VIEIRA, M. S. **Análise de trilha para os componentes de produção de cana-de-açúcar via blup**. Viçosa: Ceres, 2009.

SIMÕES NETO, D. E. **Avaliação da disponibilidade de fósforo e recomendação Da adubação fosfatada para cana-planta em solos do estado de Pernambuco**. 2008. 105 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2008.

SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; ROCHA, A. T. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 840–848, 2009.

SOBRAL, B. W. S.; BRAGA, D. P. V.; LAHOOD, E. S.; KEIM, P. Phylogenetic analysis of chloroplast restriction enzyme site mutations in the Saccharinae Griseb. Subtribe of the Andropogoneae Dumort. tribe. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 87, n. 7, p. 843-853, 1994.

SOUZA, G.A. **Estudo comparativo de propriedades de Latossolos do Brasil**. 1979. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.

SOUZA, R. T. X.; KORNDORFER, G. H. Efeito da aplicação de fertilizantes fosfatados na produtividade da cana-de-açúcar. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1, 2011.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p.157-200.

SOUZA, J. A. G. C.; SCARDUA, R. Furrow irrigation of sugarcane in Araras, São Paulo. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., 1977, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: ISSTC, 1977.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo: essencial para a vida. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p.1-12.

TEIXEIRA, E. B.; BOLONHEZI, A. C.; FERNANDES, F. M.; SCHIMITZ, G. A. F. Resposta da variedade de cana-de-açúcar RB867515 a doses e fontes de fósforo num solo originalmente coberto por vegetação de cerrado. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2007, Ilha solteira. **Anais...** [S. l.], 2007.

TOMAZ, H. V. de Q. **Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo na cana-de-açúcar**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

VASCONCELOS, A. C. M.; MIRANDA, L. L. D. **Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematoides.**

Campinas: [s. n.], 2011. Disponível em:

<<http://www.nematoides.com.br/conteudo/publicacoes/PDF/dinamica.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 14.