

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**TEORES DE FÓSFOROS INORGÂNICOS, ANÁLISE
TECNOLÓGICA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM CANA-DE-
AÇÚCAR**

Fernando Abackerli de Pauli

Engenheiro Agrônomo

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA

**TEORES DE FÓSFOROS INORGÂNICOS, ANÁLISE
TECNOLÓGICA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM CANA-DE-
AÇÚCAR**

Fernando Abackerli de Pauli

Orientador: Prof. Dr. Marcos Omir Marques

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL, SP.

Julho, 2015

Pauli, Fernando Abackerli de
P327t Teores de fósforos inorgânicos, análise tecnológica e atividade enzimática em cana-de-açúcar / Fernando Abackerli de Pauli. – – Jaboticabal, 2015
iv, 65 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientador: Marcos Omir Marques

Banca examinadora: Fábio Olivieri de Nobile, Teresa Cristina Tarle Pissarra

Bibliografia

1. Cultivares. 2. Maturação. 3. Polifenoloxidase. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

CDU 633.61:631.416

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TEORES DE FÓSFOROS INORGÂNICOS, ANÁLISE TECNOLÓGICA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM CANA-DE-AÇÚCAR

AUTOR: FERNANDO ABACKERLI DE PAULI

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCOS OMIR MARQUES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCOS OMIR MARQUES
Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. TERESA CRISTINA TARLE PISSARRA
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. FÁBIO OLIVIERI DE NOBILE
Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos / Barretos/SP

Data da realização: 23 de setembro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Fernando Abackerli de Pauli- Nascido no dia 05 de março de 1987 na cidade de Araraquara, Estado de São Paulo, onde cursou os níveis fundamental e médio. Em Março de 2007 ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, campus de Jaboticabal. Durante o curso desenvolveu trabalhos na cultura da cana-de-açúcar. Em 2012 obteve o título de Engenheiro Agrônomo e em 2013 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela mesma universidade. Durante a pós-graduação foi bolsista CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) continuando a desenvolver pesquisas na mesma cultura, com ênfase na competição entre cultivares. De outubro de 2014 a maio de 2015 trabalhou como Agente de Geração de Demanda para a Bayer Cropscience. Até o momento possui 1 capítulo publicado em livro, 35 resumos publicados em congressos nacionais e internacionais, participação em 3 bancas de conclusão de curso, organização de 4 eventos e 2 artigos completos publicados em periódicos.

DEDICO...

À toda minha família

Laercio, Leila, Priscila, Leandro e Helena

E as memórias das pessoas no qual iremos reencontrar:

Vó Santa, Vô Barrigudo, Vô Fioravante e José Maria

AGRADECIMENTOS

Agradeço á minha família, pelo amor, paciência e apoio em todos os momentos difíceis da vida, de forma incondicional e sincera.

Ao Professor Marcos, pela amizade e paciência em todos estes anos, e por todos os importantes ensinamentos, tanto acadêmicos quanto da vida, que foram transmitidos a mim através dele.

Agradeço ao Antônio e Fátima Petruz, pela amizade carinho. A Marília, pelo amor, apoio e felicidade em todos estes anos.

Agradeço a meu grandes amigos Matheus, Talita, Cecilia e Thaisa pela ajuda, apoio e consideração.

Aos meus companheiros de mestrado, Kaio, Bruno e Hélio, pela amizade no decorrer dos anos, tempos bons e ruins que dividimos e superamos em conjunto.

Aos Companheiros de Laboratório, em especial ao Wlademir conhecido como meu pai por nossa bela semelhança.

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	1
Introdução	1
Revisão de Literatura	2
Enzima Polifenoxidase	2
Análises Tecnológicas.....	4
Fósforo	6
Referências Bibliográficas.....	7
CAPÍTULO 2 - Atividade da polifenoxidase em caldos de cultivares de cana-de-açúcar, extraídos de diferentes partes do colmo durante a safra 2011/2012.....	13
Resumo	13
Introdução	13
Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão.....	16
Conclusão	20
Referências Bibliográficas.....	21
CAPÍTULO 3 – Avaliação Tecnológica de cultivares tardios de cana-de-açúcar ao longo da safra 2011/2012.....	24
Resumo	24
Introdução	24
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	28
Conclusão	35
Referências Bibliográficas.....	36
Capitulo 4- Fosfatos solúveis em caldo de cultivares de cana-de-açúcar ao longo da safra.....	42
Resumo	42
Introdução	42
Material e Métodos.....	44
Resultados e Discussão.....	45

Conclusão	52
Referências Bibliográficas	52
Capítulo 5- Considerações Finais	56
Apêndices.....	57
Anexos	62
Referências Bibliográficas.....	64

TEORES DE FÓSFOROS INORGÂNICOS, ANÁLISE TECNOLÓGICA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo – Os diversos cultivares de cana-de-açúcar criados a partir de melhoramentos genéticos apresentam diferentes aspectos agroindustriais, gerando além de diferentes remunerações, produtos com qualidades diferenciadas na unidade industrial. Desta maneira, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de comparar cultivares de cana-de-açúcar quanto às suas variáveis tecnológicas, atividades enzimáticas e teores de fosfatos. As amostragens dos colmos de cana foram coletadas nas parcelas experimentais instaladas na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da FCAV/UNESP- Jaboticabal, SP. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol do departamento de Tecnologia. Os cultivares apresentaram diferença em relação aos teores enzimáticos, níveis de fosfatos inorgânicos e características tecnológicas. O cultivar RB867515 obteve os resultados mais satisfatórios do estudo, excetuando-se pela atividade enzimática, onde o cultivar SP81-3250 destacou-se. Todos os genótipos apresentaram teores adequados de fósforo inorgânico para um eficiente processo de clarificação.

Palavras-chave – Cultivares, Maturação, Polifenoloxidase

LEVELS OF INORGANIC PHOSPHORUS, ANALYSIS TECHNOLOGY AND ENZYME ACTIVITY IN SUGARCANE

Abstract – The different cultivars of sugarcane created from genetic improvements have different agroaspects, generating besides different remuneration, products with differentiated qualities in the industrial unit. Thus, this study was conducted in order to compare cultivars of sugarcane as well their technological variables, enzymatic activity and phosphate levels. Sampling of cane stems occurred in Farm Research Education and Extension FCAV / UNESP- Jaboticabal, SP. Analyses were performed in the Sugar and Ethanol Technology Laboratory in technology department of the same university. The cultivars showed differentiation from enzyme levels, inorganic phosphate levels and technological characteristics. The cultivar RB867515 obtained the most satisfactory results of the study, except it is the enzymatic activity, where the SP81-3250 stood out. All genotypes showed inorganic phosphorus levels appropriate for efficient clarification process.

Keywords – Cultivars, Maturation, Polyphenoloxidase

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. Introdução

No Brasil atualmente são cultivados 10,344 milhões de hectares com a cana-de-açúcar, apresentando redução de 2,83% da área destinada a esta cultura em relação à safra anterior. Na safra 2014/2015 a produção brasileira chegou a 688,672 milhões de toneladas, sendo que a estimativa da safra 2015/2016 aponta uma retração de 1,46%, obtendo 678,644 milhões de toneladas (UDOP, 2015).

Porém, mesmo com a retração da área, a elevação da produtividade média brasileira auxilia a frenagem da queda da produção, pois elevou-se de 69,653 para 71,556 toneladas por hectare, apresentando variação positiva de 2,73%, destacando o Mato Grosso do Sul com acréscimo de 8,05% e São Paulo com 4,68% (UDOP, 2015).

Até a primeira quinzena de junho da safra 2015/2016, a região Centro-Sul obteve um acumulado de 153,905 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, apresentando queda de 3,11% em relação à safra passada. Esta retração é causada principalmente devido à redução da produção na região de São Paulo (13,36%) com 87,702 milhões de toneladas, enquanto que na mesma data na safra anterior produziu mais de 100 milhões de toneladas. Por outro lado os demais estados obtiveram um aumento relevante de 14,91%, partindo de 58 para 66 milhões de toneladas da matéria prima (ÚNICA, 2015).

A qualidade da matéria-prima do Estado de São Paulo também sofre um decréscimo, apresentando ATR/tonelada de cana 2,67% inferior (118,40 kg/t) ao mesmo período da safra anterior (121,65 kg/t). Em consequência disso e da produção levemente reduzida, ocorre uma retração nas produções de açúcar (20%) e etanol (13%) do estado de São Paulo até a data, e um aumento na utilização da matéria-prima para a produção do biocombustível de cerca de 2% no país, totalizando cerca de 62% do produto utilizado para produção de etanol (ÚNICA, 2015).

Mesmo com a safra atual apresentando uma expectativa de produção inferior em comparação à safra passada, é inegável a evolução da produção brasileira de

cana-de-açúcar, devido em grande parte ao melhoramento genético dos cultivares, utilizando-se da seleção diferenciada e hibridação. Através destes métodos, os pesquisadores desenvolvem cultivares aptos a diversos ambientes com características desejáveis tanto para seu cultivo quanto sua industrialização, assim desempenhando alta eficiência em diversas condições de solo, clima e manejo agrônomico (DINARDO-MIRANDA et al., 2008; LANDELL et al., 2008).

No processo de fabricação do açúcar e etanol, diversas características influenciam na qualidade final destes produtos, sendo necessária a análise dos diversos materiais genéticos disponíveis para obtenção do cultivar que, em determinado solo, clima e tratos culturais, possa desempenhar além de boa produtividade, satisfatória qualidade industrial do caldo.

2. Revisão de Literatura

2.1. Enzima Polifenoloxidase

No intuito de acelerar as reações bioquímicas, as enzimas exercem a função de catalisadores biológicos específicos, controlando os processos vitais (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Possuem ainda alto grau de especificidade para seus substratos, reagindo sob condições propícias de pH e temperatura, catalisando e transformando em energia química as reações de degradação das moléculas dos nutrientes (NELSON; COX, 2004).

A enzima Polifenoloxidase (PPO; E.C. 1.14.18.1) está presente em fungos, microorganismos e plantas (ARAÚJO, 1999), compreendendo 2 enzimas distintas, diferenciadas através da especificidade de seus substratos. A primeira denominada polifenolase, tirosinase, fenolase, catecol oxidase, creolase ou catecolase possui a maior importância, por causar o escurecimento oxidativo dos tecidos, e a segunda, denominada lacase possui ação restrita à oxidação de orto e paradifenóis.

A PPO é integrante do grupo das oxirredutases contendo cobre como grupo prostético (MENDONÇA; GUERRA, 2003), sendo relacionada à oxidação de compostos que possuem um grupo fenol, denominados fenólicos, advindos de

produtos secundários (TAIZ; ZEIGER, 2009). Sua ação enzimática advém da liberação da o-quinona do sítio ativo das tirosinases, que através de reações não-enzimáticas com os nucleófilos, resultam nas melaninas, pigmentos de coloração que escurecem os tecidos vegetais (Figura 1) (ÉSPIN et al., 1995).

A Polifenoloxidase desempenha importante papel antimicrobiano. Sua atividade gera uma maior resistência da planta aos ataques de patógenos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), devido à formação das quinonas (compostos altamente tóxicos utilizados no combate aos microorganismos), à liberação de produtos tóxicos que combatem bactérias e fungos (CAMPOS et al., 1996) e aos polímeros, que inibem o ataque de alguns insetos ao desempenhar papel semelhante aos taninos (CAMPOS; SILVEIRA, 2003).

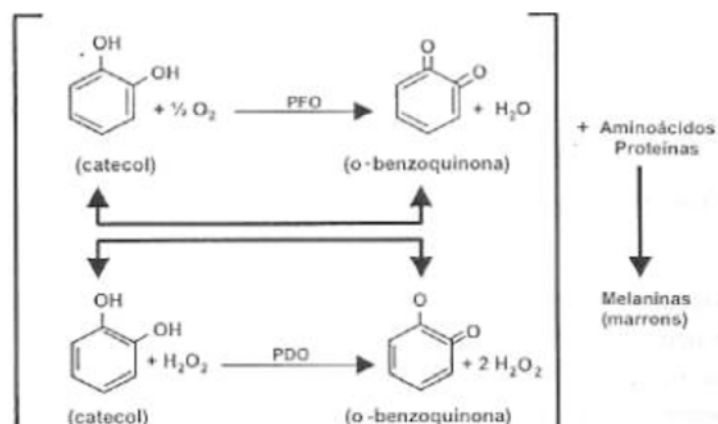


Figura 1. Ação enzimática da Polifenoloxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

Desta forma altas concentrações da PPO resultam em concentrações elevadas de produtos tóxicos, elevando a resistência às infecções (AGRIOS 1997). Porém, como consequência, podem ocorrer alterações na coloração e no sabor dos alimentos (YOSHIYAMA; ITO, 1996), diminuindo a qualidade nutritiva do produto, acarretando em perdas econômicas consideráveis (ARAÚJO, 1999).

A liberação da enzima nos vegetais é causada principalmente por injúrias sofridas nos processos industriais, onde a colheita inicia um estresse que se agrava nos processos seguintes da produção, causando mudanças no metabolismo da

planta e elevando a probabilidade de danos mecânicos. (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MENDONÇA; GUERRA, 2003).

Assim, a partir dos conceitos apresentados, torna-se fundamental o controle da PPO para a manutenção da qualidade dos produtos industriais. Isto posto, propõe-se o método físico de tratamento térmico das enzimas, anulando a atividade enzimática através da elevação da temperatura, porém tendo como possível resultado a perda da qualidade nutricional e sensorial dos produtos. Como opção, o tratamento químico utiliza inibidores potenciais da enzima PPO destacando-se o ácido cinâmico, ácido benzóico, ascórbico e cítrico, no intuito de reduzir o pH e proporcionar condições adversas à atividade da polifenoloxidase (MENDONÇA; GUERRA, 2003)

2.2. Análises tecnológicas

Em 1983, no estado de São Paulo, foi oficializado o sistema de remuneração da cana-de-açúcar baseado no teor de sacarose presente nos colmos (VALSECHI et al., 1983). Antes disso, o pagamento pela matéria prima era realizado com base apenas no peso, não considerando sua qualidade (SACHS 2007), critério que mostrou-se deficiente e apresentava diversos inconvenientes (VALSECHI, 1968).

Desta maneira, o ato 25 foi publicado no Diário Oficial da União, impondo a todas as usinas e destilarias com mais de três anos de funcionamento, a remuneração da cana-de-açúcar aos seus fornecedores pelo teor de sacarose (SACHS, 2007).

Este novo sistema denominava-se Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (PCTS), onde o governo fixava o preço da cana a partir da pré-estabelecida “cana-padrão”, determinada pela Comissão Regional de Pagamento da cana pelo Teor de Sacarose de cada estado, composta por representantes dos industriais, fornecedores e do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA). Em São Paulo a tonelada de cana padrão equivalia a um Pol%Cana de 12,257% e pureza igual a 83,87%. Assim, canas com parâmetros iguais ou acima destes recebiam uma melhor remuneração, e abaixo destes um pagamento inferior (SACHS, 2007).

No ano de 1999, ocorreu a liberação dos preços da cana-de-açúcar e de seus derivados e, antevendo os futuros problemas desta decisão governamental, foi criada a CONSECANA, Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. Este conselho é constituído por um grupo técnico e econômico formado por representantes do setor industrial, indicados pela União da Agroindústria do Açúcar e do Álcool do Estado de São Paulo (ÚNICA) e representantes dos produtores de cana, indicados pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA), tendo como principal responsabilidade zelar pelo relacionamento de ambas as partes (CONSECANA, 2006).

O grupo manteve a remuneração da cana-de-açúcar pelo teor de sacarose, porém com base na concentração total de açúcares (glicose, frutose e sacarose) recuperáveis no processo industrial, denominados Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) expressos em quilograma por tonelada de cana (SEGATO et al., 2006). Esta variável tecnológica é avaliada de acordo com os preços do açúcar e etanol praticados pelas usinas nos mercados internos e externos (CONSECANA, 2006).

Desta forma em ambos os métodos de remuneração pelo teor de sacarose, o produtor é melhor remunerado ao fornecer cana-de-açúcar mais rica, estimulando-o a buscar uma produção de alta qualidade ao invés de elevada quantidade (LEME FILHO, 2005). Para avaliar esta qualidade, análises tecnológicas são realizadas na matéria prima oriunda do campo. Assim todos os caminhões, além de pesados, são submetidos às amostragens e estas analisadas para a quantificação dos açúcares presentes (SILVA, 2007).

As variáveis brix, fibra, porcentagem de sacarose aparente (POL) e açúcares redutores (AR) são determinadas no laboratório da unidade industrial, e a partir destas o ATR é calculado, seu valor médio publicado mensalmente pela CONSECANA, e utilizado na multiplicação pelo total de toneladas de cana entregue à unidade industrial (DINARDO-MIRANDA et al., 2008; SILVA NETO 2014). Estas variáveis tecnológicas são características intrínsecas da própria planta, sofrendo alterações pelo manejo agrícola e industrial, pelo meio ambiente, ataque de pragas e doenças, a maturação e principalmente pelas diferenças genéticas entre os cultivares (FERNANDES, 2000; RAMALHO, 2001; STUPIELLO, 1992).

2.3. Fósforo

O fósforo é o décimo primeiro elemento mais abundante na superfície da terra, comumente encontrado como fosfato (MCCARTY et al., 2003). Constitui cerca de 0,2% do peso seco das plantas, sendo o segundo maior limitador do crescimento e desenvolvimento dos vegetais, atrás somente do nitrogênio (HOLFORD, 1997).

Constitui elemento chave de diversas reações bioquímicas e metabólicas presentes nas vias C_3 e C_4 do ciclo de Calvin e da glicólise, formando proteínas, participando da divisão celular, fotossíntese, respiração, formação de sacarose e sendo integrante estrutural de macromoléculas como fosfolipídios, ácidos nucleicos e adenosina trifosfato (ATP), (MARTINS, 2004; ALEXANDER, 1973). Sua deficiência causa distúrbios imediatos no metabolismo das plantas (CESAR et al., 1987), acarretando encurtamento e afinamento dos colmos, secagem e torção da ponta das folhas mais velhas tornando-as de coloração palha e diminuição da produção de sacarose (FIGUEIREDO, 2009; HAAG et al., 1987),

No colmo da cana-de-açúcar, este elemento é encontrado em quantidades inferiores ($13\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) do que o nitrogênio ($93\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e o potássio ($98\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (MEYER, 1980), apresentando-se 95% na forma solúvel, e concentrando-se mais nos tecidos meristemáticos, seguido pelos colmos em elongação, folhas jovens, folhas velhas e colmo maduro (MARTINS, 2004; CLEMENTS, 1995),

No caldo extraído o fósforo é encontrado na forma orgânica e mineral, em sua maioria solúvel (DELGADO; CESAR, 1977). A forma orgânica (20-40%) é observada nos fosfolipídios, fosfatonucleotídeos, fosfatohexoses e fostoproteínas, e a inorgânica (60-80%) apresenta-se como íons livres (GARG, 1979; SHARMA et al., 1981). A forma orgânica é afetada devido ao estágio em que a planta se encontra. Teores elevados são observados na etapa do crescimento fisiológico ($60\text{-}70\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e menores no processo de maturação (HONIG, 1960).

A quantidade de fosfato presente no caldo é diretamente proporcional a sua extração do solo (KORNDORFER, 2003), que por sua vez é influenciado pelo cultivar utilizado (SOUSA; LOBATO, 2004; DELGADO; CESAR, 1984).

A relevância destes compostos fosfatados estarem presentes no caldo da cana-de-açúcar é originária da sua função nos processos de fabricação de açúcar (HONIG, 1969) e etanol no favorecimento das leveduras (CESAR et al., 1987).

A eficiência do processo de clarificação do caldo na produção de açúcar está intimamente ligada aos teores de fósforo inorgânicos presentes, pois estes reagem com o hidróxido de cálcio adicionado na caleagem formando fosfatos de cálcio insolúveis, no qual sofrem precipitação arrastando as impurezas floculadas ao fundo do decantador (AOKI; TAVARES, 1988; CESAR et al., 1987). Desta forma, elevados teores do elemento inferem numa maior eliminação dos coloides (PAYNE, 1969), na adequada floculação dos precipitados e no caldo de mínima turbidez (MIGUEL, 1954), gerando um produto com maior estabilidade de cor e facilitando o processo de refino do açúcar (MEADE, 1963).

Visando a produção de etanol, os teores de fosfatos presentes no caldo refletem na fermentação alcoólica, tendo estes a função da transferência e armazenamento de energia na célula de levedura (AMORIM, 1985). Sendo assim, torna-se o elemento essencial para a produção do combustível, contribuindo também para o aumento do rendimento alcoólico da fermentação (SANTOS, 2008).

Isto posto, torna-se imprescindível a determinação dos teores de fósforo inorgânicos presentes no caldo de cana-de-açúcar, para que a alta qualidade final do produto, seja açúcar ou etanol, esteja assegurada (MAHADEVIAH et al., 2007).

2.4. Referências Bibliográficas

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.

ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier, 1973. P.752.

AMORIM, H.V. Nutrição mineral da levedura, aspectos teóricos e práticos. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA "JAYME ROCHA DE ALMEIDA", 4., Piracicaba, 1985. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 1985. p.144- 148.

AOKI, I. V.; TAVARES, F. A. Comparação entre os processos de sulfitação e de carbonatação quanto à retirada de fosfatos e às características de sedimentação dos

caldos clarificados. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.6, n.6, p.43-49, ago., 1988.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1999. p. 319-329.

CAMPOS, C. F.; SOUZA, P. E. A.; COELHO, V.; GLÓRIA, M. B. A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 20, n. 6 p. 487-500, 1996.

CAMPOS, A. D. ; SILVEIRA, E. M. L. **Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas**. Pelotas: Embrapa, 2003. Comunicado Técnico, 87.

CESAR, M.A.A.; DELGADO, A.A.; CAMARGO, A.P.; BISSOLI, B.M.A.; SILVA, F.C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v.5, n.5/6, p.32-38, 1987.

CHITARRA, M. I. F. ; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. p. 688.

CLEMENTS, H. F. La absorcion y distribucion del fosforo en la planta de cana de azucar. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 5, n. 1, p. 3-25, 1955.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONSECANA- SP). **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006.

DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Sertãozinho: Zanini, 1977. 3v.

DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. Determinação de fosfatos em caldo e mosto de cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 2, n. 4, p. 42-45, 1984.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p 221-724.

ÉSPIN, J. C.; MORALES, M.; VARON, R.; TUDELA, J.; GARCACANOVAS, F. A continuous spectrophotometric method for determining the monophenolase and diphenolase activities of apple polyphenol oxidase. **Analytical Biochemistry**, v.231, p. 237-246, 1995.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar**. Piracicaba, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000. 193p.

FIGUEIREDO, A.M. O elemento fósforo na cultura da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.27, n.5, p.28, jun.2009.

GARG, A. Phospholipids in cane juice and their fate during clarification. **Int. Sugar J.**, Mancheste, v.81, p. 200-205, 1979.

HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CARMELO, Q.A.C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap.1, p.88-159.

HOLFORD, I.C.R. Soil phosphorus: its measurement and, its uptake by plants. **Australian Journal of Soil Research**, v.35, n.3, p.227-239, 1997.

HONIG, P. The presence of phosphate in cane juice. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 10., Hawaii, 1959. **Proceedings**. Amsterdam: Elsevier, 1960. p.351-361.

HONIG, P. **Principios de tecnologia azucarera**. México: Continental, 1969. v.1.

KORNDORFER, G.H. Resposta da cultura da cana-de-açúcar à adubação fosfatada. **Informações agronômicas**, v.102, p.7, jun. 2003.

LANDELL, M. A. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p. 349-404.

LEME FILHO, J. R. A. **Estudo comparativo dos métodos de determinação e de estimativa dos teores de fibra e de açúcares redutores em cana-de açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2005. 155 f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, 2005.

MAHADEVAIAH, M. S.; KUMAR, Y.M. S. ABDUL GALIL, M. S. SURESHA, M. A. SATHISH, G. NAGENDRAPPA. A simple spectrophotometric determination of phosphate in sugarcane juices, water and detergent samples. **Journal of Chemistry**, v. 4, n. 4, p. 467-473, 2007.

MARTINS, N. G. S. **Os fosfatos na cana-de-açúcar**. 2004. 87 pf. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo 2004 – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MCCARTY, C.; MCCARTY, P.; PARKIN, G. F. Chemistry for environmental engineering and Science 5th Ed., Tata McGraw- **Hill Publishing Company Ltd**, 2003, pg 677.

MEADE, G. P. Composition of cane and juice. In. **Cane sugar Handbook**. 9. ed. New York: Wiley, 1963. p. 23-26.

MENDONÇA, S. C. ; GUERRA, N. B. Métodos físicos e químicos empregados no controle do escurecimento enzimático de vegetais. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 113- 116, 2003.

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

MIGUEL, F. **Clarificación de azúcares de caña**. Mems. Asoc. Téc. azuc. Cuba, Habana, 19:205-11, 1954.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lenhinger: Princípios de Bioquímica. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2004. 1119p.

PAYNE, J. H. **Reacciones fundamentales del processo de clarificacion.** In: HONIG, P., ed. Principios de tecnologia azucarera. Mexico, Continental, 1969. v.1, cap. 13, p.437-64.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária.** 2 ed, Lavras: UFLA, 2001. 472p.

SACHS, R. C. C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v. 37, n. 2, 2007.

SANTOS, A. M. **Estudo da influência da complementação de nutrientes no mosto sobre o processo de fermentação alcoólica em batelada.** 2008. 12 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Unidade Acadêmica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP2, 2006. p. 398-400.

SHARMA, S.C.; JOHARY, P. C.; RAO, G.S.C. Cane juice phosphate and clarification. **Int. Sugar J.**, High Wycombe, v. 83, n. 985, p. 3-5, 1981.

SILVA, D. P. **Estudo econômico do período de duração da safra de cana-de-açúcar na produção de açúcar e álcool para usinas de médio porte da região Centro-Sul do Brasil.** 2007. 185f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Mauá, Centro. Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2007.

SILVA NETO, H. F. **Qualidade da cana-de-açúcar avaliada nas partes do colmo.** 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia-Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/114000>.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2004.

STUPIELLO, J.P. **Produção de aguardente: qualidade da matéria-prima**. In: MUTTON, M.J.R., MUTTON, M. A. Aguardente de cana: produção e qualidade. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.9-21, 93-132.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TORTORA, G.J. ; FUNKE, B. R. ; CASE, C. L. Metabolismo microbiano. In: **Microbiologia**. 8.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. cap. 5, p. 111-121.

UDOP. União dos Produtores de Bionergia. **Dados de Previsão de Safra - Cana-de-Açúcar - Mês de Maio de 2015**. Disponível em http://www.udop.com.br/download/estatistica/area_cultivada/mai15_ibge_previsao_cana_para_estados.pdf. Acesso em 06 de Julho de 2015.

ÚNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Relatório de Acompanhamento de Safra 2015/2016 Até 16/06/15**. Disponível em <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=63>. Acesso em 06 de Julho de 2015.

VALSECHI, O. Considerações gerais relativas ao pagamento da cana-de-açúcar, face à Lei 4870, de 1/12/1965. In: VALSECHI, O.; OLIVEIRA, E. R. de; STUPIELLO, J. P.; DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A.; OLIVEIRA, A. J. de; NOVAES, F. V. **Análise em cana-de-açúcar para efeito de pagamento**. Piracicaba: ESALQ/IAA, 1968. p. 3-13.

VALSECHI, O. A; PARAZZI, C.; ANTONIO, A.; DANIEL, M. L. **Pagamento de cana pelo teor de sacarose no Estado de São Paulo**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. 1983. 20 p.

YOSHIYAMA, M. ; ITO, Y. Decrease of adstringency of cacao beans by an enzymatic treatment. **Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi**,. v.43, n.2, p. 124-129, 1996.

CAPÍTULO 2 - Atividade da polifenoloxidase em caldos de cultivares de cana-de-açúcar, extraídos de diferentes partes do colmo durante a safra 2011/2012.

RESUMO - A atividade da polifenoloxidase resulta no escurecimento enzimático, alterando a cor do caldo da cana-de-açúcar, com reflexos negativos na qualidade do açúcar produzido. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade enzimática da polifenoloxidase em caldos de diferentes cultivares, partes do colmo e estágios de desenvolvimento da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido na FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas sub-subdividas com 3 repetições, totalizando 72 parcelas. Os tratamentos foram os cultivares: RB72454, RB867515 e SP81-3250, as partes do colmo (nó e entrenó) e as épocas de coleta de amostras (0, 18, 48 e 82 dias após a primeira análise), sendo a primeira amostragem realizada em 28/03/2011. Procedeu-se à análise de variância (Teste F) e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As maiores atividades enzimáticas foram observadas na região dos nós, o cultivar RB867515 obteve o pior resultado, já o cultivar SP81-3250 apresentou o melhor resultado, inferindo um material que poderá proporcionar açúcar de alta qualidade. Os cultivares SP81-3250 e RB72454 obtiveram acréscimos em suas atividades, seguidos de queda devido ao processo de maturação.

Palavras-chaves: atividade enzimática, compostos fenólicos, qualidade do açúcar

Introdução

Dentre os fatores que interferem na qualidade do açúcar, destaca-se o índice de cor que, por sua vez, é influenciado pela coloração do caldo a qual varia de acordo com as características intrínsecas da matéria-prima. Assim, o maior índice de cor do caldo contribui para a formação de cristais de açúcar mais escuros (VICKERS et al., 2005), reduzindo sua qualidade, o que pode resultar em restrição de mercados, especialmente aqueles com padrões de qualidade mais exigentes (JACKSON et al., 2006).

O caldo de cana apresenta coloração variando de parda a verde-escuro, em decorrência da presença de pigmentos como a clorofila, flavonóides e compostos fenólicos (OLIVEIRA et al., 2007). A coloração do caldo pode ser alterada em decorrência de quatro fatores: características intrínsecas da planta (ocorrência de escurecimento enzimático), e fenômenos que ocorrem no processo de

industrialização, como reação de Maillard, caramelização ou degradação alcalina (BUCHELI; ROBINSON 1994).

A enzima com maior atividade no caldo de cana é a polifenoloxidase (PPO) (EC.1.14.18.1) quando comparada a peroxidase (POD) (BUCHELI & ROBINSON, 1994) onde a PPO promove a formação de substâncias coloridas, na medida em que oxida compostos fenólicos na presença de oxigênio molecular, resultando na formação de quinonas (KWIATKOWSKI et al., 2012; BUCHELI & ROBINSON, 1994), compostos altamente tóxicos, utilizados pela planta no combate a microrganismos (ALVARENGA et al., 2011). Além disso, a sua atividade estabelece correlação direta com o escurecimento do caldo (QUDSIEH et al., 2002),

A atividade da PPO, ao longo do comprimento do colmo, se intensifica na medida em que se aproxima do ponteiro. A idade da cana também interfere de tal forma que as maiores atividades ocorrem em canas que ainda não atingiram o estágio de maturação em seu grau mais elevado (QUDSIEH et al., 2002; SILVA NETO, 2014)

Outra diferenciação ocorre quando se compara nós e entrenós. Nesse sentido, Bucheli et al. (1996) constataram maior atividade da PPO no nó, sendo este fato ter explicação baseada no intuito da espécie em proteger os seus meristemas embrionários (gemas), atuando como mecanismo de defesa para a perpetuação da espécie. Além do fato de que a região nodal possui elevados teores de acidez fixa e total, açúcares redutores e teores inferiores de sacarose em comparação à região dos entrenós, além de apresentar maior atividade metabólica (SILVA NETO et al., 2014), inferindo ser esta uma região que pode proporcionar caldos mais escuros e de pior qualidade (MENEZES et al., 2008).

Neste sentido, a hipótese desse trabalho foi de que os cultivares e as partes do colmo poderiam apresentar diferentes atividades enzimáticas ao longo da safra 2011/2012. Inserido nesse foco, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade enzimática da PPO em caldos extraídos de diferentes cultivares, partes do colmo e estágios de desenvolvimento da cultura.

Material e Métodos

A área experimental foi instalada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP-Jaboticabal. Sua altitude média é de 575 m acima do nível do mar, e sua localização geográfica é definida como: latitude 21° 15' 22"S e longitude 48° 18' 58" WG. O clima é do tipo tropical com inverno seco, classificado como Aw pelo Sistema Internacional de Classificação de Köppen, e a pluviometria média anual são de 1405,2 mm, com concentração de chuvas no verão (CEPAGRI/UNICAMP, 2012). O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho Eutroférico, a moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999)¹.

O experimento foi constituído de 4 blocos, em cada bloco os cultivares eram representados pelas parcelas experimentais, cada parcela era composta por 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento e espaçamento de 1,5 metros entre elas, totalizando 90m². Considerou-se como área útil, em que se realizaram as amostragens, as três linhas centrais, descartando-se um metro de cada extremidade, resultando em uma parcela de 45m². O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas sub-subdivididas com 3 repetições, totalizando 72 parcelas

Dentro da área útil foram colhidos 10 colmos industrializáveis, estes despontados, despalhados, e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol. No laboratório de Tecnologia procedeu-se as análises, os colmos foram cortados com o auxílio de uma serra elétrica manual do tipo "tico-tico", cada cultivar foi separado em nó (correspondente as gemas embrionárias mais 3cm para ambos os lados do colmo) e entrenó (restante do colmo que não foi considerado nó) para as análises.

Os tratamentos testados foram resultantes da combinação dos cultivares em estudo (3) com as partes do colmo (2) e as épocas de amostragem (4), totalizando 24 tratamentos. Os tratamentos principais foram os cultivares de cana-de-açúcar: SP81-3250, RB72454 e RB867515, classificados como de maturação do meio para o final da safra (MARQUES et al., 2008); os tratamentos secundários foram as

partes do colmo (nó e entrenó) e os ternários as épocas de análises ao longo da safra: 0 (6 meses e 1 dia de idade da safra), 18 (6 meses e 19 dias), 48 (7 meses e 19 dias) e 82 (8 meses e 22 dias) dias após a primeira análise realizada em 28/03/11. Os cultivares no momento das análises encontravam-se nas condições de cana soca de 2° corte inserida na safra 2011/2012.

No caldo extraído de cada parte do colmo, foram realizadas as determinações da atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) conforme adaptação do método proposto por Ponting e Joslyn (1948) citado por Campos et al. (1996), sendo definido que uma unidade de atividade enzimática (UE) é a quantidade de extrato enzimático capaz de aumentar a absorbância em 425 nm, com taxas de 0,001 unidades por minuto ($0,001 \Delta A_{425}/\text{min}$). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F). Quando houve significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com Pimentel Gomes (1981).

Resultados e Discussão

Os valores médios da atividade enzimática obtida pelos cultivares, assim como pelas partes do colmo e épocas de avaliação, estão apresentados na Tabela 1. A discussão, porém, basear-se-á nos desdobramentos das interações que se mostraram significativas pela análise de variância.

Verifica-se, que as maiores atividades enzimáticas ocorreram nos caldos provenientes dos nós (Figura 1), concordando com os resultados de Bucheli et al. (1996).

Considerando apenas o caldo extraído do nó, a atividade enzimática no cultivar RB867515 foi superior, reforçando os resultados encontrados por Silva Neto (2014). Dessa forma, cria-se a expectativa de que esse cultivar deva, por isso, dificultar a obtenção de caldos claros (BUCHELI & ROBINSON, 1994; QUDSIEH et al., 2002; MENEZES et al., 2008) e, conseqüentemente, desencadear todos os efeitos negativos enaltecidos por Vickers et al. (2005) em relação à qualidade do açúcar e a sua comercialização (JACKSON et al., 2006).

Em se tratando de caldo extraído dos entrenós, os cultivares RB72454 e RB867515 apresentaram atividades enzimáticas superiores e de mesma ordem de grandeza. Esse resultado é concordante com Silva Neto (2014), na medida em que classificou o cultivar SP81-3250 como agente facilitador da produção de açúcar

TABELA 1. Valores médios de atividade da polifenoloxidase (PPO) para cultivares, partes do colmo e épocas de análises, além de dados estatísticos.

Cultivares (C)	PPO (0,001 $\Delta A_{425}/\text{min}$)
RB72454	25,94 b
RB867515	30,20 a
SP81-3250	21,35 c
Teste F	32,85**
CV (%)	14,64
DMS (5%)	3,35
Partes do Colmo (P)	
Nó	31,08 a
Entrenó	20,58 b
Teste F	823,47**
CV (%)	6,01
DMS (5%)	0,90
Épocas (E - dias)	
0	22,82 b
18	27,42 a
48	28,87 a
82	24,21 b
Teste F	21,40**
CV (%)	9,93
DMS (5%)	2,30
Estatística	
C x P	45,23**
C x E	8,09**
P x E	4,59**
C x P x E	2,75*

Médias seguidas de letras distintas na vertical, em cada tratamento, diferem entre si pelo Teste de Tukey. *, ** - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. CV – coeficiente de variação.

Os cultivares SP81-3250 e RB72454 apresentaram elevação da atividade enzimática aos 18 e 48 dias, seguido de decréscimo (Figura 2). Sendo tais cultivares de ciclo de maturação média e média-tardia respectivamente, nesse período o processo de maturação, em curso, justifica a diminuição da atividade enzimática

resultante da degradação química dos compostos fenólicos, diminuindo o substrato para ação da enzima (QUDSIEH et al., 2002). Para o cultivar RB867515, por ser de maturação tardia, no período avaliado o mesmo se encontrava fora do ponto máximo de acúmulo de sacarose, justificando a estabilidade dos resultados ao longo do tempo, além de apresentar níveis elevados de atividade enzimática, restringindo a comercialização de seu açúcar (JACKSON et al., 2006).

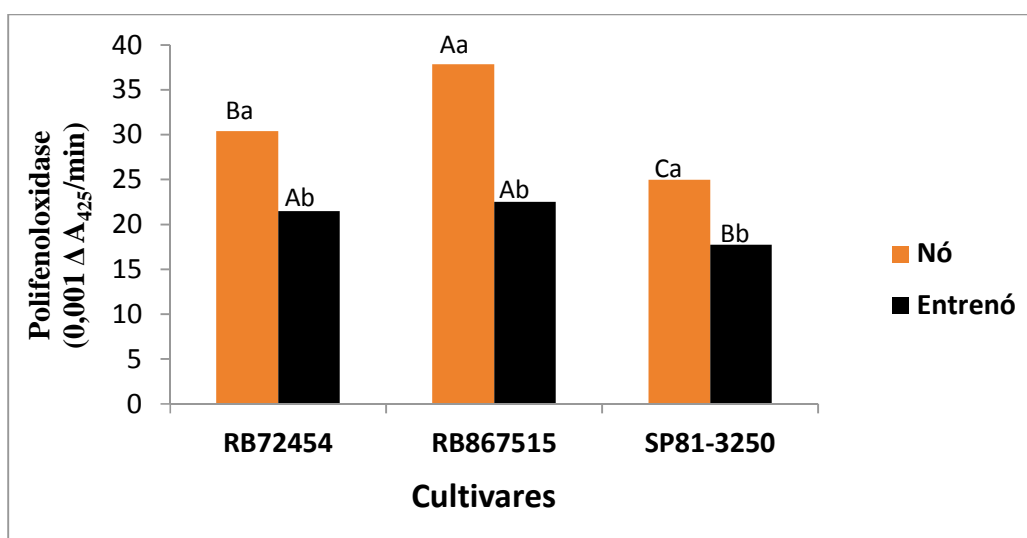
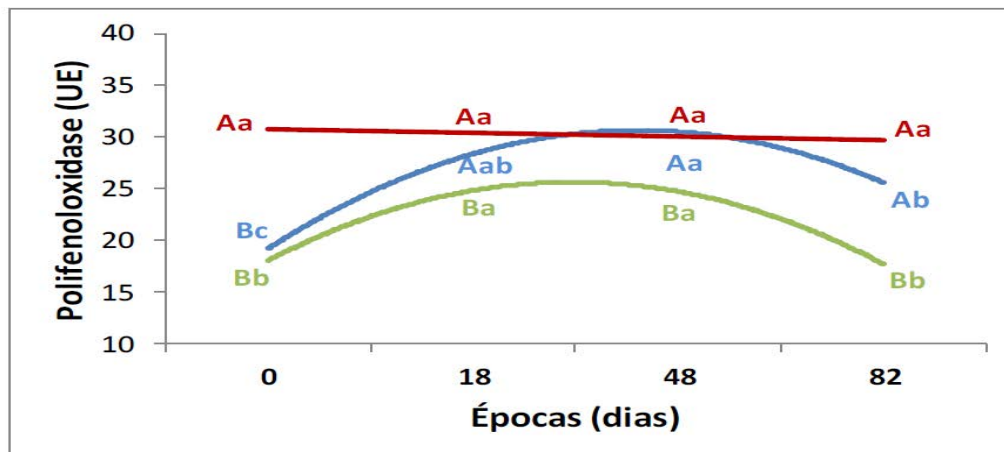


Figura 1. Desdobramento da Interação (Cultivar X Parte) para a atividade da polifenoloxidase¹. Letras maiúsculas – comparação entre cultivares na mesma parte do colmo, letras minúsculas – comparação entre partes do colmo de cada cultivar. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 2A página 58



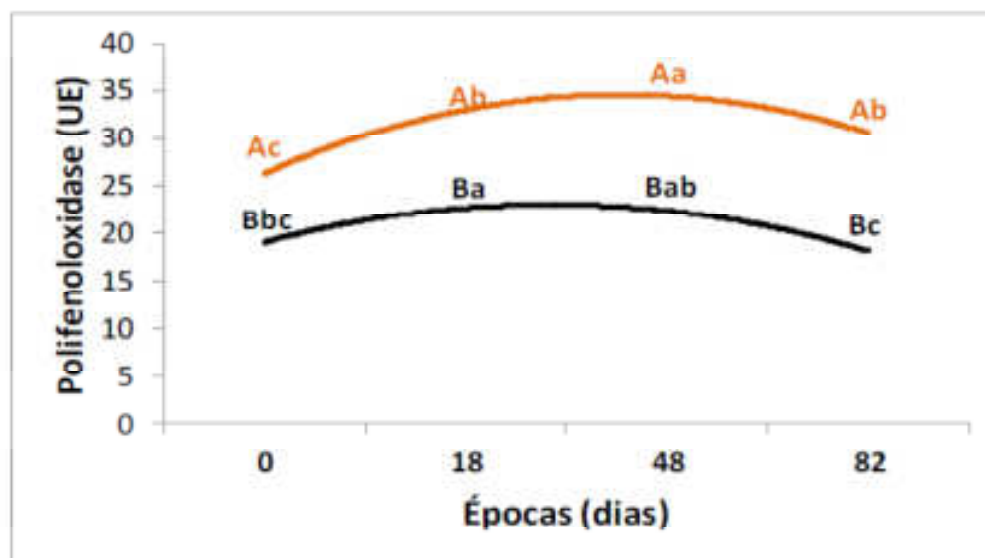
Cultivares	F	R ²	Equações
RB72454	49,01**	0,94	$y=19,9129638+ 0,48668990x- 0,00512348x^2$
RB867515	-	-	$y=30,1955417$
SP81-3250	44,86**	0,99	$y=18,4024128+ 0,38945180x- 0,00490164x^2$

Figura 2. Interação (Cultivar X Épocas) para polifenoloxidase. Letras maiúsculas – comparação entre cultivares na mesma parte do colmo². Letras minúsculas – comparação entre partes do colmo de cada cultivar. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação às épocas de amostragem, com exceção das amostras coletadas na época zero, as maiores atividades enzimáticas ficaram por conta dos cultivares RB867515 e RB72454. Para o cultivar SP81-3250, os resultados obtidos são concordantes com Oliveira et al. (2007), que observaram menores atividades enzimáticas para esse exemplar.

Observa-se que a atividade da PPO no caldo extraído dos nós foi superior (Figura 3), sendo que este comportamento pode ser atribuído à maior atividade metabólica e a concentração de mecanismos de defesa nesta região (ALVARENGA et al., 2011; KWIATKOWSKI et al., 2012 SILVA NETO et al., 2014). Em ambas as partes do colmo obtiveram-se diminuições da atividade enzimática ao longo das avaliações, permanecendo a atividade enzimática do nó superior, redução explicada pelo início do processo de maturação dos colmos (QUDESIEH et al. 2002).

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 3A página 58



Partes	F	R ²	Equações
Nó	46,78**	0,99	$y=26,5688695+0,38025964x-0,00408703x^2$
Entrenó	18,76**	0,93	$y=19,3987205+0,19538994x-0,00258834x^2$

Figura 3. Interação (Partes X Épocas) para a polifenoloxidase. Letras maiúsculas – comparação para uma mesma época de análise¹. Letras minúsculas – comparação entre uma mesma parte. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade (Teste F)

Conclusão

O genótipo RB867515 apresentou elevada atividade durante todas as avaliações, inferindo um cultivar contra indicado à produção de açúcar.

Os cultivares SP81-3250 e RB72454 apresentaram acréscimos em suas atividades enzimáticas, seguidos por uma queda devido à proximidade da maturação dos genótipos, demonstrando uma relação inversa entre a atividade da polifenoloxidase e a maturação dos colmos.

As maiores atividades enzimáticas foram observadas nos caldos oriundos dos nós. O cultivar SP81-3250 obteve as menores atividades enzimáticas, inferindo um cultivar que poderá proporcionar um açúcar de melhor qualidade.

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 4A página 58

Referências

ALVARENGA, T. C.; SILVA NETO, H. F.; OGASSAVARA, F. O.; Arantes, F. C.; Marques, M. O.; Frigieri, M. C. Polifenoloxidase: uma enzima intrigante. **Ciência e Tecnologia**, Jaboticabal, v.3, n.1, p.83-93, 2011. Acesso em 23/11/14.

BUCHELI, C. S. ; ROBINSON, S. P. Contribution of enzymatic browning to color in sugarcane juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 42, n. 2, p. 257-261, 1994. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00038a006>. Acesso em 15/01/15. DOI: 10.1021/jf00038a006.

BUCHELI, C.S., Dry, I.B., Robinson, S.M. . Isolation of a full-length cDNA encoding polyphenol oxidase from sugarcane, a C4 grass. **Plant Molecular Biology**, v. 31, n. 6, p. 1233-1238, 1996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00040840>. Acesso em 24 junho. 2014. DOI: 10.1007/BF00040840.

CAMPOS, C. F.; SOUZA, P. E. A.; COELHO, V.; GLÓRIA, M. B. A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 20, n.6, p. 487-500, 1996. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4549.1996.tb00761.x>>.

CEPAGRI/UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em: 28 de março de 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa. Produção de Informação/Embrapa Solos, p. 412, 1999.

JACKSON, P. A.; O'SHEA, M. G.; RATTEYC, A. R.; BONNETT, G. D.; LINDEMAN, P. F. COX, M. C.; VICKERS, J. E.; MORGAN T. Effect of Genotype and Genotype x

Nitrogen Rate Interactions on Color in Juice and Raw Sugar from Sugarcane. **Crop Science Society of America**, v. 46 n. 2, p. 886-892, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2005.07-0213>>.

KWIATKOWSKI, A.; OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E. Atividade enzimática e parâmetros físico-químicos de água de cocos colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento e estação climática. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 551-559, Junho 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000200029>>.

MARQUES M. O., MUTTON, M. A., NOGUEIRA, T. A. R., TASSO JÚNIOR, L. C., NOGUEIRA, G. A., BERNARDI, J. H. **Tecnologias na Agroindústria Canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008. 319p.

MENEZES, E. M. S.; ROSENTHAL, A.; SABAA-SRUR, A.; CAMARGO, L.; CALADO, V.; SANTOS, A. Efeito da alta pressão hidrostática na atividade de enzimas da polpa de açaí. **Food Science and Technology**, Campinas, 28, p. 14-19, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000500003>>.

OLIVEIRA, A. C. G.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUSA, C. P.; GALLO, C. R. Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na conservação de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, n.4, 2007. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000400029>.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 9.ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1981. 430p.

PONTING, J. D.; JOSLYN, M. A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v.19, p. 47-63, 1948. http://www.researchgate.net/publication/23348146_Ascorbic_acid_oxidation_and_browning_in_apple_tissue_extract. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

QUDSIEH, H. Y. M.; YUSOF, S.; OSMAN, A.; RAHMAN, R. A.; Effect of Maturity on Chlorophyll, Tannin, Color, and Polyphenol Oxidase (PPO) Activity of Sugarcane Juice (*Saccharum officinarum* Var. Yellow Cane). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1615-1618, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/jf010959l>>.

SILVA NETO, H. F.; HOMEM, B. F. M.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Evaluación de la Acidez en el Jugo de Diferentes Partes del Tallo de Caña de Azúcar, Ciclo 2010/2011. **Interciência**, Caracas, v. 39, n. 4, p. 277-280, abr. 2014.

SILVA NETO, H. F. QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR AVALIADA NAS PARTES DO COLMO. 2014. 141 f. **Tese (Doutorado em Agronomia-Produção Vegetal)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014. Disponível em : <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/114000>.

VICKERS, J. E.; GROF, C. P. L.; BONNETT, G. D.; JACKSON, P. A.; KNIGHT, D. P.; ROBERTS, S. E.; ROBINSON, S. P. Overexpression of Polyphenol Oxidase in Transgenic Sugarcane Results in Darker Juice and Raw Sugar. **Crop Science Society of America**, v. 45, n. 1, p. 354-362, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2005.0354>>.

CAPÍTULO 3 – Avaliação Tecnológica de cultivares tardios de cana-de-açúcar ao longo da safra 2011/2012.

RESUMO - O fornecimento de matéria-prima de alta qualidade é fundamental para o êxito do setor sucroalcooleiro. Tal qualidade se expressa por meio de variáveis tecnológicas avaliadas no caldo ou na cana-de-açúcar. Desta forma, o objetivo do trabalho foi comparar cultivares classificados como tardios em relação ao ciclo de maturação, por meio de variáveis tecnológicas, na região de Jaboticabal, estado de São Paulo, ao longo da safra 2011/2012. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com 3 repetições, totalizando 90 parcelas. Os tratamentos principais foram os cultivares de cana-de-açúcar: RB72454, RB867515, CTC 2, CTC 6, CTC 8 e IAC94-2101 e os tratamentos secundários as 5 épocas de análises ao longo da safra (0, 28, 69, 112 e 154 dias após a primeira análise, sendo que a época zero foi realizada em 23/04/11). Na época zero a cana tinha 6 meses e 27 dias de idade. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os cultivares RB867515 e CTC 6 apresentaram os melhores resultados para as variáveis analisadas, caracterizando-os, segundo diversos autores, como exemplares de alta qualidade tecnológica, enquanto os cultivares CTC 2 e CTC 8 apresentaram os piores resultados sugerindo a baixa qualidade tecnológica dos mesmos.

Introdução

O fornecimento de matéria-prima de alta qualidade tecnológica é requisito fundamental para o êxito do setor sucroalcooleiro, qualidade esta essencialmente caracterizada pela capacidade de recuperação e riqueza dos açúcares (RIPOLI; RIPOLI 2009).

As variáveis tecnológicas Pol (porcentagem de sacarose aparente), AR (açúcares redutores) e ART (açúcares redutores totais), expressas em porcentagens de cana, expressam a qualidade tecnológica do material (STUPIELLO, 2002), sendo estas variáveis fortemente influenciadas pelo processo de maturação (DEUBER, 1988), tratos culturais empregados, tipo de solo, variações climáticas e o cultivar utilizado (SEGATO et al. 2006).

A fibra demonstra a qualidade do material para o processamento industrial (DINARDO-MIRANDA; VASCONCELLOS; LANDELL, 2008), considerado satisfatório se observado teores entre 11 a 13% nos colmos (RIPOLI e RIPOLI 2004). Teores abaixo desta faixa comprometem o balanço térmico das usinas

(MARQUES et al ., 2001), e acima dificultam a extração do caldo pelas moendas (MARQUES et al., 2001; SOUZA et al ., 2005).

Os açúcares redutores consistem em um dos parâmetros para o julgamento da maturação da cana-de-açúcar (FERNANDES, 2003), considerada madura e apta a colheita se apresentar teores inferiores a 0,8% (RIPOLI; RIPOLI, 2004). Teores superiores a estes podem representar uma maturação ainda em curso, devido ao processo natural de acúmulo de sacarose influenciar na diminuição dos açúcares redutores presentes no colmo, elevando a qualidade tecnológica do material (DINARDO-MIRANDA; VASCONCELOS; LANDELL, 2008; FERNANDES, 2003).

Da mesma forma, os açúcares redutores totais (ART) também desempenham importante papel indicativo da maturação da cana e da eficiência do processo industrial (MATTOS, 1991), classificando o material como de alta qualidade tecnológica se presente em teores mínimos de 15% (RIPOLI; RIPOLI 2004). Esta qualidade foi visualizada nas pesquisas de Raghianti (2011) e Santin et al. (2010) abordando diversos cultivares, e de acordo com Santos et al. (2011), é possível a elevação dos teores destes açúcares no colmo aplicando-se doses de torta de filtro e fosfato no sulco de plantio (SANTOS et al., 2011).

A porcentagem de sacarose presente no colmo (POL), assim como as demais variáveis, é indicadora do avanço do processo de maturação e da qualidade da matéria prima (SEGATO et al. 2006), esta, observada em concentrações acima de 14%, reflete um material maduro, possibilitando maior produção de açúcar e etanol (DEUBER 1988; RIPOLI E RIPOLI 2004). Deve-se ressaltar que esse parâmetro está sujeito a alterações inerentes às particularidades dos cultivares e dos solos (CARDOZO et al., 2011; MAULE et al, 2001), como observado por Dinardo et al. (2011), Raghianti et al. (2010) e Tasso Júnior (2007).

A partir das variáveis anteriores, é possível realizar o cálculo para a previsão do volume processado e armazenado dos produtos, denominado açúcares totais recuperáveis (ATR). Esta ferramenta é utilizada na avaliação da qualidade da matéria prima e no pagamento final aos fornecedores (CONSECANA, 2006), e representa a capacidade de recuperação dos açúcares presentes na matéria prima subtraídas das perdas no processo industrial (FERNANDES, 2003).

Os maiores valores de ATR são obtidos no final da safra devido ao acúmulo de sacarose de abril a novembro (MARCHIORI 2004) e condições ambientais estressantes nos meses de maio a julho (SILVA et al., 2008). Os teores de açúcares recuperáveis apresentaram considerável acréscimo nas últimas décadas, devido principalmente ao lançamento de novos cultivares pelos programas de melhoramento genético (LANDELL et al., 2008), exemplificado por Spironello et al., (1988) onde observava teores máximos de $121,7 \text{ kg t}^{-1}$, e atualmente são obtidos picos de $158,96 \text{ kg t}^{-1}$ de ATR (SILVA NETO 2010).

As diferenças genéticas dos cultivares modificam as características agroindustriais enaltecidas acima, alterando a qualidade do material (RAMALHO 2001). Desta forma é fundamental o conhecimento destas características para cada microrregião produtora (MELO et al. 2006), objetivando a escolha do cultivar que observa, no respectivo ambiente de produção, o melhor desempenho (BASSINELO et al, 1984; LANDELL e BRESSIANI 2008).

A partir destes conceitos, a hipótese inicialmente formulada estabelecia que os cultivares poderiam apresentar diferenças entre si e com influência da região em que foram cultivadas. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi comparar cultivares de ciclo de maturação tardia por meio de variáveis tecnológicas na microrregião de Jaboticabal ao longo da safra 2011/2012.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), localizada no Município de Jaboticabal, SP. A cidade de Jaboticabal está a uma altitude de 575 metros do nível do mar, com relevo caracterizado como suavemente ondulado. O clima é do tipo tropical com inverno seco, classificado como Aw pelo Sistema Internacional de Classificação de Köppen, e a pluviometria média anual são de 1405,2 mm, com concentração de chuvas no verão (CEPAGRI/UNICAMP, 2012). O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho Eutroférico, a moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi constituído de 4 blocos, em cada bloco os cultivares eram representados pelas parcelas experimentais, cada parcela era composta por 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento e espaçamento de 1,5 metros entre elas, totalizando 90m². Considerou-se como área útil, em que se realizaram as amostragens, as três linhas centrais, descartando-se um metro de cada extremidade, resultando em uma parcela de 45m². O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas sub-subdivididas com 3 repetições, totalizando 90 parcelas

Os tratamentos testados foram resultantes da combinação dos cultivares em estudo (6) e as épocas de amostragem (5), totalizando 30 tratamentos. Os tratamentos principais foram os cultivares de cana-de-açúcar: RB72454, RB867515, CTC 2, CTC 6, CTC 8 e IAC94-2101 e os tratamentos secundários as 5 épocas de análises ao longo da safra (0, 28, 69, 112 e 154 dias após a primeira análise realizada em 23/04/11). Na época zero a cana tinha 6 meses e 27 dias de idade, nas condições de cana soca de 2º corte inserida na safra 2011/2012.

No campo, Foram coletados dentro da parcela útil 6 feixes de cana respectivos aos cultivares, contendo cada 10 colmos industrializáveis, que foram despontados, despalhados, e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol, onde foram desintegrados, homogeneizados e encaminhados para a extração do caldo utilizando-se uma prensa hidráulica.

A partir dos valores obtidos nos caldo extraído dos cultivares (AR-açúcares redutores, ART-açúcares redutores totais, Fibra e Brix-sólidos solúveis) foram calculados os valores para açúcares redutores na cana (AR%cana), açúcares redutores totais na cana (ART%cana), porcentagem de sacarose aparente (Pol%cana) e açúcares totais recuperáveis (ATR) segundo método proposto por Consecana (2006).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F). Quando houve significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os valores médios das variáveis tecnológicas determinadas ao longo do experimento, para cultivares de maturação tardia, estão apresentados na tabela 1, que serão discutidos posteriormente pelos desdobramentos.

Tabela 1. Valores médios para %Fibra, AR%Cana, ART%Caldo, Pol%Caldo e ATR%Cana dos cultivares tardios de cana-de-açúcar obtidos ao longo da safra 2011/2012.

Cultivares (C)	%Fibra	AR%Cana	Art% cana %cana	Pol% cana	ATR
IAC94-2101	14,53 b	0,25 d	13,76 abc	12,83 ab	124,57 abc
CTC-2	15,27 a	0,80 a	13,12 c	11,71 c	118,80 c
CTC-6	12,88 d	0,39 c	14,00 ab	12,93 ab	126,76 ab
CTC-8	15,01 a	0,50 b	13,39 bc	12,15 bc	121,25 bc
RB72454	13,49 c	0,55 b	13,25 c	12,07 c	119,96 c
RB867515	14,53 b	0,43 c	14,28 a	13,16 a	129,26 a
DMS	0,3257	0,0624	0,7286	0,7288	6,5938
Épocas (E)					
0	13,65 c	0,91 a	10,65 d	9,26 d	96,46 d
28	12,68 d	0,71 b	12,26 c	10,97 c	111,02 c
69	13,70 c	0,33 c	14,01 b	13,00 b	126,82 b
112	14,39 b	0,29 c	15,84 a	14,77 a	143,38 a
154	17,01 a	0,20 d	15,41 a	14,44 a	139,47 a
DMS	0,504	0,043	0,536	0,504	4,853
Teste F					
(C)	178,87**	195,17**	8,79**	13,65**	8,79**
(E)	170,38**	805,92**	263,95**	348,35**	263,95**
(C x E)	7,12**	27,39**	7,29**	7,65**	7,29**
C.V (%)					
C.V. parcelas	1,85	10,44	4,35	4,75	4,35
C.V. sub-parcelas	3,73	9,39	4,16	4,26	4,16

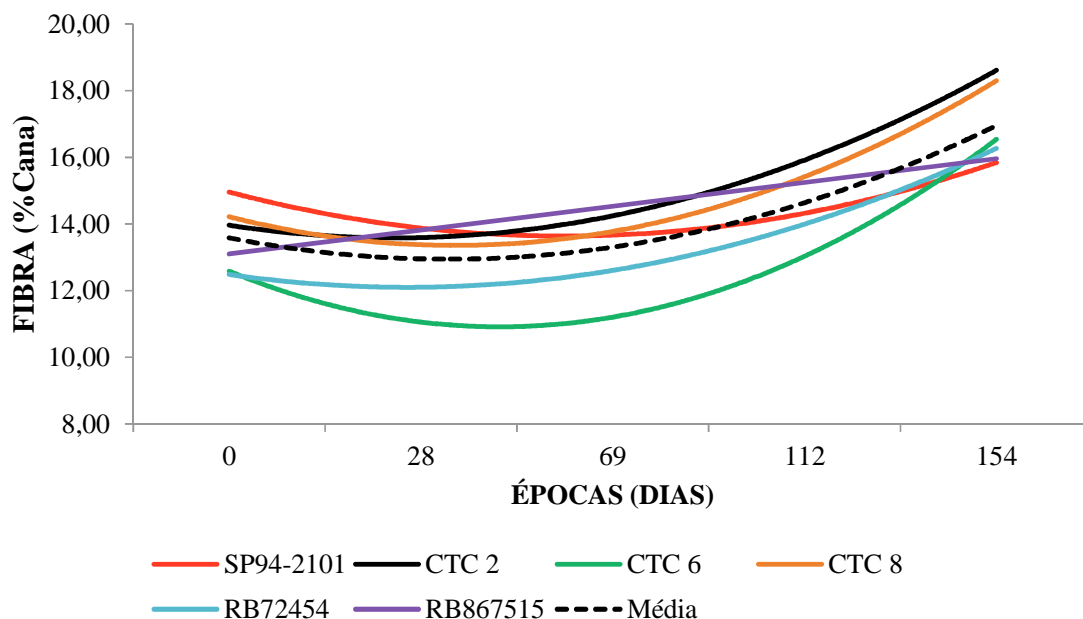
Médias seguidas de letras distintas na vertical, em cada tratamento, diferem entre si pelo Teste de Tukey. ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade. NS – não significativo. CV – coeficiente de variação.

Observa-se, de maneira geral, um aumento nos teores de fibra dos cultivares ao longo das amostragens (Figura 1), obtendo diferenciados teores e comportamentos (STUPIELLO 2002), ajustados ao modelo quadrático quando submetidos à análise de regressão polinomial, excetuando-se o cultivar RB867515, que apresentou comportamento linear e teores de fibra acima dos obtidos por Santos et al., (2011).

Os cultivares CTC 8 e CTC 2 apresentaram teores de fibra elevados ao longo da safra, obtendo o seu máximo aos 154 dias, indo de encontro com o obtido por Santin et al. (2010).

Os menores teores de fibra obtidos ao longo das avaliações foram observados pelos materiais RB72454 e CTC 6, finalizando o estudo com valores acima do recomendado por Dinardo-Miranda; Vasconcellos e Landell (2008). O cultivar SP94-2101 apresentou o menor acréscimo na concentração de fibra ao longo das análises, porém devido aos seus altos teores iniciais comportou-se como um material de baixa qualidade tecnológica (RIPOLI ;RIPOLI 2004).

Com exceção do cultivar CTC 6, todos os cultivares analisados apresentaram elevados teores de fibra a partir dos 112 dias, e atentando ao fato de que as avaliações finais coincidem com a colheita, estes materiais deverão apresentar dificuldades na extração dos caldos, demonstrando baixa qualidade para o processamento industrial (MARQUES et al., 2001; SOUZA et al., 2005).



Cultivares	Teste F	R ²	Equação
IAC94-2101	27,13**	0,9584	$y = 14,9020 - 0,0392x + 0,00029x^2$
CTC-2	31,43**	0,9732	$y = 13,9597 - 0,0187x + 0,00031x^2$
CTC-6	82,21**	0,8451	$y = 12,3744 - 0,05243x + 0,00051x^2$
CTC-8	43,95**	0,9196	$y = 14,1009 - 0,0308x + 0,00037x^2$
RB72454	19,49**	0,9311	$y = 12,3764 - 0,0135x + 0,00025x^2$
RB867515	55,08**	0,9797	$y = 13,1999 + 0,01840x$

Figura 1. Efeito da interação obtida dos Cultivares (C) pelas Épocas (E) para a Fibra ao longo da safra 2011/2012¹

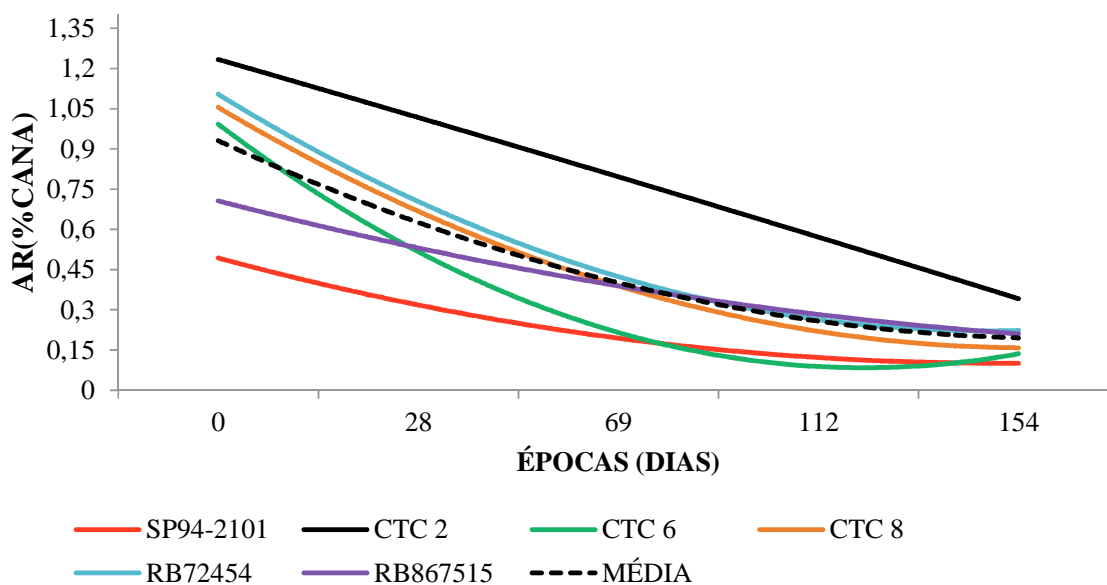
Os cultivares analisados obtiveram diminuição dos seus teores de açúcares redutores ao longo das avaliações (Figura 2), e se ajustaram ao modelo quadrático quando submetidos á análise de regressão polinomial, fato que reflete a maturação dos cultivares em curso e a elevação da qualidade industrial (DINARDO-MIRANDA; VASCONCELOS; LANDELL, 2008; FERNANDES, 2003). O cultivar CTC 2 apresentou os maiores teores iniciais, e o material SP94-2101 os menores, reforçando os resultados encontrados por Ragghianti (2011).

Tendo as avaliações finais uma maior importância tecnológica, os cultivares CTC 6 e SP94-2101 apresentaram os melhores resultados, indo de encontro ao obtido por Silva Neto (2010).

A partir da terceira avaliação todos os cultivares se apresentaram aptos à colheita (RIPOLI E RIPOLI, 2004), comportamento similar ao obtido por Oliveira e

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 5A página 59

Braga (2014), O cultivar CTC 2 apresentou o pior resultado, obtendo maiores teores próximo ao momento da colheita.



Cultivares	Teste F	R ²	Equação
IAC94-2101	17,57**	0,9287	$Y = 0,4853 - 0,0055x + 0,00002x^2$
CTC-2	5,83*	0,8042	$Y = 1,2423 - 0,0074x + 0,00001x^2$
CTC-6	173,41**	0,9558	$Y = 0,9543 - 0,0151x + 0,00006x^2$
CTC-8	91,82**	0,9874	$Y = 1,0361 - 0,0127x + 0,00004x^2$
RB72454	118,77**	0,9292	$Y = 1,0976 - 0,0136x + 0,00005x^2$
RB867515	17,47**	0,9327	$Y = 0,7160 - 0,0063x + 0,00002x^2$

Figura 2. Efeito da interação obtida dos Cultivares (C) pelas Épocas (E) para Açúcares Redutores (AR) ao longo da safra 2011/2012¹

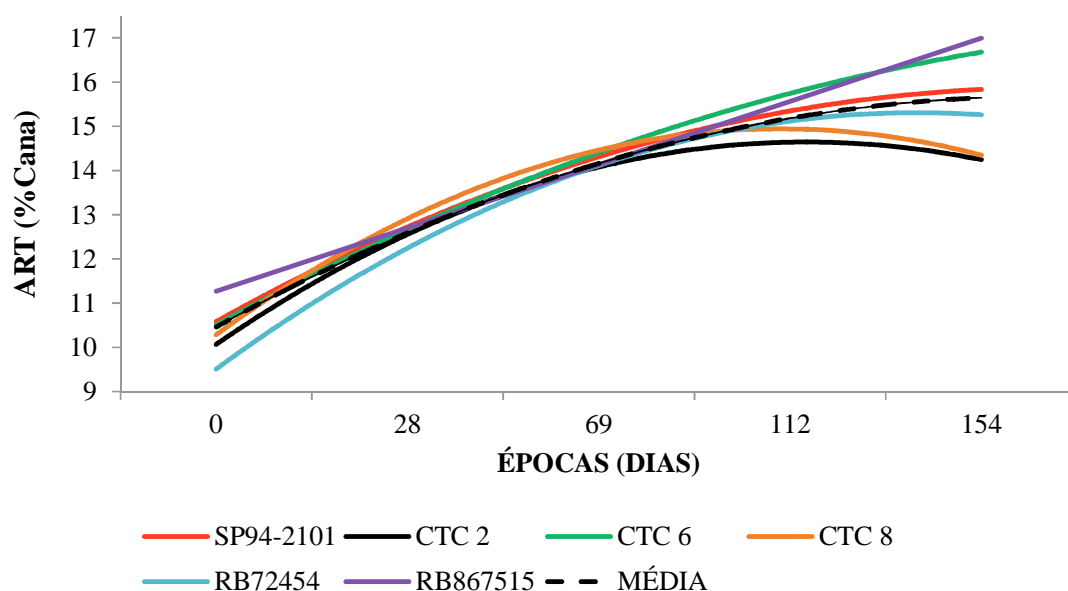
Os teores de açúcares redutores totais (ART) apresentaram acréscimo ao longo da safra (figura 3). O maior teor inicial e final foi observado pelo cultivar RB867515, seguido pelo cultivar CTC 6 na amostragem final, inferindo matérias primas de alta qualidade no momento da colheita (FERNANDES 2003; RIPOLI e RIPOLI 2004).

Estes resultados foram discordantes do obtido por Santin et al. (2010) no estudo de diversos cultivares de maturação tardia, e inferiores ao observado por Santos et al. (2010) na utilização de fósforo para o incremento de sacarose do cultivar RB867515.

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 6A página 59

Na análise inicial o cultivar RB72454 apresentou o pior resultado, concordante com o obtido por Raghianti (2011), em seu estudo com cultivares de maturação tardia.

O cultivar CTC 8, apresentou valores intermediários nas análises realizadas ao longo da safra, porém aos 112 dias foi alcançado o pico máximo de seu teor, seguido por uma queda na avaliação final. Este material, junto ao cultivar CTC 2, apresentou baixa qualidade tecnológica no estudo (RIPOLI E RIPOLI 2004) inferindo cultivares que obterão reduzida eficiência no processo industrial (MATTOS, 1911), compactuando com o observado por Savan (2010) em sua pesquisa.



Cultivares	Teste F	R ²	Equação
IAC94-2101	18,13**	0,9839	$y = 10,6496 + 0,0726x - 0,00025x^2$
CTC-2	39,06**	0,9962	$y = 10,2080 + 0,0838x - 0,00037x^2$
CTC-6	8,95**	0,9452	$y = 10,6949 + 0,0665x - 0,00018x^2$
CTC-8	53,82**	0,7906	$y = 10,3234 + 0,0935x - 0,00044x^2$
RB72454	35,33**	0,9803	$y = 9,65723 + 0,0910x - 0,00036x^2$
RB867515	214,99**	0,9842	$y = 11,4762 + 0,0386x$

Figura 3. Efeito da interação obtida dos Cultivares (C) pelas Épocas (E) para Açúcares reductores totais ao longo da safra 2011/2012¹

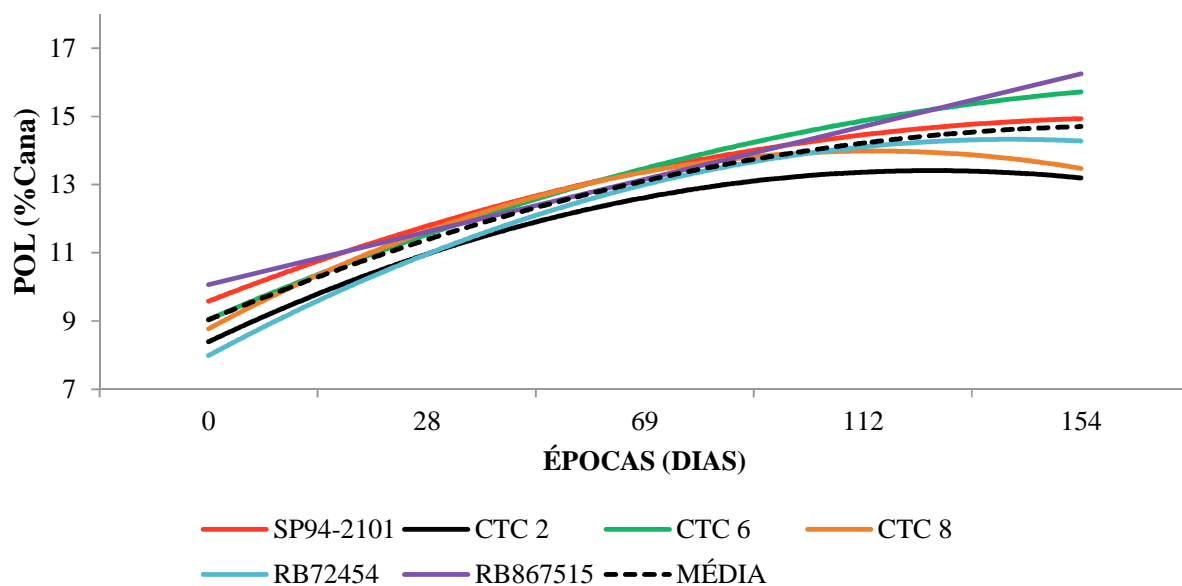
¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 7A página 59

Nas avaliações iniciais, os cultivares obtiveram diferentes teores de Pol (CARDOZO et al.,2011; DINARDO et al. 2011) e apresentaram, ao longo das avaliações intermediárias, uma diminuição do contraste entre os seus teores (Figura 4), voltando a apresentar considerável diferenciação somente nas avaliações finais, com discrepâncias entre 13 a 16,4% de Pol, semelhante ao obtido por Franco (2003), que observou picos máximos similares.

Devido as avaliações finais representarem o momento do corte, estas apresentam maior importância, desta forma o cultivar BR867515 obteve o melhor desempenho, concordante com obtido por Tasso Júnior (2007), desempenho acompanhado pelo material CTC 6 que apresentou um grande acúmulo de sacarose ao longo das avaliações.

Aos 112 dias todos os cultivares analisados chegaram à sua maturação (DEUBER 1988), porém, aos 154 dias, o cultivar CTC 8 apresentou queda em seu teor, comportamento ímpar também visualizado por Maule et al. (2001) em seu estudo. Desta forma, obteve-se um material precocemente maduro em relação aos outros, refletindo em redução da qualidade da matéria prima no momento propício ao corte (SEGATO et al. 2006).

O ultimo cultivar mencionado, junto ao CTC 2, obteve baixas concentrações de Pol ao final da safra, reduzindo a produção de açúcar e etanol (RIPOLI e RIPOLI, 2004), assim como observado por Raghianti et al., (2010) em sua pesquisa. Os cultivares RB72454 e SP94-2101 apresentaram teores médios em relação aos outros materiais avaliados e comportamentos condizentes á suas maturações.



Cultivares	Teste F	R ²	Equação
IAC94-2101	21,58**	0,9898	$y = 9,6561 + 0,0743x - 0,00027x^2$
CTC-2	42,43**	0,9959	$y = 8,5174 + 0,0867x - 0,00037x^2$
CTC-6	16,79**	0,9525	$y = 9,2535 + 0,0775x - 0,00023x^2$
CTC-8	67,18**	0,7656	$y = 8,8229 + 0,1010x - 0,00046x^2$
RB72454	47,55**	0,9769	$y = 8,1315 + 0,0994x - 0,00039x^2$
RB867515	257,36**	0,9867	$y = 10,2763 + 0,0397x$

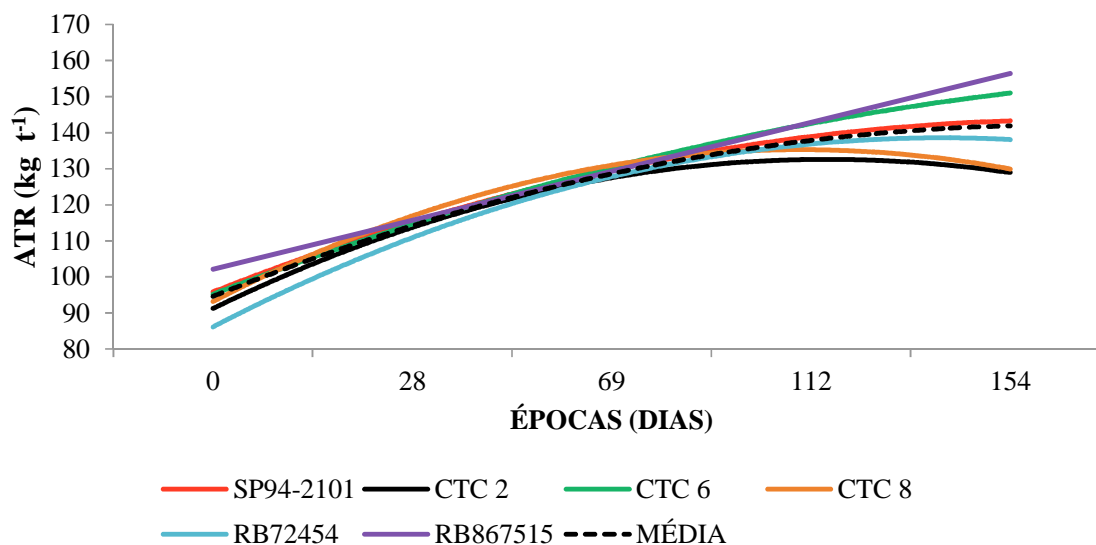
Figura 4. Efeito da interação obtida dos Cultivares (C) pelas Épocas (E) para a Porcentagem de sacarose aparente (POL) ao longo da safra 2011/2012¹

Observa-se, que o teor de sacarose da cana é forte influenciador das médias obtidas dos açúcares totais recuperáveis. Desta forma, todos os cultivares apresentaram acréscimo dos valores de ATR (Figura 5), e com exceção do cultivar CTC 8, obtiveram os maiores valores na última análise (MARCHIORI, 2004). As produções de açúcar dos cultivares apresentaram variação de 127,28 kg t⁻¹ a 158,82 kg t⁻¹, bem acima do obtido por Spironello et al., (1988), fato ocorrido devido aos fatores demonstrados por Landell et al. (2008).

O cultivar CTC 8 apresentou o resultado menos satisfatório, obtendo melhor remuneração se colhido aos 112 dias (CONSECANA 2006)) seguido do cultivar CTC 2, que também obteve uma redução na eficiência da recuperação da sacarose na última avaliação.

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 8A página 60

Destacaram-se os cultivares RB867515 e CTC 6, que mantiveram valores elevados durante toda a safra, confirmando o grande acúmulo de sacarose destes genótipos (SILVA NETO, 2010), e indicando materiais de qualidade tecnológica superior (RIPOLI e RIPOLI 2009), semelhante ao obtido por Silva et al. (2008).



Cultivares	Teste F	R ²	Equação
IAC94-2101	18,13**	0,9839	$y = 96,3789 + 0,6572x - 0,0023x^2$
CTC-2	39,06**	0,9962	$y = 92,3827 + 0,7587x - 0,0034x^2$
CTC-6	8,95**	0,9452	$y = 96,7888 + 0,6019x - 0,0016x^2$
CTC-8	53,82**	0,7906	$y = 93,4266 + 0,8468x - 0,0040x^2$
RB72454	35,33**	0,9803	$y = 87,3978 + 0,8240x - 0,0032x^2$
RB867515	214,99**	0,9842	$y = 103,859 + 0,3498x$

Figura 5. Efeito da interação obtida dos Cultivares (C) pelas Épocas (E) para os Açúcares totais recuperáveis ao longo da safra 2011/2012¹.

Conclusões

Os cultivares RB867515 e CTC 6 apresentaram os melhores resultados para as variáveis analisadas, permanecendo em sua maioria, dentro das recomendações de diversos autores para caracterizar materiais de alta qualidade tecnológica no período estudado.

O cultivar CTC 8, diferente do restante, não se comportou de maneira coerente a materiais com ciclo de maturação tardia, pois apresentou seu melhor desempenho precocemente ao estipulado, inferindo uma influência da região em que foi cultivado na sua qualidade tecnológica. Este, junto ao cultivar CTC 2,

¹ Material suplementar (Apêndice A), Tabela 9A página 60

apresentou os piores resultados do estudo, sendo caracterizados como de baixa qualidade tecnológica.

Referências

AZEVÊDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.

BASSINELO, A. I.; ABRAHÃO, J. S.; VALADÃO, M. B.; BARCELLOS, J. E. T.; PICCOLO, C. R. Primeiros resultados de estudos de novas variedades de cana-de-açúcar em solos de cerrado. In: **Congresso Nacional da STAB**, 3., e **CONVENÇÃO DA ACTALAC**, 5., 1984, São Paulo. Anais... São Paulo: STAB, 1984. p.206-214.

CEPAGRI/UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em: 15 de outubro de 2014.

CARDOZO, P. N.; SENTELHAS, C. P.; PANOSSO, R. A.; MONTEIRO, A. L.; IDE, Y. B.; variabilidade da composição dos colmos de cana-de-açúcar em função das condições climáticas. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia 2011, Guarapari - ES. **Anais Eletrônicos...** Guarapari: SBA, 2011. Disponível em: http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2011/cba2011/trabalhos/01/cba01_265_864.pdf. Acesso em: 16 de novembro de 2014.

CONSECANA - CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL. **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006. 112p.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA COPERSUCAR, 1988. Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Copersucar, p. 33-40, 1988.

DINARDO, V.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JUNIOR, L. C.; CAMILOTTI, F.; MARQUES, M. O. Avaliação da pol em cana-de-açúcar com ciclo de maturação em início de safra. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 3, 2011.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M de; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. 882 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa. Produção de Informação/Embrapa Solos, p. 412, 1999.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar**. Piracicaba, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000. 193p.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de Açúcar**. Piracicaba: STAB, 2003, 240 p.

FRANCO, A. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas. 2003. 90 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GONÇALVES, L.A.C. Influência da fibra e da Pol da cana e da pureza do caldo no processo de fabricação de açúcar e álcool. **Brasil Açucareiro**, v.105, n.4, 5 e 6, p.49-64, 1987.

LANDELL, M. G. de A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L; VASCONCELOS, A. C. N. de; LANDELL, M. G. de A. **Cana-de-açúcar** . Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. cap. 5, p. 101,130.

MELO, L.J.O.T.; OLIVEIRA, F.J.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; REIS, O.V. Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da Zona da mata Norte de Pernambuco. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 197-205, 2006.

MARCHIORI, L. F. S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 275 p.2004.

MARQUES, M. O; MARQUES, T. A, TASSO JUNIOR, L. C **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana de açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

MARQUES, M. O; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. **Tecnologias na Agroindústria Canavieira**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2008. 319p.

MATTOS, I.L. **Determinação seqüencial de frutose e glicose em materiais de relevância agroindustrial empregando sistemas de análise por injeção em fluxo**.Piracicaba, 98p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura,Universidade de São Paulo, 1991.

MAULE, R. F.; MAZZA, J, A.; MARTHA, G. B.. Produtividade Agrícola De Cultivares De Cana-De-Açúcar Em Diferentes Solos E Épocas De Colheita, **Scientia Agricola**, Piracicaba v.58, n.2, p.295-301, abr./jun. 2001.

MOURA, M. V. P. F.; FARIAS, C. H. de A.; AZEVEDO, C. A. V. de; Dantas Neto, J.; AZEVEDO, H. M. de; PORDEUS, R. V. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.753-760, 2005.

OLIVEIRA, A.R.; BRAGA, M. B. Curvas de maturação de cultivares de cana-de-açúcar irrigadas no vale do submedio são francisco. In: WORKSHOP AGROENERGIA: MATÉRIAS PRIMAS, 8., 2014, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: APTA: IAC, 2014.

PINTO, L.E.V.; GODINHO, A.M.M. Avaliação tecnológica de cinco novas variedades de cana-de-açúcar. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, 2012, **Anais Eletrônicos...** Presidente prudente, UNOESTE, 2012. Disponível em <http://www.unoeste.br/site/enepe/2012/anais/arquivos/pdfs/Agrarias/ProducaoSucro.pdf>. Acesso em 24/09/2014.

RAGGHIANI, K. C.; SILVA, J. D. R.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Avaliação tecnológica de cultivares precoces de cana-de-açúcar, no ano agrícola 2009/2010. In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 22., 2010, Jaboticabal. **Anais Eletrônicos...** Jaboticabal: UNESP, 2010. Disponível em: http://prope.unesp.br/xxii_cic/trabalhos_fase1.php . Acesso em: maio/2014.

RAGGHIANI, K. C. **Avaliação tecnológica de diferentes cultivares de cana-de-açúcar, amostrados ao longo da safra 2009/2010**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2011. 155p. (Trabalho de Graduação em Engenharia Agrônoma).

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 2 ed, Lavras: UFLA, 2001. 472p.

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

-RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: T.C.C.Ripoli, 2009. 333 p

RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD-ROM.

SANTIN, I.; SILVA NETO, H. F.; SILVA, J. D. R.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Avaliação tecnológica de cultivares tardios de cana-de-açúcar, na região de ribeirão preto, SP, durante a safra 2009/2010. In: Congresso de Iniciação Científica

da UNESP, 22., 2010, Jaboticabal. **Anais Eletrônicos...** Jaboticabal:UNESP, 2010. Disponível em :http://prope.unesp.br/xxii_cic/trabalhos_fase1.php Acesso em: maio/2011.

Santos, D. H.; Silva, M. A.; Tiritan, C. S.; Foloni, J. S. S.; Echer, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.443- 449, 2011.

SAVAN, T.L.; **Avaliação Tecnológica em Diferentes Partes do Colmo de Cana-de-açúcar**. 2010. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 398-400.

SILVA, M. A.; JERONIMO, E. M.; LÚCIO, A. D. Perfilhamento e produtividade de cana-de- açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v. 43, n. 8, p. 979-986. 2008

SILVA NETO, H.F. **Aspectos agrotecnológicos, florescimento, impurezas vegetais e produção de bagaço de cultivares de cana-de-açúcar**. 2010. 100f. Dissertação Mestrado em Agronomia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Jaboticabal, 2010.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXAO, A. C. S. ; CESARIN, L. G. **Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar**. *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol.40, n.3, pp. 271-278, 2005

SPIRONELLO, A.; POMMER, C. V.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; IGUE, T. Avaliação de

variedades IAC de cana-de-açúcar das séries de 1965 e 1966 e de outras cultivadas no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas. 1988.

STUPIELLO, J. P. **A Filha da matéria prima**, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos. Piracicaba, v. 21, n. 2, 2002. 12p.

STUPIELLO, J. P. **A Filha da matéria prima**, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos. Piracicaba, v. 21, n. 2, 2002. 12p. TASSO JUNIOR, L. C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) na região centro-norte do estado de São Paulo**. 2007. 167f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

TASSO JUNIOR, L. C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) na região centro-norte do estado de São Paulo**. 2007. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

Capítulo 4- Fosfatos solúveis em caldo de cultivares de cana-de-açúcar ao longo da safra.

RESUMO – As concentrações de fósforos inorgânicos presentes no caldo da cana-de-açúcar influenciam o processo de clarificação industrial, modificando a qualidade do açúcar produzido. Diante disso, objetivou-se quantificar os teores de fósforos inorgânicos em caldos extraídos de 18 cultivares de cana-de-açúcar, divididos segundo seus ciclos de maturação, e analisar seus comportamentos ao longo da safra 2011/2012. As análises ocorreram na FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas sub-subdividas com 3 repetições. Os tratamentos primários foram os cultivares de cana-de-açúcar, divididos e analisados conforme sua época de maturação, o secundário foram as 5 épocas de amostragens ao longo da safra (0, 28, 69, 112 e 154 dias após a primeira análise realizada em 23/04/11). Procedeu-se à análise de variância (Teste F) e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As maiores concentrações de fósforo inorgânico no caldo dos cultivares de maturação precoce, média e tardia, foram obtidos nas avaliações finais, os cultivares SP801-1842 (precoces) IAC95-5000 (médios) e RB867515 (tardios) obtiveram os melhores desempenhos, enquanto os cultivares CTC 7 (precoces), RB855536 (médios) e RB72454 (tardios) apresentaram os piores desempenho do estudo. Todos os cultivares apresentaram teores adequados de fósforo para um eficiente processo de clarificação e satisfatória qualidade do produto final.

Palavras-chave: clarificação, maturação, qualidade do açúcar

Introdução

A eficiência dos processos industriais de produção de açúcar depende, de forma direta, da qualidade da matéria-prima (LANDELL e VASCONCELOS, 2006). Dentre as variáveis que são inerentes à qualidade, a concentração de fosfatos inorgânicos no caldo se destaca por estabelecer correlação direta com a clarificação do caldo (ANSELMINI, 2005; SILVA NETO, 2014).

A clarificação do caldo objetiva a remoção das impurezas, cuja maior eficiência é observada com elevados níveis de desestabilização dos colóides e rápida decantação, reduzindo as perdas de sacarose (KAMPEN, 1996).

O processo de remoção das impurezas impacta as etapas seguintes da produção, alterando a qualidade do açúcar (EGGLESTON et al., 2002). Na clarificação, o hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ adicionado na caleagem, reage com os fosfatos inorgânicos formando o fosfato tricálcico $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$, cuja precipitação causa o arrastamento das impurezas floculadas e coaguladas para o fundo do decantador (KORNDÖRFER, 2004).

As concentrações de fósforo inorgânico no caldo podem variar de 70 a 800 mg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ L}^{-1}$ segundo Delgado e César (1984), ou de 200 a 1000 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{L}^{-1}$ de acordo com Honig (1969), classificados segundo o último autor como de teores baixos (menores que 150 mg L^{-1}), médios (150 a 500 mg L^{-1}) e altos (maiores que 500 mg L^{-1}).

Baixas concentrações de fósforo no caldo dificultam a floculação, podendo provocar clarificações incompletas (SALINAS 1945), produzindo caldos de coloração intensa e açúcar de baixa qualidade e valor comercial (SANTOS, 2012).

A presença mínima de 300 mg L^{-1} a 350 mg L^{-1} de fósforo inorgânico no caldo facilita a clarificação tornando-a mais eficiente (MAHADEVIAH et al., 2007; DELGADO; CÉSAR 1977; CASAGRANDE 1991). Ressaltando-se ainda que maiores teores de fosfato resultam num armazenamento com maior estabilidade de cor, elevando a eficiência do processo de refino do açúcar (MEADE, 1963).

Quando observados teores abaixo dos mínimos para uma boa industrialização, sugere-se adições de até 90 mg L^{-1} de fósforo, limite economicamente viável de adição do nutriente (DAVIS, 1959), objetivando elevação dos teores à faixa de 300 a 400 mg L^{-1} (MEADE, 1963).

A maturação dos cultivares de cana-de-açúcar possui relação estreita com o acúmulo de fosfatos nos colmos (MARTINS, 2004), observando-se uma elevação dos teores de fósforo junto aos da sacarose, como observado por Silva Neto (2014) e Bordonal et al. (2012) avaliando cultivares de diferentes maturações. Esta correlação pode ser justificada devido ao fósforo fornecer energia suficiente, através da quebra da ligação fosfato, para a entrada da sacarose no vacúolo, onde se

concentra. Desta forma são necessários maiores teores do nutriente para uma elevação da concentração da sacarose (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008).

Diante disto, a hipótese deste estudo é a de que os cultivares poderiam apresentar diferentes teores de fósforo inorgânico ao longo da safra 2011/2012. Assim, objetivou-se quantificar os teores de fósforos inorgânicos em caldos extraídos de 18 cultivares de cana-de-açúcar, divididos segundo seus ciclos de maturação, e analisar seus comportamentos ao longo da safra 2011/2012.

Material e métodos

No campo, o experimento foi constituído de 4 blocos, em cada bloco os cultivares eram representados pelas parcelas experimentais, cada parcela era composta por 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento e espaçamento de 1,5 metros entre elas, totalizando 90m². Considerou-se como área útil, em que se realizaram as amostragens, as três linhas centrais, descartando-se um metro de cada extremidade, resultando em uma parcela de 45m². O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas sub-subdivididas com 3 repetições, totalizando 90 parcelas.

No Laboratório de Tecnologia foram realizadas as análises. O tratamento principal foi constituído pelos cultivares de cana, divididos e analisados conforme sua época de maturação¹: IACSP93-3046, SP80-1842, SP91-1049, CTC 7, CTC 16 e CTC 9 (cultivares precoces) , IAC91-1099, IACSP94-4004, IACSP95-5000, SP81-3250, CTC 15 e RB855536 (Cultivares Médios); IACSP94-2101, CTC 2, CTC 6, CTC 8, RB72454 e RB867515 (Cultivares Tardios).

O tratamento secundário foram as 5 épocas de amostragens ao longo da safra (0, 28, 69, 112 e 154 dias após a primeira análise realizada em 23/04/11). Na época zero a cana tinha 6 meses e 27 dias de idade, nas condições de cana soca de 2º corte inserida na safra 2011/2012.

Nas parcelas experimentais, foi coletado um feixe de cada cultivar dentro da parcela útil, totalizando 18 feixes por amostragem. Cada feixe contendo 10 colmos de cana, retirados em sequência

na linha de plantio dentro da parcela útil. Os colmos foram cortados, despalhados, despontados e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP.

No laboratório os colmos foram desintegrados separadamente, deste material homogeneizado foi pesado 500 gramas, a qual foi encaminhado a uma prensa hidráulica para a extração do caldo, de acordo com Consecana (2006). O caldo foi filtrado em algodão hidrófilo e posteriormente determinado o teor de fósforo inorgânico presente pelo método de Gomori, de acordo com Delgado e César (1984).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F), e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussões

Os teores médios de fósforos inorgânicos obtidos pelos cultivares precoces de cana-de-açúcar assim como as médias das análises realizadas, estão apresentados na Tabela 1, que serão discutidos através dos desdobramentos.

Tabela 1. Valores médios dos teores de fosfatos inorgânicos presentes no caldo de cultivares precoces de cana-de-açúcar ao longo das da safra 2011/2012, além de dados estatísticos.

Cultivares (C)	Mg L⁻¹ (P₂O₅)
IACSP93-3046	477,66 b
SP80-1842	590,21 a
SP91-1049	573,43 a
CTC 7	519,72 b
CTC 16	587,35 a
CTC 9	614,21 a
DMS (5%)	53,02
Época (dias após o corte)	
0	355,61 e
28	441,27 d
69	499,39 c
112	683,06 b
154	822,83 a
DMS (5%)	51,20
Teste F	
Cultivares (C)	21,16**
Épocas (E)	220,29**
C x E	7,11**
Coefficiente de variação (C.V.)	
C.V. Parcelas	7,71
C.V. Subparcelas	9,67

Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey. ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste F. DMS – diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

Todos os cultivares analisados apresentaram elevação em seus teores ao longo das avaliações (Figura 1), enquadrando-se no modelo linear pela análise de regressão polinomial.

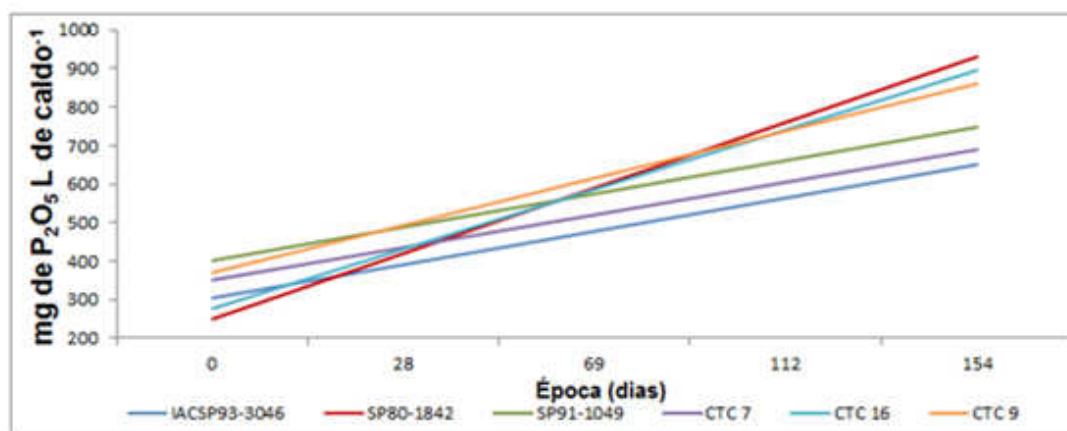
O incremento de fósforo foi acompanhado pelo processo natural de acúmulo de sacarose (SILVA NETO, 2014), exemplificado pela correlação enaltecida por Casagrande e Vasconcelos (2008) entre estes fatores.

Obteve destaque o cultivar SP80-1842, que junto ao material CTC 16 apresentou os menores teores iniciais, e ao final do experimento ambos obtiveram teores superiores aos demais, desempenhando o maior acréscimo de fósforo para os cultivares precoces, divergindo dos resultados obtidos por Bordonal et al., (2012) avaliando materiais acima de 13 meses de idade.

A avaliação aos 154 dias apresentou os maiores teores da variável para todos os genótipos, destacando os cultivares SP80-1842, CTC 16 e CTC 9 entre os maiores teores, demonstrando uma estreita relação entre a maturação e o acréscimo de fosfato (MARTINS, 2004)

Sendo estes cultivares precoces, as avaliações iniciais demonstram uma maior importância tecnológica por caracterizar o momento da colheita, desta forma os cultivares CTC 9 e SP91-1049 obtiveram os melhores resultados, inferindo uma facilitação do processo de clarificação (CASAGRANDE, 1991) e produção de açúcar com maior qualidade (SILVA NETO, 2014).

Os cultivares CTC 7 e IACSP93-3046 apresentaram os piores desempenhos, porém ambos obtiveram teores dentro dos padrões considerados normais e altos por HONIG (1969), excluindo a possibilidade de ocorrência dos fatores negativos descritos por Salinas (1945) e Santos (2012).



CULTIVARES	F	R ²	EQUAÇÕES
IACSP93-3046	80,70**	R ² =0,7788	y=313,498116+2,26125405x
SP80-1842	299,34**	R ² =0,9352	y=274,038543+4,35493724x
SP91-1049	79,10**	R ² =0,8830	y=410,900281+2,23871872x
CTC 7	68,40**	R ² =0,8119	y=368,582939+2,08178789x
CTC 16	253,18**	R ² =0,9662	y=296,581463+4,00514202x
CTC 9	156,82**	R ² =0,9576	y=385,366603+3,15208637x

Figura 1. Desdobramento dos teores de fosfatos inorgânicos no caldo de cultivares precoces de cana-de-açúcar ao longo da safra 2011/2012¹. ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste F.

¹Material suplementar (Apêndice A), Tabela 10A página 60

Na tabela 2 estão apresentadas as médias dos teores de fosfatos inorgânicos presentes nos caldos de cultivares de maturação média, além de dados estatísticos.

Tabela 2. Valores médios dos teores de fosfatos inorgânicos presentes no caldo de cultivares médios de cana-de-açúcar ao longo das da safra 2011/2012, além de dados estatísticos.

Cultivares (C)	Mg L⁻¹ (P₂O₅)
IAC91-1099	655,21 cd
IAC94-4004	744,03 ab
IAC95-5000	796,76 a
SP81-3250	706,75 bc
CTC 15	717,03 ab
RB855536	584,85 d
DMS (5 %)	73,10
Épocas (E)	
0	363,85 e
28	478,10 d
69	588,54 c
112	955,06 b
154	1118,31 a
DMS (5%)	37,93
Teste F	
Cultivares (C)	22,71**
Épocas (E)	1157,75**
C x E	17,33**
Coeficiente de variação	
C.V Parcelas	8,50
C.V. Subparcelas	8,73

Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey. ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste F. DMS – diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação

Semelhante aos cultivares precoces, houve um acréscimo nos teores de fosfatos de todos os cultivares analisados ao longo do estudo, adequando o comportamento a equação linear quando submetidos a regressão polinomial. O ápice da concentração do nutriente para todos os cultivares ocorreu aos 154 dias (Figura 2), obtendo teores superiores ao limite máximo preconizado por Honig, (1969) e Delgado & Cesar (1984).

O genótipo IAC94-4004 se destacou obtendo o maior acréscimo dos teores entre os cultivares de mesma maturação, este seguido do cultivar IAC95-5000 finalizaram o experimento com as maiores concentrações de fósforo, e

apresentaram, junto ao momento propício do corte (69 e 112 dias), teores superiores aos outros cultivares, inferindo cultivares que apresentarão um processo de clarificação eficiente (DELGADO; CÉSAR, 1977; CASAGRANDE 1991), boa qualidade do açúcar (EGGLESTON et al., 2002) e estabilidade de cor no armazenamento (MEADE, 1963).

O cultivar RB855536 obteve os menores teores de fosfatos ao longo do estudo desempenhando o pior resultado, porém apenas na análise aos 0 dias a adição de fósforo para este material é recomendada (MEADE, 1963) e economicamente viável (DAVIS, 1959) para uma eficiente clarificação.

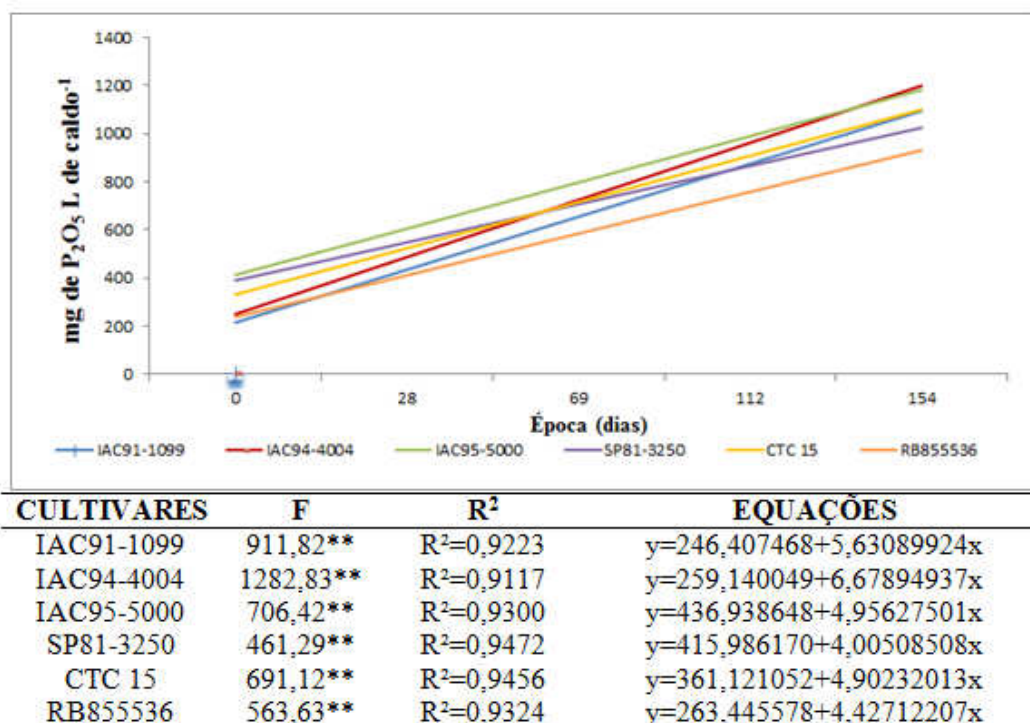


Figura 2. Desdobramento dos teores de fosfatos inorgânicos no caldo de cultivares médios de cana-de-açúcar ao longo da safra 2011/2012. ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste F.

Na tabela 3 estão apresentados os resultados médios dos teores de fósforos presentes nos caldos dos cultivares de maturação tardia, além de dados estatísticos.

¹Material suplementar (Apêndice A), Tabela 11A página 61

Tabela 3. Valores médios dos teores de fosfatos inorgânicos presentes no caldo de cultivares tardios de cana-de-açúcar ao longo das da safra 2011/2012, além de dados estatísticos.

Cultivares (C)	Mg L⁻¹ (P₂O₅)
IAC94-2101	770,09 a
CTC 2	765,64 a
CTC 6	661,68 b
CTC 8	690,66 ab
RB72454	544,04 c
RB867515	744,16 a
DMS (5 %)	80,26
Épocas (E)	
0	336,03 d
28	375,55 d
69	497,43 c
112	1338,96 a
154	932,26 b
DMS (5%)	56,95
Teste F	
Cultivares (C)	25,89**
Épocas (E)	917,30**
C x E	14,03**
Coefficiente de variação	
C.V Parcelas	9,40
C.V. Subparcelas	8,66

Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey. ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste F. DMS – diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

Assim como os demais genótipos abordados, os cultivares de maturação tardia também se ajustaram ao modelo linear quando submetidos á análise de regressão polinomial, apresentando um aumento constante na concentração de fósforo no caldo conjuntamente ao progresso da maturação (MARTINS, 2004), visto que, apenas na avaliação inicial dos genótipos RB72454 e CTC 6, se observaram teores inferiores aos exigidos para uma clarificação eficiente (MAHADEVAIAH et al., 2007).

As concentrações de fósforo inorgânico obtidos para os cultivares tardios ao longo das avaliações foram altamente superiores ao observado por Bordonal et al. (2012) em seu estudo, onde o autor analisou cultivares tardios de primeiro corte.

O cultivar RB867515 apresentou o maior acréscimo de concentrações de fósforo no caldo entre os cultivares tardios, finalizando o experimento com teores

superiores aos demais, fato também observado por Mendes (2006) na comparação de diferentes cultivares quanto ao acúmulo do nutriente. Este material junto ao IAC94-2101 apresentaram no momento do corte, os teores mais elevados, inferindo matérias que obterão uma maior eficiência (KAMPEN, 1996) e facilidade no processo da clarificação (CASAGRANDE, 1991).

O cultivar RB72454 apresentou, com exceção da avaliação aos 0 dias, teores de fósforo inferiores aos demais ao longo do experimento. Este material, junto ao cultivar CTC 6, obteve nas épocas finais e propícias ao corte teores inferiores aos demais, porém satisfatórios quanto a necessidade do nutriente para uma eficiente clarificação (ANSELMI, 2005) na produção de açúcar de qualidade (SILVA NETO, 2014).

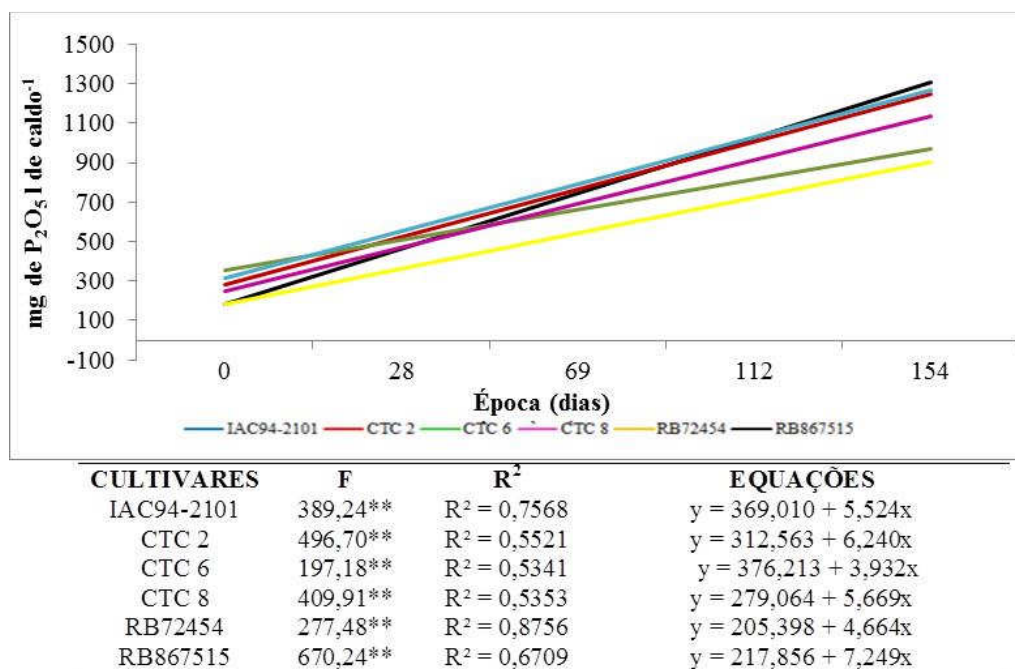


Figura 3. Desdobramento dos teores de fosfatos inorgânicos no caldo de cultivares tardios de cana-de-açúcar ao longo da safra 2011/2012. ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste F.

Conclusões

As maiores concentrações de fósforo inorgânico no caldo dos cultivares de maturação precoce, média e tardia, foram obtidos nas avaliações finais.

Para os cultivares precoces, os materiais SP80-1842 e CTC 16 apresentaram os melhores resultados, enquanto os cultivares CTC 7 e IACSP93-3046 obtiveram resultados inferiores.

Os cultivares de maturação média IAC95-5000 e IAC94-4004 destacaram-se com os melhores resultados, enquanto o genótipo RB855536 obteve inferiores concentrações do nutriente durante o estudo, apresentando o pior resultado.

Em relação aos cultivares de final de safra, o cultivar RB867515 junto ao IAC94-2101 obtiveram os melhores desempenhos, enquanto o material RB72454 obteve o pior.

Referências Bibliográficas

ANSELMINI, R. Preparo do caldo ainda é calcanhar de Aquiles. **JornalCana**, Campinas, Abril. 2005.

BORDONAL, R. O.; MARQUES, M. O.; BARBOSA, J. C.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, D. Teores de fosfatos inorgânicos em caldo de cultivares precoces e tardios de cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v.30, n.3, p.34-37, 2012.

CASAGRANDE, A. A.; **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A. C. M. Fisiologia da parte aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M de; LANDELL, M. G. A. **Cana de- açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 57-78.

CEPAGRI/UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em: 28 de março de 2014.

CESAR, M. A. A.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P.; BISSOLI, B. M. A.; SILVA, F. C.; STAB **1987**, 5, 32.

CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar e Álcool. **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006. 112p.

DAVIS, C.W. Filtrability of raw sugar. **Internacional Sugar Journal**, Manchester, v.6, n.731, p.331-333, 1959.

DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Sertãozinho: Zanini, , v. 3, 1977

DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. Determinação de fosfatos em caldo e mosto de cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v.2, n.4, p.42-45, 1984.

EGGLESTON, G.; MONGE, A. PEPPERMAN, A. Preheating and incubation of cane juice to liming: a comparison of intermediate and cold lime clarification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, p. 484-490, 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa. Produção de Informação/Embrapa Solos, p. 412, 1999.

HONIG, P. **Principios de tecnologia azucarera**. México: Continental, 1969.v.1.

KAMPEN, W.H. Improved clarification with a cationic flocculent. Lenexa: **Midland Research laboratories**, 1996. 8 p.

KORNDÖRFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Coord.). **Fósforo na agricultura brasileira**, 1. Piracicaba: Potafós, 2004. Cap. 11, p. 291-305.

LANDELL, M. A. G.; VASCONCELOS, A. C. M. (Org.). **Atas das reuniões 2006**. Ribeirão Preto: Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar, 2006 (Cd-ROM).

MAHADEVAIAH, M. S.; YOGENDRA K.; MANSOUR S. A. G.; SURESHA, M. S.; SATHISH, M. A.; NAGENDRAPPA, G. A simple spectrophotometric determination of phosphate in sugarcane juices, water and detergent samples. **Journal of Chemistry**, v. 4, n. 4, p. 467-473, 2007.

MARTINS, N. G. S. **Os Fosfatos na Cana-de-açúcar**, 2004. 87f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004

MEADE, G.P. **Cane sugar Handbook**. New York: John Wiley, v.9, p.23-26, 1963.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. 2006. 46f. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SALINAS, J.G. Importância del valor pH del guarapo crudo em la clarification y sus efectos em la filtrabilidade del azucar. **Mems. Asoc. Téc. Azuc.** Cuba, Habana, 19:205-11, 1945.

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. 97f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/99971>.

SILVA NETO, H. F. **Qualidade da cana-de-açúcar avaliada nas partes do colmo.** 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia-Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/114000>.

Capítulo 5 - Considerações Finais

A criação do Consecana, conselho que elaborou o sistema de remuneração da cana-de-açúcar através do ATR (Açúcar Total recuperável), representou grande evolução para o setor sucroalcooleiro brasileiro, incentivando os produtores à busca de materiais de maior qualidade tecnológica objetivando maiores lucros.

Porém, importantes características que definem a qualidade do caldo de cana-de-açúcar não estão englobadas neste sistema, ao exemplo dos teores de fósforos inorgânicos e a atividade enzimática da polifenoloxidase no caldo que consistem em importantes indicadores do melhor destino para a matéria-prima assim como do momento propício do corte, resultando em produtos de qualidade superior.

Os cultivares abordados neste estudo apresentaram diferenciação em relação aos teores enzimáticos, níveis de fosfatos inorgânicos e características tecnológicas, o cultivar RB867515 obteve os resultados mais satisfatórios, excetuando-se pelo fato de apresentar elevada atividade enzimática, inferindo maior lucratividade se destinado à produção de etanol.

No decorrer das análises, foi observado uma elevação dos teores de fosfatos inorgânicos, fibra e teores de sacarose, simultaneamente à redução das concentrações de açúcares redutores e da atividade enzimática da polifenoloxidase no caldo dos cultivares, refletindo o processo da maturação em curso.

Foram observadas diferenças quanto à atividade da polifenoloxidase em diferentes partes do colmo dos cultivares, apresentando maiores atividades enzimáticas para os caldos extraídos da região nodal, inferindo uma parcela do colmo desfavorável à produção de açúcar, por esta gerar açúcares de qualidade inferior e fora dos padrões necessários à comercialização nos mercados mais exigentes.

Desta forma, é perceptível os benefícios que a separação das diferentes parcelas do colmo podem fornecer, sendo que até o momento, a divisão em escala industrial do colmo de forma efetiva de nós e entrenós é impossibilitada, demandando evoluções em outros aspectos do setor sucroalcooleiro para tornar-se viável

APÊNDICE A
(material suplementar)

APENDICE

Tabela 1A. Características químicas do solo da área experimental. Jaboticabal-SP, 2007/2008.

	pH	P (resina)	M.O.	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V %
Amostras	CaCl ₂	mgdm ⁻³	gdm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----			%			
0 - 25	5,3	22	19	3,8	37	16	31	56,8	87,8	65
25 - 50	5,3	18	15	3,5	28	12	25	43,5	68,5	64

FONTE: Departamento de solos – FCAV/UNESP 2007/2008.

Tabela 2A. Desdobramento da interação (CULTIVAR x PARTE) para os valores de atividade da polifenoloxidase (PPO).

Cultivares (C)	Nó	Entrenó	Teste F
RB72454	30,41Ba	21,48Ab	198,41**
RB867515	37,86Aa	22,53Ab	584,74**
SP81-3250	24,98Ca	17,73Bb	130,78**
Teste F	60,12**	9,15*	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente.

Tabela 3A. Desdobramento da interação (CULTIVAR x ÉPOCAS) para os valores de atividade da polifenoloxidase (PPO).

Cultivares	0 dias	18 dias	48 dias	82 dias	Teste F
RB72454	19,18Bc	28,52Aab	30,40Aa	25,66Ab	22,00**
RB867515	30,84Aa	29,99Aa	30,35Aa	29,60Aa	0,26 ^{NS}
SP81-3250	18,44Bb	23,75Ba	25,85Ba	17,37Bb	15,32**
Teste F	34,13**	7,50**	4,81*	27,49**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 4A. Desdobramento da interação (PARTES x ÉPOCAS) para os valores de atividade da polifenoloxidase (PPO).

Partes	0 dias	18 dias	48 dias	82 dias	Teste F
Nó	26,62Ac	31,99Ab	35,48Aa	30,25Ab	18,57**
Entrenó	19,02Bbc	22,86Ba	22,26Bab	18,17Bc	7,42**
Teste F	46,94**	67,62**	191,87**	118,52**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 5A. Desdobramento da interação obtida entre cultivares e épocas de análise ao longo da safra, para fibra (%Fibra)

Épocas (dias)	Cultivares						Teste F
	SP94-2101	CTC-2	CTC-6	CTC-8	RB72454	RB867515	
0	14,86 ABa	13,82 Cabc	12,88 Bc	14,35 Bab	12,70 Cc	13,33 Cbc	8,84**
28	14,02 Ba	13,78 Ca	10,07 Cc	12,85 Bab	11,74 Cb	13,60 Ca	28,76**
69	13,83 Ba	14,54 BCa	12,39 Bb	14,55 Ba	12,39 Cb	14,50 BCa	13,66**
112	13,96 Bb	15,34 Ba	12,44 Bc	14,91 Bab	14,65 Bab	15,03 ABab	13,98**
154	16,00 Ab	18,85 Aa	16,64 Ab	18,42 Aa	15,98 Ab	16,19 Ab	20,41**
Teste F	8,81**	46,51**	59,24**	44,58**	32,78**	14,06**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 6A. Desdobramento da interação obtida entre cultivares e épocas de análise ao longo da safra, para açúcares redutores (AR%Cana)

Épocas (dias)	Cultivares						Teste F
	SP94-2101	CTC-2	CTC-6	CTC-8	RB72454	RB867515	
0	0,51 Ad	1,17 Aa	1,02 Ab	1,03 Ab	1,03 Ab	0,66 Ac	88,66**
28	0,27 Be	1,23 Aa	0,46 Bd	0,74 Bc	0,90 Bb	0,64 Ac	154,54**
69	0,24 Bbc	0,54 Ca	0,22 Cc	0,32 Cbc	0,28 Cbc	0,34 Bb	18,30**
112	0,11 Cd	0,70 Ba	0,14 CDcd	0,24 CDbc	0,26 Cb	0,24 Bbc	62,79**
154	0,10 Cc	0,32 Da	0,11 Dc	0,16 Dbc	0,25 Cab	0,24 Bab	10,69**
Teste F	40,17**	223,82**	205,29**	196,29**	212,34**	64,97**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 7A. Desdobramento da interação obtida entre cultivares e épocas de análise ao longo da safra, para açúcares redutores totais (ART%Cana)

Épocas (dias)	Cultivares						Teste F
	SP94-2101	CTC-2	CTC-6	CTC-8	RB72454	RB86755	
0	10,89 Bab	10,25 Cb	10,39 Cb	10,82 Cab	9,71 Cb	11,86 Da	4,88**
28	12,03 Bab	12,21 Bab	13,16 Ba	12,26 Bab	11,66 Bb	12,25 Dab	2,22 ^{NS}
69	14,58 Aab	14,06 Aab	13,65 Bab	13,24 Bb	14,70 Aa	13,82 Cab	2,83*
112	15,69 Ab	15,02 Ab	16,26 Aa	15,23 Ab	14,93 Ab	15,20 Bab	6,67**
154	15,62 Ab	14,06 Acd	16,55 Aab	13,41 Bd	15,26 Abc	17,54 Aa	21,46**
Teste F	44,40**	33,57**	59,23**	52,77**	55,84**	54,61**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 8A. Desdobramento da interação obtida entre cultivares e épocas de análise ao longo da safra, para porcentagem de sacarose aparente (POL%cana)

Épocas (dias)	Cultivares						Teste F
	SP94-2101	CTC-2	CTC-6	CTC-8	RB72454	RB86755	
0	9,85 Cab	8,62 Cbc	8,90 Cbc	9,30 Dbc	8,24 Cc	10,63 Da	7,66**
28	11,17 Bab	10,43 Bb	12,06 Ba	10,94 Cab	10,22 Bb	11,03Dab	4,17**
69	13,62 Aa	12,84 Aab	12,75 Bab	12,27 Bb	13,69 Aa	12,81Cab	3,02*
112	14,79 Abc	13,60 Ac	15,31 Aab	16,14 Aa	13,93 Ac	14,88Bab	8,57**
154	14,73 Abc	13,04 Ade	15,62 Aab	12,58 Be	14,25 Acd	16,44 Aa	21,93**
Teste F	52,06**	46,88**	78,79**	67,57**	76,10**	65,21**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 9A. Desdobramento da interação obtida entre cultivares e épocas de análise ao longo da safra, para açúcares totais recuperáveis (ATR)

Épocas (dias)	Cultivares						Teste F
	SP942101	CTC-2	CTC-6	CTC-8	RB72454	RB867515	
0	98,56 Bab	92,83 Cb	94,11 Cb	97,98 Cab	87,90 Cb	107,41 Da	4,88**
28	108,93Bab	110,59 Bab	119,11 Ba	110,98Bab	105,60 Bb	110,92 Dab	2,22 ^{NS}
69	131,97Aab	127,32 Aab	123,57 Bab	119,89 Bb	133,05 Aa	125,15 Cab	2,83*
112	142,02 Ab	135,97 Ab	147,19 Aab	156,00 Aa	135,14 Ab	143,98 Bab	6,67**
154	141,36 Ab	127,28 Acd	149,82 Aab	121,41 Bd	138,10 Abc	158,82 Aa	21,46**
Teste F	44,40**	33,57**	59,23**	52,77**	55,84**	54,61**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 10A. Desdobramento da interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de avaliação, para teores de fósforo inorgânicos.

Cultivares	-----ppm P ₂ O ₅ -----					Teste F
	(dias após a primeira colheita)					
	0	28	69	112	154	
IACSP93-3046	370,28 Bab	374,88 ABb	413,53 Bb	477,66 Db	751,97BCa	25,91**
SP80-1842	277,19 Bc	429,79 ABb	473,77 ABb	852,69 Aa	917,58 Aa	80,02**
SP91-1049	445,19 Ac	489,98 ABc	495,80 ABc	627,52 BCb	808,66ABa	22,40**
CTC 7	284,51 Bc	497,38 Ab	560,57 Aab	600,66 CDab	655,49 Ca	21,06**
CTC 16	345,40 ABc	367,71 Bc	522,72 ABb	790,82 Aa	910,12 Aa	65,51**
CTC 9	411,08 Ac	487,87 ABc	529,93 ABc	748,97 ABb	893,18Aa	40,94**
Teste F	4,98**	3,89**	2,92*	21,33**	12,07**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 11A. Desdobramento da interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de avaliação, para teores de fósforo inorgânicos.

Cultivares	-----ppm P ₂ O ₅ -----					Teste F
	(dias após a primeira colheita)					
	0	28	69	112	154	
IAC91-1099	292,51 Bd	398,22 Cc	493,71 Bb	1011,40 Aa	1080BCa	247,15**
IAC94-4004	362,21 Bd	427,83Ccd	509,09Bc	1111,04Ab	1209,98Aa	351,75**
IAC95-5000	499,98 Ad	544,89ABd	661,65 Ac	1090,65 Ab	1186,64Ba	189,91**
SP81-3250	366,56 Bd	621,05 Ac	661,91 Ac	828,56 Bb	1055,6Ca	121,76**
CTC 15	376,49 Bc	447,74BCc	689,22 Ab	1026,29 Aa	1045,3Ca	182,73**
RB855536	285,34 Bd	428,86 Cc	515,64 Bc	662,45 Cb	1031,9Ca	151,72**
Teste F	8,99**	11,15**	12,44**	45,77**	17,86**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

Tabela 12A. Desdobramento da interação obtida entre os cultivares tardios e as épocas de avaliação, para teores de fósforo inorgânicos.

Cultivares	-----ppm P ₂ O ₅ -----					Teste F
	(dias após a primeira colheita)					
	0	28	69	112	154	
IAC94-2101	385,97 Ad	463,58 Ad	648,38 Ac	1311,99 Ba	1040ABb	128,58**
CTC 2	365,99 Ad	373,82ABd	528,9ABCc	1589,69 Aa	969,8BCb	224,92**
CTC 6	392,25 Ac	419,23ABc	488,07BCc	1281,74 Ba	727,10 Db	113,55**
CTC 8	289,41 Ad	323,06ABd	551,37 ABc	1460,90 Aa	828,5CDb	191,45**
RB72454	269,28 Ab	305,43 Bb	384,94 Cb	873,32 Ca	887,24 Ca	79,23**
RB867515	313,29 Ac	368,19ABc	382,90 Cc	1516,09 Aa	1140,34Ab	249,75**
Teste F	2,18 ^{NS}	2,77*	8,38**	52,59**	17,74**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** - significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. NS – não significativo.

ANEXOS

Descrição dos cultivares utilizados no experimento

Anexo 1. Características dos cultivares precoces utilizados no experimento

Cultivares precoces	Características				
	Produtividade agrícola	Teor de sacarose	Crescimento	Florescimento	Isoporização
IACSP93-3046 ¹	Elevada	X	Ereto	X	X
SP80-1842 ²	Elevada	X	Decumbente	X	X
SP91-1049 ³	Elevada	X	L.decumbente	pouco	elevada
CTC 7 ⁴	X	Elevado	Decumbente	Pouco	Pouca
CTC 16 ⁵	Elevada	Elevado	Ereto	Pouco	Rara
CTC 9 ⁴	X	Elevado	L. decumbente	Pouco	pouca

^x Informação ausente. ¹ Landell et al. (2005). ² Copersucar (1993). ³ Copersucar (2003). ⁴ CTC (2006). ⁵ CTC (2008)

Anexo 2. Características dos cultivares médios utilizados no experimento

Cultivares médios	Características				
	Produtividade agrícola	Teor de sacarose	Crescimento	Florescimento	Isoporização
IAC91-1099 ¹	Elevada	Bom	Ereto	Ocasional	X
IACSP94-4004 ²	Elevada	X	Ereto	X	X
IACSP95-5000 ¹	Elevada	X	Ereto	X	X
SP81-3250 ³	Elevada	Elevado	L.Decumbente	Pouco	Pouca
CTC 15 ⁴	Muito Elevada	Elevado	L.Decumbente	Médio	Pouca
RB855536 ⁵	Elevada	Elevado	Ereto	X	X

^x Informação ausente. ¹ Landell et al. (2007). ² Landell et al. (2005). ³ Copersucar (1995). ⁴ CTC (2007). ⁵ Matsuoka et al. (1998).

Anexo 3. Características dos cultivares tardios utilizados no experimento

Cultivares tardios	Características				
	Produtividade agrícola	Teor de sacarose	Crescimento	Florescimento	Isoporização
IACSP94-2101 ¹	Elevada	X	Semi ereto	X	X
CTC 2 ²	Elevada	X	Ereto	Pouco	Médio
CTC 6 ³	Elevada	X	L.Decumbente	Médio	X
CTC 8 ³	Média	X	Ereto	Pouco	X
RB72454 ⁴	Elevada	Elevado	X	Ocasional	X
RB867515 ⁴	Elevada	Elevado	Ereto	Médio	X

^x Informação ausente. ¹ Landell et al. (2005). ² CTC (2005). ³ CTC (2006). ⁴ Salibe et al. (2008).

Referências Bibliográficas

Centro de Tecnologia Canavieira. **Cinco Variedades CTC**. Piracicaba, 2005. 16p. (Boletim Técnico; Edição Especial, 1).

Centro de Tecnologia Canavieira. **Segunda Geração de Variedades CTC**. Piracicaba, 2006. 14p. (Boletim Técnico; Edição Especial, 1).

Centro de Tecnologia Canavieira. **Terceira Geração de Variedades CTC**. Piracicaba, 2007. 19p. (Boletim Técnico; 2).

Centro de Tecnologia Canavieira. **CTC6, CTC17 e CTC18**. Piracicaba, 2008. 18p. (Boletim Técnico; 3).

Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool de Estado de São Paulo Ltda. **Quarta Geração de Variedades de Cana-de-Açúcar**. Copersucar. São Paulo, 1993. 16p. (Boletim Técnico: Edição Especial).

Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool de Estado de São Paulo Ltda. **Quinta Geração de Variedades de Cana-de-Açúcar Copersucar**. São Paulo, 1995. 21p. (Boletim Técnico: Edição Especial).

Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool de Estado de São Paulo Ltda. **9ª Geração de Variedades de Cana-de-Açúcar Copersucar**. São Paulo, 2003. 16p. (Boletim Técnico: Edição Especial).

LANDELL, M.G.A. et al. **Variedades de Cana-de-Açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 15ª Liberação do Programa Cana IAC (1959 – 2005)**. Boletim Técnico IAC, Campinas, n.197, 2005.

LANDELL, M.G.A. et al. **Variedades de Cana-de-Açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 16ª Liberação do Programa Cana IAC (1959 – 2007)**. Boletim Técnico IAC, Campinas, n.201, 2007.

MATSUOKA, S. et al. **Seis Novas Variedades RB de Cana-de-Açúcar**. Araras: UFSCAR, 1998. 24p.

SALIBE, A.C. et al. **Variedades RB**. São Carlos: UFSCAR, 2008. 28p. (Edição1).