

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

RODRIGO PEREIRA PARDINO

MATURADOR QUÍMICO EM CANA-DE-AÇÚCAR

BAURU
2015

RODRIGO PEREIRA PARDINO

MATURADOR QUÍMICO EM CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Centro de Ciências
Exatas Sociais e Aplicadas como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Química, sob orientação do
Prof. Dr. Raúl Andres Martinez Uribe.

BAURU
2015

P226m	<p>Pardino, Rodrigo Pereira</p> <p>Maturador químico em cana-de-açúcar / Rodrigo Pereira Pardino. -- 2015. 36f. : il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Raúl Andres Martinez Uribe.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.</p> <p>1. Química. 2. Qualidade. 3. Maturadores. 4. Agricultura. 5. Economia. I. Uribe, Raúl Andres Martinez. II. Título.</p>
-------	---

RODRIGO PEREIRA PARDINO

MATURADOR QUÍMICO EM CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Centro de Ciências Exatas Sociais e Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação do Prof. Dr. Raúl Andres Martinez Uribe.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Raúl Andres Martinez Uribe.
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Me. Carlos Henrique Conte.
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Marcelo Telascrêa.
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 06 de Junho de 2015.

Dedico este trabalho a minha querida esposa Andresa Cristina Sacoman Pardino e aos meus filhos Carlos Henrique Sacoman Pardino e Maria Eduarda Sacoman Pardino.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado forças e saúde até a conclusão deste trabalho, a minha família esposa e filhos, pelo suporte e compreensão, a meus parentes e amigos pela motivação, ao Prof. Dr. Raul Andres Martinez Uribe por ter me orientado, aos professores Carlos Henrique Conte e Marcelo Telascrêa, por fazerem parte da banca examinadora e a Associação dos Plantadores de Cana do médio Tietê (Ascana) que apoiou e subsidiou parte de meus estudos.

RESUMO

A agricultura e a indústria são as bases da economia do município de Lençóis Paulista. O maior destaque se dá para a cultura canavieira, sendo esta a maior ocupação da área agrícola do município representando 66,04%. A cana-de-açúcar é a principal matéria prima para a produção de açúcares, etanol e bioeletricidade, portanto há necessidade por melhoria na qualidade da matéria prima vem aumentando a cada ano. A cana-de-açúcar possui vários genótipos comerciais, desenvolvidos e indicados para climas e solos diversificados existentes no Brasil. O bom desenvolvimento da planta depende de seu respectivo ambiente de produção, preparo do solo adequado, tratos culturais, chuva e clima favorável. Em épocas de colheita a matéria prima é enviada as usinas e antes de ser processada, é submetida a uma análise de qualidade em níveis de Açúcar Total Recuperável (ATR). O monitoramento de qualidade da matéria prima levou os produtores a explorar novas técnicas de manejo e produção agrícola.

A indústria química exerce um papel fundamental com o desenvolvimento de reguladores vegetais (maturadores químicos), que proporcionam maior qualidade em açúcar total recuperável. O uso de maturadores químicos tem sido adotado por mais de 80% dos produtores canavieiros só no estado de São Paulo. O monitoramento da qualidade é feito através de técnicas de biometria e análise tecnológica, a qual tem sido uma ferramenta indispensável para a realização e preparo dos processos. Em dias atuais o uso de maturadores químicos é indispensável, pois acelera a maturação da cana-de-açúcar produzindo maiores concentrações de açúcar em prazos menores.

Este trabalho mostra resultados do experimento realizado no município de Lençóis Paulista, comparando o efeito da aplicação do maturador (Trinexapaque-Etílico), em genótipo RB95 579, sendo as amostras identificadas como aplicado e testemunha, seguidos de análises biométricas e tecnológicas.

Palavras-chave: Química. Qualidade. Maturadores. Agricultura. Economia.

ABSTRACT

Agriculture and industry are the foundation of the economy of the Lençóis Paulista city. The biggest highlight is given to the sugar cane, which is the highest occupancy of the municipal agriculture representing 66,04%. The sugarcane is the main raw material for the production of sugar, ethanol and bioelectricity, so the need for improvement in the quality of raw materials is increasing every year. The sugarcane has several commercial genotypes, developed and suited to climates and diversified existing soils in Brazil. Good plant development depends on their respective production environment, adequate soil preparation, cultivation, rain and favorable weather. At harvest time the raw material is sent to the mills and before it is processed, is subjected to a quality analysis on levels of total recoverable sugar (ATR). The quality monitoring of raw materials led producers to explore new management techniques and agricultural production.

The chemical industry plays a key role in the development of plant growth regulators (chemical maturing), which provide higher quality total recoverable sugar. The use of chemical ripeners has been adopted by more than 80% of sugarcane producers only in the state of São Paulo. The quality monitoring is done through biometrics techniques and technical analysis, which has been an indispensable tool for achievement and preparation processes. In these days the use of chemical maturing is essential because it accelerates the maturation of sugarcane producing higher sugar concentrations in shorter terms.

This work shows experimental results conducted in the Lençóis Paulista city, comparing the effect of the application of maturing (Trinexapaque-Ethyl) in RB95 579 genotype, with samples identified as applied and witness, followed by biometric and technological analysis.

Keywords: Chemistry. Quality. Maturing. Agriculture. Economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fórmula estrutural do Trinexapaque Etílico	9
Figura 2 - Índice pluviométrico mensal em 2014 da região	10
Figura 3 - Aplicação de maturador por via aérea	12
Figura 4 - Aplicação de maturador sobre amostra de testemunha.....	12
Figura 5 - Chegada das amostras ao laboratório	14
Figura 6 - Laboratório PCTS – Pagamento de Cana por Teor de Sacarose	14
Figura 7 - Desfibrador de cana elétrico acoplado a misturador.....	15
Figura 8 - Amostras de cana identificadas, desfibradas e homogenizadas.....	16
Figura 9 - Amostra pronta para a prensagem.....	16
Figura 10 – Pesagem da amostra de PBU	17
Figura 11 - Amostra de caldo de cana, pronto para leitura.....	17
Figura 12 - Equipamento utilizado para leitura do caldo, NIR	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção do Grupo Zilor safra 2014	6
Tabela 2 - Recomendação para plantio de cana de 2º corte (RB95579)	11
Tabela 3 - Valores médios obtidos para massa de 10 canas, altura, entrenós, Brix, PC, pureza, fibra e ATR da cana-de-açúcar aplicada com Trinexapaque-etílico (testemunha e aplicado) em quatro épocas – dias após a aplicação (0, 15, 30 e 45 DAA)	21
Tabela 4 – Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para Brix.....	22
Tabela 5 – Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para pureza	22
Tabela 6 – Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação	22
Tabela 7 – Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para fibra	22
Tabela 8 – Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para ATR	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al – Alumínio.

ATR (kg) – Açúcar total recuperável.

Brix (%) – Porcentagem de Sólidos Solúveis contidos em uma solução açucarada.

Ca – Cálcio.

CaO – Óxido de Cálcio.

CTC – Capacidade de Troca de Cátions.

Fibra (%) – Fibra da cana.

g/dm³ – grama por decímetro cúbico.

H+Al – Hidrogênio + Alumínio.

K – Potássio.

LS (°S) – Leitura Sacarimétrica.

m% - Porcentagem da saturação por Alumínio no solo.

Mg²⁺ – Magnésio.

Mg – Mega grama.

Mg/alq – Mega grama por Alqueire.

mg/dm³ – Miligrama por decímetro.

Mg/ha – Mega grama por hectare.

MgO – Óxido de Magnésio.

molc/dm³ – milimol de carga por decímetro cúbico.

MO – Matéria Orgânica.

N – Nitrogênio.

NIR – Near Infra red.

P – Fósforo.

PBU (g) – Peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

PC (%) – Pol da cana.

PCTS – Pagamento de Cana por Teor de Sacarose.

pH – Potencial de Hidrogênio.

PRNT – Poder Relativo de Neutralização.

Pza (%) – Pureza aparente do caldo.

SB – Soma de Bases trocáveis.

V% - Porcentagem da saturação por bases.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivos gerais.....	3
2.2	Objetivos específicos.....	3
3	A HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR	4
3.1	A chegada da cana-de-açúcar no Brasil.....	4
3.2	A cana-de-açúcar no estado de São Paulo.....	5
3.3	Lavouras canavieiras no município de Lençóis Paulista	5
4	MATURADOR QUÍMICO	8
4.1	Composições químicas dos maturadores.....	8
4.2	Efeito químico do maturador Trinexapaque-Etílico em cana-de-açúcar.....	8
4.3	Composição química do Trinexapaque-Etílico	9
5	MATERIAIS E MÉTODOS	10
5.1	Análises de solo	10
5.2	Biometria	11
5.3	Análises tecnológicas em cana-de-açúcar	13
5.4	Análises estatísticas	19
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
7	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Desde a entrada da cana-de-açúcar no Brasil, agricultores e produtores de diversos estados vêm aprimorando cada vez mais suas técnicas de manejo, com o intuito de aumentar a produtividade e a qualidade da planta em níveis de açúcar disponível. Nos dias atuais os produtos e subprodutos provenientes da cana-de-açúcar são de extrema importância para a população. O setor sucroalcooleiro movimenta outros seguimentos industriais, entre os mais importantes a indústria química, agrícola, alimentícia e energética.

O aumento da procura por produtos derivados da cana-de-açúcar provocou a necessidade de qualidade na matéria prima, onde surgiram grandes avanços científicos no setor agroquímico industrial, que inovaram e garantem nos dias atuais a qualidade da matéria prima. Atualmente a indústria canavieira avalia a qualidade da cana-de-açúcar por alguns fatores como; peso Mg (Mega grama), Mg/ha (Mega grama por hectare), tempo de colheita, variedade e tempo de maturação. Os fatores mais importantes de avaliação são; produtividade, tempo de maturação e quantidade de açúcar total produzido, ou potencial de produção de açúcar da planta.

Sendo açúcar o produto de maior interesse produzido pela planta, pesquisadores determinaram unidades de massa do açúcar para fins comerciais. Estes estudos trouxeram a definição de ATR (Açúcar Total Recuperável), determinando assim a capacidade de produção de açúcar que cada genótipo de cana pode atingir, sendo o valor do ATR usado, para calcular o preço da tonelada de cana a ser comercializada. Desta forma quanto maior os valores de ATR da cana, maiores serão os rendimentos econômicos recebidos por tonelada, os valores de ATR só podem ser obtidos através de análises tecnológicas, sendo estes ensaios analíticos em laboratórios específicos. (ÚNICA, 2015).

Os genótipos de cana estão basicamente classificados como; precoce, média e tardia, sendo maturação em curto, médio e longo prazo. Os precoces atingem naturalmente a maturação desejada se plantados e cultivados corretamente, de acordo com o ambiente edáfico (influência do solo na planta), porém outros genótipos se plantados nas mesmas condições, apresentam maior dificuldade de atingir a maturação desejada, sendo este o caso das médias e tardias. Para solucionar o problema e tornar viável o cultivo de genótipos de cana médios e tardios, a indústria química desenvolveu alguns reguladores vegetais denominados

(Maturadores) os quais tornam possíveis a produção de tais genótipos. Este trabalho trata sobre testes em campo, onde se realizou a aplicação de maturador químico em genótipo de cana-de-açúcar no município de Lençóis Paulista, e ensaios analíticos em laboratório, que possibilitaram importantes avaliações de resultados e sua influência na qualidade. Justifica-se a escolha do tema em função da importância e necessidade de antecipação da colheita canavieira (maturação da cana) e planejamento agrícola (tempo de colheita), sendo este um assunto de suma importância relacionado aos fatores econômicos e de desenvolvimento agroindustrial.

O tipo de maturador a ser aplicado é recomendado de acordo com o genótipo cultivado, condições climáticas, ambiente de produção. A ciência química industrial é um termo que envolve a ideia de desenvolvimento da matéria prima ao produto final, tendo como base um conjunto de processos físico-químicos, podendo assim, determinar características qualitativas da matéria prima que influenciarão diretamente o produto final.

Justifica-se o uso de maturadores químicos, pois contribui diretamente para os planos de desenvolvimento da matéria prima, gerando maior qualidade de produto final na indústria. O comprometimento de cada profissional é de extrema importância para o desenvolvimento e sucesso dos resultados finais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da aplicação de maturadores químicos na análise biométrica e nos parâmetros tecnológicos da cultura da cana-de-açúcar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar a aplicação do maturador químico: Trinexapaque-Etílico;
- b) Avaliar os parâmetros biométricos: peso, altura e número de entrenós após aplicação;
- c) Discutir os parâmetros de qualidade do caldo da cana-de-açúcar, através de análises tecnológicas: Brix (%), PC (%), Pza (%) e ATR (kg).

3 A HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta que pertence ao gênero *Saccharum*. As espécies de cana-de-açúcar são provenientes do sudeste asiático. A planta é a principal matéria-prima para a fabricação do açúcar e álcool (etanol). É uma planta da família das gramíneas, representadas pelo milho, sorgo, arroz e muitas outras, porém é uma gramínea perene, que perfilha de maneira abundante na fase inicial do desenvolvimento. A revolução industrial foi fator determinante para o desenvolvimento da fabricação do açúcar mesmo existindo técnicas para produção de açúcar, desenvolvidas pelos europeus no século XVI. Somente no século XIX, com a introdução da máquina a vapor, da evaporação, dos cozedores a vácuo e das centrifugas, a produção comercial de açúcar experimentou notáveis desenvolvimentos tecnológicos. (GALASSI et. al., 2008).

3.1 A CHEGADA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil junto com os portugueses. As primeiras mudas vieram em 1532 na expedição marítima de Martim Afonso de Souza. A planta espalhou-se e graças ao solo fértil, ao clima tropical quente e úmido e à mão-de-obra escrava vinda da África, o sucesso foi tal que, por volta de 1584, havia no Brasil cerca de 120 engenhos funcionando graças ao esforço de 10.000 escravos, que produziam mais de 200.000 arrobas (cada arroba equivale a 15 quilos) de açúcar por ano. Nessa época, na Europa, o açúcar era um produto de tal forma cobiçado que foi apelidado de “Ouro Branco”, tal era a riqueza que gerava. Diante de tamanha motivação do mercado, Portugal gerou incentivos para o Brasil, isentando o país colonial de pagar alguns impostos de exportação; estas e outras medidas fizeram com que em meados do século XVII o Brasil atingisse o título de maior produtor mundial de açúcar. (GALASSI et. al., 2008).

3.2 A CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO

Com a crise de 1929 e com a queda dos preços internacionais prejudicando o desempenho das exportações do açúcar, abriu-se espaço para a intervenção do Estado na economia açucareira. Em 1931, o governo brasileiro incentivou o consumo de álcool combustível e tornou obrigatória a mistura de 5% de etanol na gasolina utilizada no país, o crescimento da produção de etanol expandiu a cultura de cana-de-açúcar no Sudeste, especialmente em São Paulo, com o produto ganhando mais espaço na mistura carburante diante das dificuldades de importação de petróleo durante a Segunda Guerra Mundial (GALASSI et. al., 2008).

Em 1975, visando autonomia energética, o Brasil desenvolveu o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) sendo oferecidos vários incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros abaixo da taxa de mercado para os produtores de cana-de-açúcar e para as indústrias automobilísticas que desenvolvessem carros movidos a álcool. Na primeira década do Proálcool, os resultados foram positivos, visto que os consumidores priorizavam os automóveis movidos a álcool e, em 1983, as vendas desses veículos dominaram o mercado brasileiro. Em 1991, aproximadamente 60% dos carros do país (cerca de 6 milhões) eram movidos por essa fonte energética (GALASSI et. al., 2008).

3.3 LAVOURAS CANAVIEIRAS NO MUNICÍPIO DE LENÇÓIS PAULISTA

Com uma área total de 808 quilômetros quadrados ou 80.800 hectares, distribuídos em 4.500 hectares na zona urbana e 76.300 na zona rural, o município de Lençóis Paulista está localizado na região central do Estado de São Paulo, com as Coordenadas Geográficas de: Latitude: 22°36'55"S e Longitude: 48°49'7" O, estando por sua vez o Estado de São Paulo localizado na região Sudeste do Brasil. A história mostra que em 1867 já existiam plantações de cana no Município de Lençóis Paulista, produzindo matéria prima para pequenos engenhos obterem a rapadura e açúcar, atendendo estritamente as necessidades de consumo das comunidades vizinhas.

A cana representava pouca importância para a agricultura da época, visto que existiam 15 fazendas de café e apenas duas com a lavoura canavieira. Em 1910, impulsionados pelo crescimento da economia paulista, muitos engenhos de

aguardente do interior começaram a ser transformados em usinas de açúcar. Getúlio Vargas tomou várias medidas para regularizar a produção de açúcar e álcool no país. Com isso ele instituiu a obrigatoriedade de adicionar 5% de álcool nacional à gasolina e criou também o IAA Instituto do Açúcar e Álcool. (GALASSI et. al., 2008).

Em 1946 a união das famílias Zillo e Lorenzetti transforma em usina o engenho que possuía desde 1938, na fazenda São José em Macatuba e que até então produzia aguardente. Na primeira safra foram produzidas sete mil sacas de açúcar mascavo. No mesmo ano a sociedade compra o engenho de cachaça da fazenda Barra Grande, em Lençóis Paulista, também transformado em usina. Em 1947, as duas fazendas já produziam açúcar e em 1949, a empresa lança a sua própria marca: o açúcar Azil. Em 1952 inicia-se a produção de álcool na Usina São José e em 1955 na Usina Barra Grande (Linha do tempo, 2015?).

O grande mercado de açúcar no Brasil e no exterior e a existência de duas usinas na região de Lençóis levam os engenhos ao declínio, já que dos 52 engenhos registrados em 1947, apenas cinco sobreviveram. De acordo com Zilor (2015), a sociedade Zillo-Lorenzetti, no ano de 1964 adquiriu a Usina Pouso Alegre localizada na cidade de Macatuba. Nesse novo contexto da economia em 1981 o grupo empresarial Zillo-Lorenzetti, que já possuía a Usina Barra Grande e São José, adquiriu mais uma unidade, a Usina Santa Lina, em Quatá. Em 1992, agora com três usinas, a moagem absorvia a produção de aproximadamente 125.000 toneladas de cana, dividida entre áreas próprias, arrendadas ou de fornecedores (ZILOR, 2015).

O universo do grupo Zilor (nome mais recente da sociedade Zillo-Lorenzetti), envolve os mais diversos produtos da cana-de-açúcar, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Produção do Grupo Zilor safra 2014:

Produto	Quantidade
Açúcar	526.000 toneladas
Álcool Anidro	493000 m ³
Energia Total Comercializada	575.000 MWh

Fonte: Zilor.

Além do mix de produtos, o grupo ainda produz subprodutos, tais como: a Vinhaça (que é usada na irrigação das lavouras), a Torta de Filtro (que é usada como fonte de adubação no plantio das lavouras), (resíduo líquido da lavagem da cana e outras atividades da indústria). Todos esses subprodutos retornam à lavoura canavieira, com fonte de nutrientes do solo e preservação do meio ambiente. Na unidade de moagem de Quatá, o grupo Zilor ainda conta com a Biorigin, empresa do grupo responsável pela produção de levedura para consumo animal e humano. Acompanhando a tendência de conservação, recuperação e proteção do meio ambiente, a empresa possui departamento destinado e voltado a essas práticas, que são conduzidas em parceria com seus franqueados (BIORIGIN, 2015).

4 MATURADOR QUÍMICO

4.1 COMPOSIÇÕES QUÍMICAS DOS MATURADORES

Maturadores são produtos químicos que induzem o amadurecimento de plantas, causando, assim, o transporte e armazenamento dos açúcares na planta. São utilizados para antecipar e aperfeiçoar o planejamento da colheita. Os maturadores podem, ainda, apresentar substâncias que dessecam a planta, o que favorece a queima e diminui as impurezas vegetais ou que inibem o florescimento, existem dois tipos básicos de maturadores para o setor canavieiro: os estressantes e não estressantes. Os estressantes são inibidores de crescimento, que reduzem, acentuadamente, o ritmo de crescimento da cana, fazendo-a acumular a sacarose em vez de utilizá-la como fonte de energia para seu crescimento. A redução no ritmo de crescimento força a planta a amadurecer. Os maturadores estressantes mais utilizados são à base dos seguintes compostos: Trinexapaque Etilico, Sulfometurom metil, Glyphosate e Orthosilfamuron. Abaixo as informações técnicas do maturador utilizado neste trabalho. (AGEITEC, 2015).

Princípio ativo	Grupo químico
Trinexapaque-Etilico	Ácido dioxohexanocarboxilato

Fonte: SYNGENTA / 2015.

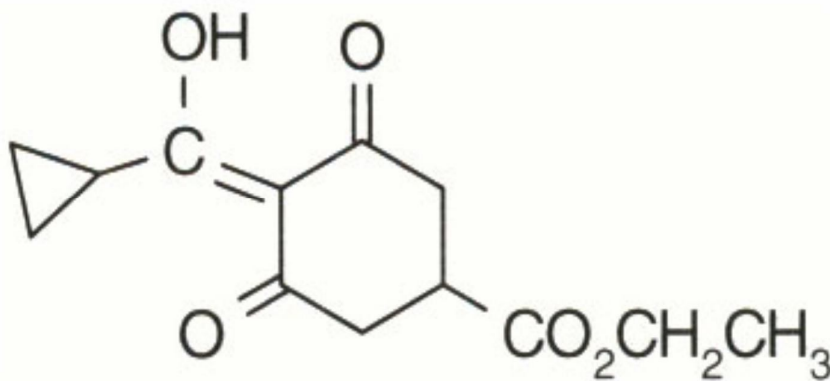
4.2 EFEITO QUÍMICO DO MATURADOR TRINEXAPAQUE-ETÍLICO EM CANA-DE-AÇÚCAR.

Interfere na formação da giberelina (hormônios produzidos nas raízes e folhas jovens de uma planta), inibindo a alongação dos entrenós superiores da cana. (CULTIVAR GRANDES CULTURAS, 2001).

4.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO TRINEXAPAQUE-ETÍLICO.

- Princípio ativo: Trinexapaque-Etílico.
- Nome químico: Etil 4-ciclopropil (hidroxi) metileno-3,5-dioxohexanocarboxilato.
- Grupo químico; Ácido dioxoexanocarboxílateo.
- Fórmula química; $C_{13} H_{16} O_5$.
- Peso molecular; 252,0 g/mol.
- Concentração do princípio ativo; 250g/L.
- Concentrado emulsionável.

Figura 1, Fórmula estrutural do Trinexapaque Etílico.

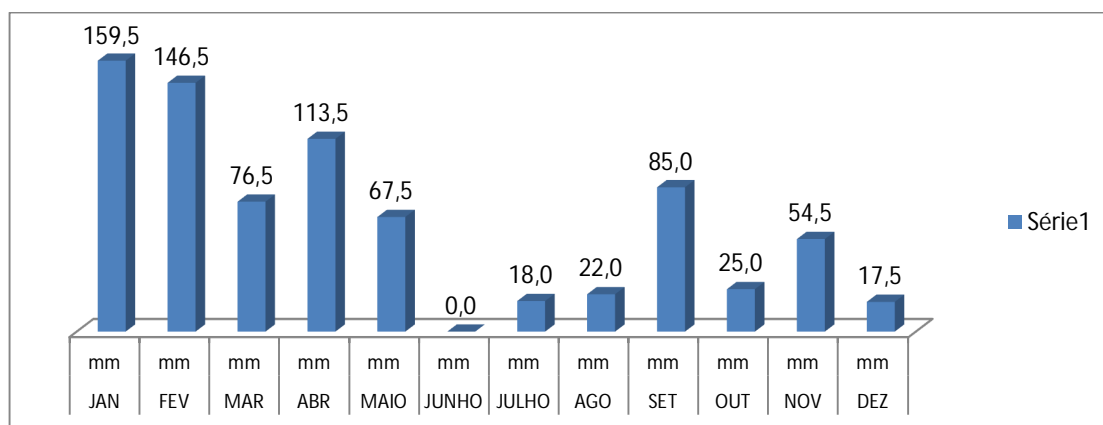


Fonte; ANVISA / 2015.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Os testes foram realizados no município de Lençóis Paulista (SP) em propriedades rurais particulares na região do centro Oeste Paulista, localizada na latitude $-22^{\circ}40'28''S$, e longitude $-48^{\circ}37'23''O$, em altitude de 350 metros. O clima predominante da região é definido como clima úmido, com temperatura média anual de $23^{\circ}C$ e umidade relativa média mensal de 65%, com extremos de 97% em fevereiro e 19% em agosto. A média pluviométrica anual é de 958 mm. A Figura 2 mostra os valores de precipitação mensal registrados no ano de 2014, próximos à área experimental.

Figura 2 - Índice pluviométrico mensal em 2014 da região.



Fonte: O Autor

5.1 ANÁLISES DE SOLO.

Antecedendo o primeiro teste, foram retiradas amostras de solos para análise química e monitoramento da fertilidade de macro-nutrientes, sendo eles; P, MO, pH, K, Ca, Mg, Al e H+Al no lote experimental onde plantou-se o genótipo RB92579. Junto da análise química foi elaborado laudo de recomendação agrícola (dosagem de insumos aplicados), onde os dados de análise junto da recomendação apresentados na Tabela 3 mostram produtividade esperada de 80 a 90 Mg/ha.

Os lotes experimentais foram corrigidos e adubados com doses de calcário de (1,8) Mg/ha [(ou 4.200 Mg/alq (2.42 ha)] de calcário com PRNT de 70% [CaO: 25%; MgO: 16%] e adubado com 600 Mg/ha [(ou 1.500 Mg/alq (2.42 ha)] da formulação comercial 15-00-20 [N: 15%; K₂O: 20%] sendo esta área de histórico de baixa produtividade.

Tabela 2 - Recomendação para plantio de cana Sóca de 2º corte (RB95579).

Resultados de análise química do solo.								
Amostra	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al
	Mg/dm ³	g/dm ³		mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³		mmolc/dm ³
0 a 20 cm	4	10	5,4	0,9	21	6	28	0
	CTC		S.B		V%		m%	
	mmolc/dm ³		mmolc/dm ³					
	51,9		27,9		49		0	

Recomendação Agrícola - Quantidades de Insumos para aplicação.

Calcário;

(1,8) Mg/ha (ou 4.200 Mg/alq (2.42 ha)) de calcário com PRNT de 70% e composição química de (CaO: 25%; MgO: 16%).

Adubo

NPK;

600 Mg/ha (ou 1.500 Mg/alq (2.42 ha)) da formulação comercial 15-00-20 sendo, (N: 15%; K₂O: 20%).

Produtividade esperada; 80 a 90 t/ha.

Fonte: (Ascana / 2014).

5.2 BIOMETRIA.

A Biometria em cana-de-açúcar consiste em uma técnica que monitora os processos do crescimento e formação na estrutura da planta, fornecendo dados específicos quanto ao seu desenvolvimento, esta técnica é muito utilizada na preparação de áreas de aplicação de maturadores. Para este experimento foi escolhido genótipo considerado indicado para aplicação, a qual é feita por via aérea. O experimento foi identificado pelo genótipo em blocos divididos e identificados como aplicado e testemunha, conforme mostra a Figura 3. (FÁBIO J. MAGRO et. al., 2015).

Figura 3. Aplicação de maturador por via aérea.



Fonte: O Autor

O bloco identificado como testemunha, não teve contato com o maturador, pois foi protegido e coberto com lonas apropriadas. O bloco identificado como aplicado teve contato direto com o maturador. A dose do maturador Trinexapaquetílico aplicada foi de 1L/ha, através de aeronaves específicas conforme mostram as Figuras 3 e 4. As amostras foram coletadas e monitoradas nos períodos de Junho a Setembro de 2014.

Figura 4: Aplicação de maturador sobre amostra de testemunha.



Fonte: O Autor

No início dos trabalhos foram coletadas amostras de cana-de-açúcar em feixes com 10 canas por amostra (Figura 5), em diferentes pontos dos lotes a serem aplicados e dos lotes de testemunha, contendo o genótipo a ser analisado. Em seguida as amostras foram submetidas a análises tecnológicas em laboratório PCTS (Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose), sendo análises de Brix, Pureza, Pol expressos em (%) e ATR (kg), que através destas possibilitou avaliar a qualidade do caldo da amostra e determinar a quantidade de Açúcar Total Recuperável, sendo este o resultado final de qualidade. (ÚNICA, 2015).

Com os blocos montados e devidamente identificados por setor, fazenda, lote e quadra conforme citado anteriormente, foram iniciados os trabalhos de biometria os quais foram coletadas e pesadas 10 canas que representaram uma amostra, em seguida, foi medida a altura, e realizada a contagem de entrenós para cada bloco (aplicado ou testemunha).

5.3 ANÁLISES TECNOLÓGICAS EM CANA-DE-AÇÚCAR

As análises tecnológicas em cana-de-açúcar foram realizadas em laboratório PCTS – Pagamento de Cana Por Teor de Sacarose Figura 6, localizado no município de Lençóis Paulista creditado pelo CTC (Centro de Tecnologia Canavieira), tendo seus métodos analíticos regidos pelo CONSECANA (SP). Este método consiste no desfibramento e homogeneização da fibra, seguidos de pesagem e prensagem da fibra para obtenção do caldo. No caldo são registrados através de leitura por espectroscopia os valores de Brix (%), PC (%), Pza (%), Fibra (%), dados estes que posteriormente serão utilizados para o cálculo que determina o Açúcar Total Recuperável da cana (ATR).

Em todo estado de São Paulo a cana-de-açúcar é comercializada por sua qualidade em quilos de atr. O valor do quilo de atr atual circula em torno de R\$ 0,48 valor de extrema importância para calcular o preço da tonelada de cana. Uma vez feita análise tecnológica e obtido o valor do atr da análise, multiplica-se este valor pelo preço do quilo do atr em questão, obtendo assim o preço da tonelada de cana a ser comercializada.

Suponha que em uma análise tecnológica, obteve-se um valor desejável de 155,35 kg de atr, multiplica-se ($155,35 \times 0,48 = \text{R\$ } 74,568$) a serem pagos por cada

tonelada desta cana. O preço do kg de ATR varia de acordo com as altas e baixas do mercado sucroalcooleiro.

Figura 5: Chegada das amostras ao laboratório.



Fonte: O Autor

Figura 6: Laboratório PCTS – Pagamento de Cana por Teor de Sacarose.

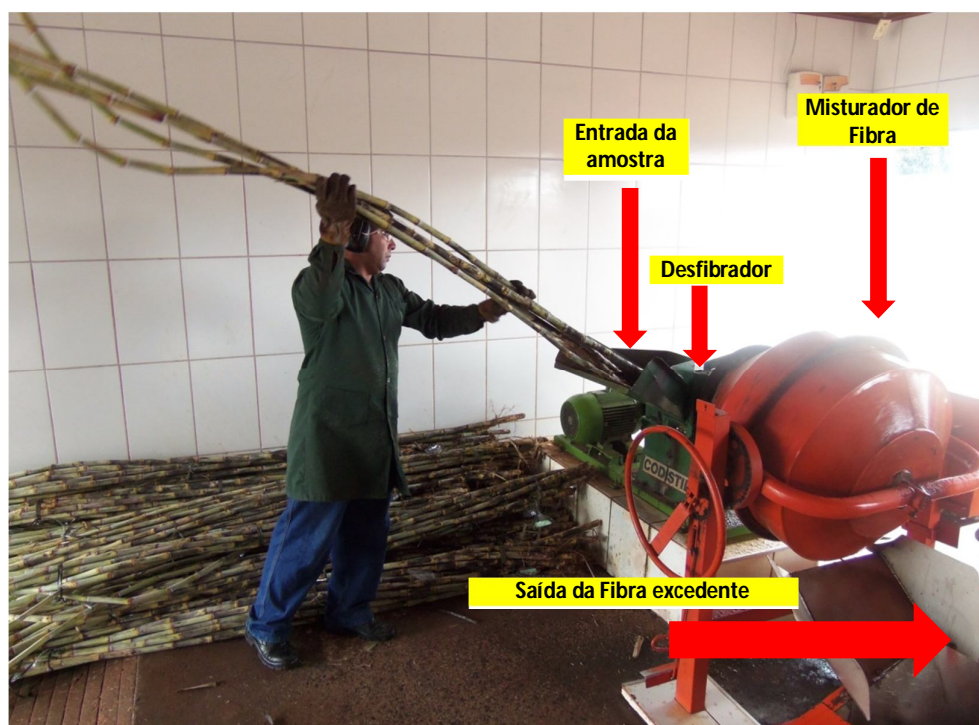


Fonte: O Autor

As amostras de cana foram desfibradas através da abertura de células e homogeneizadas em desfibrador elétrico Figura 7, gerando uma média de 10 kg de fibra homogênea por amostra. Desta foram utilizados para a análise apenas 2 kg de fibra homogênea por amostra, em baldes Figura 8, que em seguida foram pesados 500g e submetidos a uma prensagem a 250 kg f/cm^3 durante 1 minuto Figura 9.

O processo de prensagem resultou em uma massa de fibra úmida a qual foi novamente pesada Figura 10 e volume de caldo de cana extraído em ml Figura 11, cada amostra processada apresenta valores de massa úmida e caldo diferentes de acordo com suas qualidades, na média trabalhamos em cerca de 140,0 g de massa úmida e 350 mL de caldo.

Figura 7: Desfibrador de cana elétrico acoplado a misturador.



Fonte: O Autor

Figura 8: Amostras de cana identificadas, desfibradas e homogenizadas.



Fonte: O Autor

Figura 9: Amostra pronta para a prensagem.



Fonte: O Autor

Após o processo de prensagem a massa seca é classificada como PBU (Peso do Bolo Úmido) e os valores, anotados em ficha de análise. A segunda parte da amostra é o caldo Figura 11, opcionalmente medido em proveta indicando volumes médios de 300 a 350 mL. Em seguida o caldo é submetido à leitura por

espectroscopia de infravermelho próximo NIR (Near Infra Red). O uso do NIR contribui na precisão e rapidez nos resultados.

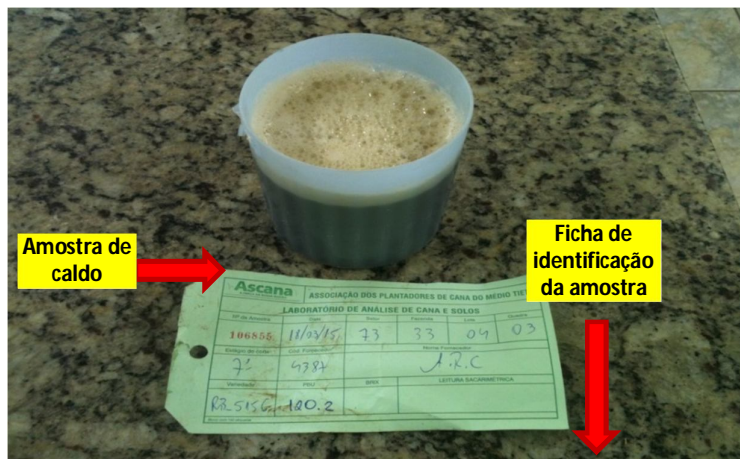
A técnica se baseia na aspiração e transporte do caldo até a cubeta com auxílio de bomba de vácuo, onde a cubeta preenchida da amostra é atingida por um feixe de luz monocromático, provocando diferença de absorção. O feixe opera em comprimentos de onda na faixa de (0,42 a 0,75 nm) neste comprimento de onda, são registradas diferentes concentrações de sólidos solúveis e insolúveis contidos no caldo, obtendo assim os dados analíticos, Figura 12.

Figura 10: Pesagem da amostra de PBU.



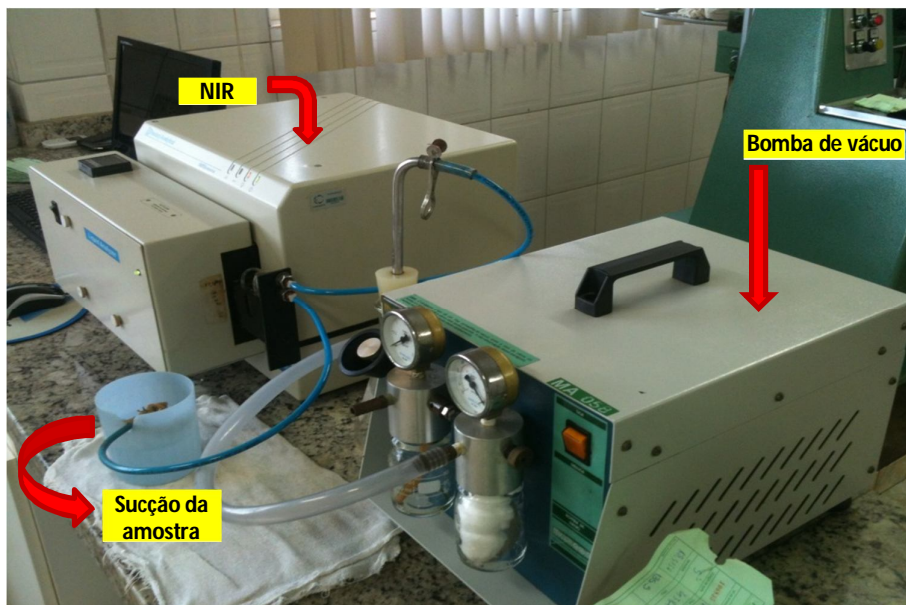
Fonte: O Autor

Figura 11: Amostra de caldo de cana pronto para leitura.



Fonte: O Autor.

Figura 12: Equipamento utilizado para leitura do caldo, NIR.



Fonte: O Autor.

Anteriormente utilizava-se o método clarificante para análises tecnológicas onde os parâmetros de Brix do caldo (%), leitura sacarimétrica (%), Pol do Caldo (%), Pureza (%), Fibra (%) utilizados para o cálculo do ATR (kg), eram obtidos separadamente em equipamentos individuais e uso de clarificantes químicos.

O método clarificante não é recomendado para rotinas analíticas de alta demanda, pois não supre a necessidade em função do grande tempo requerido para obtenção dos resultados. Cada análise realizada pelo método clarificante leva entre 15 a 20min até sua conclusão.

O NIR dispensa o uso de clarificantes é altamente preciso e cada amostra leva apenas 1min para ser concluída, com seus resultados já calculados, todo processo ocorre em uma única leitura.

5.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F a 5% e para as causas de variações significativas, será aplicado o teste de significância de Tukey ($p < 0,05$), para a comparação entre os tratamentos (BANZATTO e KRONKA, 2006). Para as análises dos resultados serão utilizados os programas ASSISTAT® e Sigma Plot®.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A massa fresca de dez canas apresentou diferença significativa, diminuído em 7% o tratamento aplicado com maturador quando comparado com a testemunha. Não houve diferença significativa para as épocas de amostragem nem para a interação entre os fatores. A altura das plantas seguiu a mesma tendência apresentando diferenças significativas ao comparar os tratamentos (redução de 3%), porém sem diferenças ao comparar datas e interação entre os fatores Tabela 4. Não foram encontradas referências bibliográficas com as quais comparar os dados obtidos neste estudo, entretanto espera-se o efeito encontrado devido ao modo de ação do maturador, este atua como retardante de crescimento. Houve diferença significativa na variável número de entrenós ao comparar as datas de amostragem observando-se que a cultura continuaria crescendo (aumentando o número de entrenós) sem não se aplicasse o maturador. Não se observaram diferenças para aplicação do maturador nem para a interação entre os fatores Tabela 4.

A concentração de sólidos solúveis totais (Brix) apresentou aumento significativo no tratamento aplicado com maturador, assim como a Pol do caldo (PC), pureza e açúcar total recuperável (ATR) ao comparar o tratamento aplicado e a testemunha em 2, 3 e 1%, e 3kg; respectivamente Tabela 4.

A Tabela 4 mostra valores médios obtidos para massa de 10 canas, altura, entrenós, brix, PC, pureza, fibra e ATR da cana-de-açúcar aplicada com trinexapaque-etílico (testemunha e aplicado) em quatro épocas – dias após a aplicação (0, 15, 30 e 45 DAA).

Dados de interpretação, **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = p < 0,05$); ns – não significativo ($p \geq 0,05$). Letras minúsculas comparam médias na coluna. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – desvio mínimo significativo; CV – coeficiente de variação.

Tabela 3 – valores médios para altura, entrenós, brix, PC, pureza, fibra e ATR

Tratamentos	Massa 10 canas	Altura	Entrenós	Brix	PC	Pureza	Fibra	ATR
Maturador (A)	(kg)	(m)	N°	-----%-----				(kg)
Testemunha	17,21a	2,61a	17,69a	17,13b	12,48b	83,24b	10,28a	126,48b
Aplicado	16,00b	2,53b	18,17a	17,54a	12,89a	84,2a	10,34a	130,18a
Teste F	4,59*	4,30*	2,74ns	9,64**	10,34**	12,40**	0,67ns	10,13**
DMS	1,14	0,08	0,58	0,27	0,26	0,57	0,15	2,35
CV	11,76	5,39	5,54	2,67	3,51	1,16	2,49	3,14
Épocas DAA								
(B)								
0	15,85a	2,49a	16,76c	15,33d	10,64d	79,28c	10,19b	109,81d
15	17,07a	2,56a	17,65bc	17,26c	12,69c	84,01b	10,08b	128,33c
30	17,23a	2,61a	18,53ab	18,06b	13,44b	85,33a	10,26b	135,24b
45	16,30a	2,62a	18,77a	18,58a	13,97a	86,21a	10,69a	139,95a
Teste F	1,33ns	2,31ns	10,26**	118,47**	129,90**	123,34**	12,93**	129,65**
DMS	2,13	0,15	1,08	0,51	0,49	1,06	0,28	4,40
CV	11,76	5,39	5,54	2,67	3,51	1,16	2,49	3,14
Teste F AxB	0,57ns	0,12ns	0,84ns	10,68**	9,29**	8,48**	6,17**	9,24**

Fonte: O Autor

O ATR pode ser considerado o resultado mais importante de toda a pesquisa, pois ele indica quanto açúcar uma amostra de cana-de-açúcar tem disponível para o processo de (recuperação) em uma usina de açúcar e álcool, seja para o processo fermentativo ou para o processo de fabricação de açúcar, portanto aumentos reais nesta variável são de suma importância para quem vende e compra a matéria prima, (CONSECANA, 2006).

Segundo (Glauber) a aplicação de Trinexapaque-Etílico na variedade RB855453 em Igarapu do Tietê na safra 2005 resultou em um aumento do teor de sacarose com o transcorrer das épocas, ajustando-se a um modelo de regressão quadrático com valores próximos a 15,1% de PC no nonagésimo dia após a aplicação. (Glauber, 2011).

Adicionalmente foi observado Tabela 4 o efeito significativo das datas de amostragem a da interação entre os fatores aplicação/data, fazendo-se desdobramento da interação dos parâmetros anteriormente expostos: Brix, PC, pureza, fibra e ATR Tabelas 5 a 9.

Dados de interpretação, letras maiúsculas comparam médias na linha; e minúsculas na coluna. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para brix

Brix	Épocas (DAA)			
Maturador	0	15	30	45
Testemunha	14,65bD	16,88bC	17,95aB	18,03aA
Aplicado	16,02aB	17,64aA	18,18aA	18,34aA

Tabela 5 - Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para PC

PC	Épocas (DAA)			
Maturador	0	15	30	45
Testemunha	9,98bD	12,36bC	13,34aB	13,24aA
Aplicado	11,29aB	13,03aA	13,56aA	13,70aA

Tabela 6- Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para Pureza.

Pureza	Épocas (DAA)			
Maturador	0	15	30	45
Testemunha	77,77bD	83,35bC	85,08aB	86,75aA
Aplicado	80,80aB	84,67aA	85,57aA	85,87aA

Tabela 7 - Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para fibra.

Fibra	Épocas (DAA)			
Maturador	0	15	30	45
Testemunha	10,09aB	9,90bB	10,20aB	10,92aA
Aplicado	10,28aA	10,28aA	10,33aA	10,46bA

Tabela 8 - Desdobramento da interação entre a aplicação de maturador e as épocas de avaliação para ATR.

ATR	Épocas (DAA)			
Maturador	0	15	30	45
Testemunha	103,92bD	125,30bC	134,27aB	132,45bA
Aplicado	115,71aB	131,36aA	136,22aA	137,15aA

Visualiza-se na Tabela 9, que á 45 DAA, existe diferença significativa entre a testemunha e o tratamento aplicado e que não existe diferença significativa entre 15 e 45 DAA no tratamento aplicado. Comprova-se o efeito desejado do maturador aumentando a quantidade de açúcar total recuperável no final do experimento (45DAA) e a manutenção desse valor por mais tempo (30 dias). Estes resultados confirmam as informações de (TRINEXAPAQUE ETÍLICO, Bula).

7. CONCLUSÃO

Observou-se o efeito positivo retardador de crescimento do Trinexapaque-Etílico, nas variáveis de crescimento (massa e altura).

Foi verificado também o efeito positivo da maturação da cana-de-açúcar, a qual adiantou a colheita em 30 dias comparados á amostra de testemunha, quando tratados com Trinexapaque-Etílico junto da manutenção crescente de maturação por mais 30 dias.

Os resultados finais expressos em ATR demonstraram maior qualidade em quilos de açúcar recuperável, gerando menor tempo de colheita e maior rentabilidade ao produtor.

REFERÊNCIAS

- ASCANA. **Resultados analíticos e ilustrações**. Lençóis Paulista: 2014. Apresentação.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, Brasil. 2006.
- BIORIGIN. **Institucional**, [2015]. Disponível em: <<http://www.biorigin.net/biorigin/index.php/br/institucional>>. Acesso em: 18 mai.2015.
- CANA-DE-AÇÚCAR. **História**. Em: Disponível em: <http://www.infoescola.com> > Biologia > Reino Plantae (plantas). Acesso em: 11 fev. 2015.
- CONSECANA. **Manual de Instruções**. Piracicaba-SP, 2006 5ª edição. (p. 44, 45, 47, 48, 50, 51, 52, 53).
- GALASSI, et. al. **Os impactos sócio-ambientais e econômicos da reestruturação do setor canavieiro no município de Lençóis Paulista**. 2008. 95 p. Monografia (Bacharel em Administração de empresas) – Faculdade de Orígenes Lessa, Lençóis Paulista, 2008.
- Glauber Henrique Pereira Leite, Carlos Alexandre Costa Crusciol, Marcelo de Almeida Silva, Giuseppina Pace Pereira Lima. **Atividade das enzimas invertases e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar sob efeito do nitrato de potássio, etefon e etil-trinexapac**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 35, n. 4, p. 649-656, jul./ago., 2011.
- Importância da qualidade da cana para a eficiência industrial. **ageitec**, [2015?]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html>. Acesso em: 17 mai. 2015.
- LINHA do tempo. **Zilor**, [2015?]. Disponível em: <http://www.zilor.com.br/zilor/empresa_historia.asp>. Acesso em: 11 fev. 2015.
- Maturadores químicos. **ageitec**, [2015?]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_90_22122006154841.html>. Acesso em: 16 mai. 2015.
- FÁBIO J. MAGRO, et. al. **Biometria em cana de açúcar**, [2015]. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv0684/Biometria%20em%20cana-de-acucar%20exemplo%20de%20texto%20aluno.pdf>.Acucar/335774.html>. Acesso em: 18 mai.2015.
- Trinexapaque etílico. **Fórmula estrutural**, [2015?]. Disponível em: <<http://www.portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/.../t56.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 16 mai. 2015.

TRINEXAPAQUE ETÍLICO. Responsável técnico: **Isagro S.p.A.** - Escritório: Centro Uffici San Siro, Fabbricato D, ala 3, 20153 Milano - Itália - Planta (fábrica): Lonza Ltd. Valais Work - CH-3930 Visp, Suíça, [20?...]. Bula.

ÚNICA. **Consecana**, [2015?]. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/consecana/>>. Acesso em: 17 mai.2015.

Variedades. **ageitec**, [2015?]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html>. Acesso em: 17 mai. 2015.