

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM CANA-DE-AÇÚCAR

Acadêmico: Ygor Luiz Pereira de Castro
Nome da orientador(a): Ana Lúcia Pereira Kikuti

Membros da Banca:

1. Orientador: Ana Lúcia Pereira Kikuti.
2. Membro Titular 1 (efetivo): Ana Carolina Alves.
3. Membro Titular 2: Hamilton Kikuti.
4. Suplente: Vinícius do Nascimento Lampert.

Data: 19/06/2012. Horário: 07h00min.

(X) Multimeios

() Auditório

() Outros

Cassilândia-MS
Junho de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM CANA-DE-AÇÚCAR

Acadêmico: Ygor Luiz Pereira de Castro
Orientador(a): Ana Lucia Pereira Kikuti

“Trabalho apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS
Junho de 2012

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

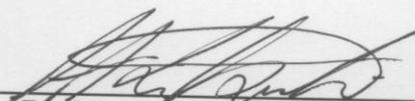
TÍTULO:

“ Inovações tecnológicas em cana-de-
açúcar ”

ACADÊMICO: **Ygor Luiz Pereira de Castro**

ORIENTADOR (A): **Prof^a. Dr^a. - Ana Lúcia Pereira Kikuti**

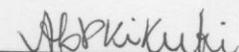
APROVADO pela comissão examinadora em: 19 de junho de 2012.



Prof.Dr. - Hamilton Kikuti



Prof^a. Dr^a. - Ana Carolina Alves



Prof^a.Dr^a. - Ana Lúcia Pereira Kikuti - Orientadora

EPÍGRAFE

““ Faça as coisas o mais simples que você puder, porém não se restrinja às mais simples. ””

Albert Einstein

Ao meu pai Edvan Castro que me ensinou a ser humilde e honesto, a minha mãe Maria Regina pelo carinho e atenção em todos os momentos e aos meus irmãos Marcus e Hugo que juntos me deram o alicerce para concluir meus objetivos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar e me dar força para concluir esta etapa de minha vida.

Aos meus pais Edvan e Maria Regina pelo apoio, por estarem presente em toda minha vida e por terem acreditado em mim.

Aos meus irmãos Marcus, Hugo, minhas cunhadas Camila e Merilim e a minha sobrinha Manuela pelos momentos de descontração, alegria e apoio.

Agradeço aos meus Avós pelo apoio e por acreditarem em mim quando precisei.

Agradeço minha amiga e companheira, Jois Fernanda pela ajuda, incentivo e apoio nas horas que mais precisei.

A minha orientadora Profa. Dra. Ana Lucia Pereira Kikuti, pela orientação, estímulo e amizade. Acreditando no meu trabalho e me dando a oportunidade de trabalhar. Obrigado pela atenção e paciência durante este período em que convivemos. Meu respeito, admiração e carinho.

Aos meus amigos Rafael Zamboni, Mailson Geromel, Emanuel Murilo, Thales Michel, Gabriel Inácio, Sérgio Zoccal, Rubéns Pastana, Marcos Antônio, Leonardo Ramos, Ricardo Cardias, Jorge Fernando, Ângelo Pretes, Jucimar Ferreira, Jair Ramos, Enésio Castro, João Vitor, Evandro Ponte agradeço por todo apoio recebido.

Aos meus companheiros de república Lucas Zacarias, João Paulo Freitas, Augusto Pedrazzi e Fabio Faustino pela paciência e amizade durante esses anos de convívio.

A todos os colegas de sala, por todos os momentos que passamos juntos, ora brincadeiras e tristezas etc. Em especial ao Rafael Zandonadi, Tarcísio Cardoso, Flávio Augusto, Fagner Rodrigues, obrigado.

A todos os funcionários e professores da UEMS-Unidade Universitária de Cassilândia pelo apoio e colaboração.

Também gostaria de agradecer aos membros da banca, por participarem e opinarem neste trabalho dando sua contribuição.

Enfim, a todos aqueles que me acompanharam e contribuíram para que este objetivo fosse alcançado. Obrigado!

RESUMO

A cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* (L.) é originada da Nova Guiné pertencente à Família botânica Poaceae. O cultivo da cana-de-açúcar despertou grande interesse por sua produção de etanol em grande escala, porém no Brasil seu cultivo cresceu de forma acelerado e com isso a necessidade de técnicas que se melhorem suas praticas de cultivo e produção. Assim o trabalho teve como objetivo reunir e apresentar inovações tecnológicas, a fim de aperfeiçoar o setor sucroalcooleiro. Inicialmente o foco das pesquisas era melhorar a produtividade de açúcar e álcool. Atualmente além de aprofundar as pesquisas nessa linha, busca-se também, o aproveitamento dos resíduos sólidos e líquidos gerados pela matéria-prima. Nos períodos de entressafra, tem sido estudada a viabilidade de utilização do sorgo sacarino para aproveitamento da infra-estrutura das usinas e destilarias.

As áreas mais estudadas, ou contempladas são voltadas para o melhoramento genético, plantio, agricultura de precisão e colheita. Os avanços obtidos nessas áreas têm contribuído para uma maior rentabilidade, maior longevidade, redução dos gastos e aumento na produção da cana-de-açúcar.

No entanto a necessidade de maiores estudos nas áreas abordadas, principalmente na utilização da cana como bioplástico e no planejamento de produção.

Palavras-chave: Biocombustível, Biorreguladores, Mecanização, Variedades, Rotação, Adubação.

Sumário

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Histórico e características gerais	4
4. Inovações Tecnológicas	8
4.1. Biorreguladores	8
4.2. Agricultura de Precisão	12
4.3. Plantio Mecanizado com Mudanças Tratadas	15
4.4. Colheita Mecanizada	17
4.5. Utilização do Sorgo Sacarino na Entressafra da Cana-de-Açúcar	20
4.6. Novas Variedades	22
4.7. Adubação Orgânica	24
4.8. Plástico Biodegradável de Cana-de-Açúcar	29
5. Conclusão	32
6. Referências Bibliográficas	33

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é originária da Nova-Guiné, de onde foi levada para o sul da Ásia, sendo usada, de início, principalmente em forma de xarope. No Brasil, seu desenvolvimento se deu pela criação de engenhos de açúcar movimentados por plantações com mudas trazidas pelos portugueses, chegando a liderar a produção mundial de açúcar, até 1650 com grande penetração no mercado europeu.

Atualmente a cana-de-açúcar é decorrente de sua grande utilidade, principalmente pela produção de açúcar e etanol.

Atualmente, a grande importância do açúcar está correlacionada a sua grande exportação, gerando lucros para a economia do Brasil, como no ano de 2010, onde o açúcar foi o grande responsável em US\$ 76,4 bilhões do recorde brasileiro nas exportações do agronegócio.

O etanol contribui para melhoria do meio ambiente, com base em biomassa renovável, na geração de empregos e novas oportunidades de negócio. A busca mundial para redução da emissão de gases causadores de efeito estufa levou o Brasil a um grande investimento em veículos flex-fuel, gerando crescimento na produção de etanol.

A cana-de-açúcar gera subprodutos como o bagaço utilizado na produção de plástico biodegradável e quando hidrolisado serve para alimentação animal. Do melaço, além do álcool usado como combustível, bebida, e na indústria química, farmacêutica e de cosméticos, extraem-se levedura, mel, ácido cítrico e ácido láctico. Dos resíduos, utilizam-se a vinhaça e o vinhoto a torta de filtro e as cinzas como fertilizantes.

A Cana-de-açúcar também pode gerar, assim como o petróleo, vários produtos, com importante diferencial, são biodegradáveis e não ofensivos ao meio ambiente, como o plástico biodegradável.

A grande expansão da cana de açúcar vem aguçando a busca por melhores variedades que atendam a demanda por produtos gerados pela cultura. O melhoramento genético em cana-de-açúcar busca basicamente o desenvolvimento de variedades mais produtivas, com alta tolerância ao estresse hídrico, com resistência a pragas e doenças e melhor adaptação para colheita mecanizada. Porém a questão de maior relevância está sendo em

relação a variedades quanto à sua adaptação a diferentes ambientes, isso ajudará na escolha da variedade para todas as condições específicas.

Caminhando para o total das áreas serem de cana crua, o plantio direto tem se mostrado o melhor sistema de plantio, com isso, a inserção de adubos verdes apresenta importância significativa. Para a adubação verde são utilizadas de preferência, as leguminosas por sua maior fixação de N no solo, fornecimento de palhada, boa produção de matéria orgânica e melhoria na estrutura do solo devido ao sistema radicular pivotantes.

O aumento das áreas de plantio de cana-de-açúcar e o período curto para o preparo do solo favoreceram a mecanização do plantio, objetivando uma melhor uniformidade, menor danificação das gemas, diminuição das falhas, garantindo melhor eficiência e qualidade na operação.

Quanto à colheita mecanizada, do ponto de vista legal e ambiental esta surgiu como ponto positivo, gerando para o setor melhor eficiência, devido a maior área colhida no tempo e diminuição do impacto ambiental causado pelas queimadas.

O planejamento das atividades do plantio até a colheita é de suma importância para que se possa garantir o fornecimento da matéria-prima para a indústria durante o período da safra. No entanto, no período de entressafra há uma paralisação das atividades desse setor. Sendo assim, novas alternativas vêm sendo estudadas com o intuito de prolongar o período de safra, como a utilização do sorgo sacarino.

Por outro lado, a prática da agricultura de precisão vem se tornando fundamental para o gerenciamento agrícola, pois seu uso esta relacionado a informações exatas para manejo de solo, insumos de modo adequado às variações espaciais e temporais da cultura com relação ao campo produtivo metro a metro, aumentando a produtividade e diminuindo os custos.

Tendo em vista que inovações vêm surgindo em ritmo acelerado no setor sucroalcooleiro, o objetivo deste trabalho foi reunir informações sobre as novas tecnologias empregadas em diversas áreas que são englobadas no setor sucroalcooleiro.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi reunir informações sobre as novas tecnologias que estão sendo usadas para aperfeiçoar o setor de produção de cana-de-açúcar.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Histórico e características gerais

Saccharum spp. é o nome científico da cana-de-açúcar, pertencente à Família botânica Poaceae, da Classe Liliopsida e da Ordem Ciperales, a qual se caracteriza por apresentar flores pequenas, praticamente destituídas de perianto e protegidas por brácteas e bractéolas secas, reunidas em típicas inflorescências. O fruto é seco, do tipo cariopse e com semente de endosperma abundante. As folhas são simples, alternas, estreito-lanceoladas de ápice longamente acuminado. A planta é ereta, perene, rizomatosa, formando touceira, que pode ser classificada em “densa”, “média”, ou “frouxa” em função da arquitetura e perfilhamento (ARANHA e YHAN, 1987).

É uma cultura que produz, em curto período, um alto rendimento de matéria verde, energia e fibras, sendo considerada uma das plantas com maior eficiência fotossintética (LIMA et al., 2001). É uma planta C4, assim chamada por formar compostos orgânicos com quatro carbonos, são adaptadas as condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas e relativa escassez de água (SEGATO et al., 2006).

No início dos anos 70, o Brasil realizou uma completa reestruturação no seu sistema tradicional de Planejamento e Desenvolvimento (P&D), com a formação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e, da criação do programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar (PLANALSUCAR) que se beneficiou de parte dos recursos do fundo especial de exportação (PINAZZA, 1991).

Os ganhos de produtividade agrícola e agroindustrial no segmento canavieiro foram obtidos principalmente a partir do uso dos seguintes fatores: inovações biológicas, com novas variedades de cana oriundas de vários institutos de pesquisa; inovações físico-químicas, como a utilização de fertirrigação com o vinhoto e as novas técnicas de fermentação alcoólica; inovações mecânicas usam de tratores e implementos agrícolas mais desenvolvidos; e inovações associadas às formas de organização do trabalho e métodos de produção, novas formas de gerenciamento global da produção agrícola e industrial, o reaproveitamento mais intensivo do bagaço da cana

para a geração de energia, o corte da cana de sete ruas, dentre outros (SHIKIDA e BACHA, 1998).

A reestruturação de técnicas para aprimoramento vem ocorrendo de forma significativa. Sofisticados mecanismos de gestão, controle do processo produtivo e da força de trabalho, como a utilização da informática no controle do processo produtivo, o uso de técnicas modernas de gerenciamento e a utilização de novos equipamentos, a intensificação do corte mecanizado da cana-de-açúcar, e mesmo a ampliação do processo de terceirização, têm sido algumas das medidas adotadas por empresas do setor (OLIVEIRA, 2000).

O emprego de técnicas como a de agricultura de precisão (AP), vem se tornando cada vez mais frequentes, dentre elas se destacam a análise da variabilidade espacial de produção, aplicação de insumos de forma localizada em relação à técnica de geoestatísticas (BARBIERI et al.,(2008), proporcionando a redução dos custos e o aumento de produtividade das culturas, principalmente quando aplicada a culturas economicamente expressivas, como a cana-de-açúcar (JOHNSON e RICHARD JÚNIOR, 2005).

Outra tecnologia é o uso de pilotos automáticos e de sensor ótico que reduz os erros entre as passadas durante as operações mecanizadas e diminuição do custo de produção (BAIO e MORATELLI, 2011). Shockley e Dillon (2008) relatam que o piloto automático reduz sobreposições e falhas na aplicação, podendo elevar a velocidade operacional; possibilita maior acurácia na aplicação de insumos e eleva o tempo disponível para a operação. Batte e Ehsani (2006) mostram que a redução dos custos operacionais pela utilização desta tecnologia pode ser substancial. Em relação ao sensor ótico além da redução de custos, contribui para maximizar os impactos ambientais associados à adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (MOLIN et al., 2010).

Segundo Vitti e Mazza (2002), o planejamento das atividades envolvidas com a cultura da cana-de-açúcar, desde o plantio até sua colheita, é uma etapa extremamente importante na sua exploração econômica. Pois se tem verificado no contexto mundial, uma cobrança para que a base técnica da agricultura seja modificada, incorporando a preocupação com o meio ambiente (OLIVEIRA, 2000).

A relevância da cana-de-açúcar no agronegócio é indiscutível e apesar do Brasil destacar-se no cenário internacional por toda sua tecnologia já

empregada nas diferentes etapas de produção, a pesquisa científica ainda tem muito a contribuir para a maximização do processo produtivo, desde a lavoura até a indústria (COSTA, 2005 citado por HAMERSKI, 2009).

Para Caputo et al. (2008) em virtude da necessidade da antecipação da colheita e da otimização do planejamento agrícola, o emprego de reguladores vegetais como maturadores de cana-de-açúcar tem sido uma prática bem utilizada contudo, com a grande disponibilidade de genótipos de cana-de-açúcar pelos programas de melhoramento, pouca informação se tem das interações entre novos genótipos, reguladores vegetais e a qualidade tecnológica.

Com esse cenário as empresas estão sempre buscando soluções técnicas capazes de superar os problemas sem, todavia, reduzir seus rendimentos (RAMÃO et. al., 2007 citado por CRUZ, 2008). Com isso a empresa Syngenta que se destaca pela sua atividade científica proporcionando melhoria no potencial produtivo das culturas, em parceria com a Usina Guaira realizou um processo de plantio mecanizado com mudas tratadas, utilizando um equipamento desenvolvido pela fabricante americana John Deere, lançando uma das técnicas mais aprimoradas do setor canavieiro, o plantio mecanizado com mudas tratadas.

Empresas do setor de equipamentos agrícolas contribuem com inovações no setor agroindustrial da cana-de-açúcar. Por exemplo, a Santal Equipamentos, lançou a sua nova colhedora de cana-de-açúcar: a Santal Tandem SII. De acordo com Pinto, presidente da empresa, em entrevista para Anselmi (2009), um dos diferenciais desta máquina é o elevado rendimento que pode chegar a 1,3 mil toneladas de cana colhida por período de 24 horas em canaviais com boas condições de operação. Além desse rendimento a máquina possui o sistema tandem de tração (6 x 4) – que já era utilizado pela Santal - o que proporciona maior estabilidade na colheita e capacidade de copiar o solo. Apresentam pneus de alta flutuação minimizando a compactação da área, garantindo baixos danos nas soqueiras, que é 50% menor que o sistema de pneu convencional.

O período crítico da entressafra da cana-de-açúcar implica em um aumento no preço do etanol, na imobilização dos maquinários e da mão-de-

obra, durante o período em que não há produção da matéria-prima do biocombustível.

Segundo Parrella et al. (2010), o sorgo sacarino apresenta-se como uma matéria-prima bastante promissora para a produção de etanol.

Em razão do sorgo sacarino, poder ser utilizado no período da entressafra da cana-de-açúcar, a sua exploração como matéria-prima complementar para a operação da microdestilaria, desponta como uma alternativa válida para reduzir a ociosidade da instalação industrial (TEIXEIRA et al., 1996).

Para Emygdio em entrevista à Camargo (2011), por ora apostar no sorgo é uma alternativa para garantir a produção e o abastecimento de etanol durante o ano todo.

Na área de pesquisa agrícola e desenvolvimento tecnológico destaca-se o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Canavialis e Ridesa, com seus programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar. Estas instituições utilizam modernas técnicas de engenharia genética, procurando obter variedades mais resistentes às pragas e doenças e com maior teor de açúcar.

O cultivo da cana-de-açúcar como em outras culturas necessita de manejo, como no caso da adubação mineral que é realizada em determinadas fases dos seus ciclos. Muitas vezes o custo elevado e a alta perda de minerais implicam diretamente na utilização de outros materiais para o crescimento e desenvolvimento da cultura.

Por isso, práticas que apresentem resultados positivos vêm sendo estudadas, como o uso do lodo tratado na adubação de cana-de-açúcar.

Neste contexto, a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresentando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial (MAULE et al., 2001 citado por SOBRAL, 2010).

4. Inovações Tecnológicas

4.1. Biorreguladores

Atualmente vem aumentando a busca por maneiras de explorar o potencial produtivo do canavial, visando assim a melhores produções por área, viabilidade econômica e sustentabilidade. Uma das técnicas avançadas que vem sendo adotada é a aplicação de reguladores vegetais.

Os reguladores vegetais ou biorreguladores são definidos como substâncias que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, promovendo alterações nos processos vitais e estruturais, possibilitando incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade das culturas (MARTINS e CASTRO, 1999; citado por CAPUTO et al., 2007).

Essas substâncias também agem modificando a morfologia e a fisiologia da planta, podendo levar a alterações qualitativas e quantitativas na produção. Alguns exemplos de substâncias sintéticas com atividades similares as dos hormônios vegetais são o ácido indolbutírico (IBA), a cinetina e o ácido giberélico (SILVA, 2010).

Algumas espécies de plantas cultivadas já atingiram estágios avançados de evolução exigindo elevado nível técnico para alcançar maior produtividade. Essas culturas não mais possuem limitações de ordem nutricional e hídrica, além de serem protegidas adequadamente com defensivos. Nessas condições o emprego de reguladores vegetais tem sido economicamente viável, podendo frequentemente aumentar o lucro do produtor (NICKELL, 1988).

Em cana-de-açúcar os reguladores vegetais têm sido utilizados proporcionando entre outros benefícios, retardar ou inibir o desenvolvimento vegetativo, aumentar o teor de sacarose, tornar a maturação precoce e aumentar a produtividade de colmos e açúcar (Lavanholi et al., 2002; Almeida et al., 2003).

Verri et al. (1983) estudaram o efeito de reguladores vegetais - ácido indolilacético (IAA) e ácido naftalenoacético (NAA), nas concentrações de 10, 25, 50 e 100 ppm e ácido indolbutírico (IBA) na concentração de 10 ppm - sobre a emergência e desenvolvimento inicial de gemas de cana-de-açúcar variedade IAC 52-150. Os resultados permitiram aos autores concluir que houve uma tendência de favorecimento da emergência e enraizamento das

gemas quando da aplicação de IBA 10 ppm, o IAA não afeta a emergência, enraizamento e a aplicação de NAA 100 ppm reduz a porcentagem de emergência do cultivar IAC 52-150.

A partir da década de 70 do século passado, alguns trabalhos foram desenvolvidos no Brasil e em outros países para verificar o efeito do etefon (maturador) na brotação e no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, visando a maiores perfilhamento e produção final de colmos (LUCCHESI et al., 1979; MILLHOLLON e LEGENDRE, 1995; citado por WIEDENFELD, 2003).

Vários são os reguladores vegetais retardantes do crescimento vegetativo (maturadores), sendo que o tipo de regulador utilizado e a época de aplicação podem influenciar na eficiência deste.

Leite et al. (2008) avaliando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação de reguladores vegetais da classe retardantes de crescimento (Etefon, Etil-trinexapac, KNO_3 e KNO_3 + Boro) em meio de safra, observaram que a aplicação destes em 10/05/2004 permitiu explorar de forma significativa o potencial genético da variedade utilizada quanto ao acúmulo de sacarose nos colmos, implicando em melhoria na qualidade tecnológica da matéria-prima. A adoção dessa prática em 04/08/2005, de modo geral, pouco afetou os parâmetros tecnológicos avaliados, exceto a aplicação de Etil-trinexapac, o qual induziu melhoria significativa na qualidade da matéria-prima. A produtividade de açúcar refletiu-se de forma direta na margem de contribuição agrícola, sendo constatado maior retorno econômico para as plantas tratadas com KNO_3 na safra 2004.

A aplicação dos maturadores KNO_3 + Boro, Etefon e Etiltrinexapac, em cana-de-açúcar variedade RB 855453, sob condição climática desfavorável ao processo de maturação natural (safra 2004), permitiram antecipar a colheita em cinco, oito e vinte cinco dias, respectivamente, em relação ao controle, maturação natural (LEITE et al., 2009). Na safra subsequente, sobre condição climática favorável ao processo de maturação natural, os maturadores pouco anteciparam o corte da matéria-prima em comparação à testemunha.

Leite et al. (2011) buscando entender a ação dos reguladores vegetais (etefon, etil-trinexapac) e do KNO_3 , e sua influência no processo de regulação do acúmulo de sacarose nos colmos da cana-de-açúcar, cultivar RB855453, avaliaram os níveis das enzimas invertase ácida e neutra. Concluíram que

níveis enzimáticos das invertases ácida e neutra foram afetados de forma e intensidade distintas em função do princípio ativo utilizado como maturador e das condições climáticas; contudo, de forma geral, os níveis da invertase ácida manifestaram-se superiores aos da invertase neutra sem comprometer o acúmulo de sacarose nos colmos da cana-de-açúcar. O nitrato de potássio apresentou efeito maturador na cultura da cana-de-açúcar possibilitando o acúmulo de sacarose nos colmos, contudo as condições climáticas afetaram sua eficiência agrônômica, tendo em vista que atua como indutor do processo de maturação.

Caputo et al. (2008) avaliando a resposta de 7 genótipos de cana-de-açúcar (IAC87-3396, IAC87-3410, IAC89-3124, IAC91-2195, IAC91-5155, PO88-62 e SP80-1842) à aplicação de sulfometuron-metil e etefon, observaram que o emprego dos maturadores antecipou a colheita em pelo menos 21 dias em relação à testemunha, sendo o etefon indicado para colheita entre 42 e 84 dias após a aplicação (DAA), e o sulfometuron-metil para o período entre 105 e 126 DAA. Os genótipos responderam diferentemente ao emprego dos maturadores etefon e sulfometuron-metil. O genótipo PO88-62 foi mais responsivo ao sulfometuron-metil; IAC87-3396, IAC87-3410, IAC91-5155 e SP80-1842 ao etefon, e IAC89-3124 e IAC91-2195 responderam a ambos.

O regulador vegetal composto por 90 mg L⁻¹ de cinetina, 50 mg L⁻¹ de ácido giberélico e 50 mg L⁻¹ de ácido 4-indol-3-ilbutírico aplicado em cana-de-açúcar, ocasiona aumento da produtividade de colmos e de açúcar tanto em cana-planta, quanto em cana-soca. Em cana-planta a aplicação do regulador vegetal tanto no sulco de plantio quanto na parte aérea tem aumentado a produtividade de colmos de 6 a 21%, sendo a magnitude das respostas dependente das cultivares e dos ambientes de produção. Essa maior quantidade de colmos na colheita é o resultado proporcionado pelo biorregulador em termos de maior brotação inicial das gemas, refletindo em menor número de falhas e, portanto, maior competição com ervas daninha, no início do desenvolvimento, e como consequência, levando ao maior perfilhamento durante todo o desenvolvimento do canavial (SILVA, 2010).

Ainda de acordo com Silva (2010), em cana-soca, os ganhos em produtividade de colmos com a aplicação do biorregulador na fase de perfilhamento da soqueira, variam de 8 a 25%, lembrando que as respostas

são variáveis dependentes das cultivares e do ambiente de produção. A produtividade de açúcar tem aumentado de 0,9 a 3,8 toneladas de açúcar por hectare.

Martins & Castro (1999) analisando os efeitos da aplicação de giberelina (GA - 50 mg L⁻¹) e do ethephon (CEPA - 1.200 mg L⁻¹) na anatomia de plantas de cana-de-açúcar, concluíram que o tratamento com GA proporciona intensa atividade meristemática, havendo contínua formação de feixes vasculares com menor quantidade de fibras de esclerênquima. Concluíram ainda que o GA provoca diminuição em número e tamanho de células buliformes nas folhas +4 e que a aplicação de CEPA inibe a atividade meristemática na região do nó +10, reduz a quantidade de fibras de esclerênquima dos feixes vasculares e aumenta o número de células buliformes.

Silva et al. (2009) verificando em casa-de-vegetação, o efeito de sub doses do herbicida glifosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar, observou que o efeito do hormônio poderá ser utilizado para manejo da cultura para obter melhor exploração do ambiente de produção.

Leite & Crusciol (2008) avaliando a eficiência da aplicação de três reguladores vegetais inibidores de crescimento (sulfometuron metil, glifosato e compostos radicais carboxílicos orgânicos + glifosato) sobre o desenvolvimento e produtividade de colmos de cana-de-açúcar, verificaram: a) os maturadores retardam o processo de crescimento em altura das plantas, sem afetar o número e o diâmetro de colmos na colheita e influenciam de forma e intensidade distintas a ocorrência do florescimento e chochamento; b) o glifosato proporciona elevados índices de brotação lateral e prejudica a rebrota da soqueira; c) os maturadores induzem o aumento do teor de açúcares redutores totais, o que contribui para a melhoria da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

A aplicação de glyphosate (72 g e.a. ha⁻¹) promove redução nos teores de lignina, na colheita e durante o crescimento da cana-de-açúcar e a aplicação de sulfometuron-methyl (10 g ha⁻¹) promove aumento nos teores desse biopolímero na soqueira da cana-de-açúcar (Meschede et al., 2012).

Araldi et al. (2010) afirmaram que nas áreas comerciais de produção de cana-de-açúcar, onde há condições ideais para o florescimento da cultura, é recomendado o uso de variedades com potencial menos ou não florífero.

Quando não é possível esse manejo varietal, o uso de produtos inibidores do florescimento é a melhor alternativa, visto que as perdas com a inversão da sacarose para formação da panícula, durante o florescimento, são enormes.

As épocas de aplicação do produto, doses utilizadas e época de corte da matéria-prima são alguns dos fatores que podem influir na eficiência dos produtos químicos inibidores de florescimento e maturadores da cana-de-açúcar (LEITE, 2005). Todavia, as interações entre esses produtos e genótipos são pouco conhecidas.

4.2. Agricultura de Precisão

Nos últimos anos o plantio da cana-de-açúcar vem aumentando no Brasil, esse avanço do setor proporciona a busca por alternativas que ofereçam resultados positivos, como aumento da produtividade, redução dos custos, redução de desperdícios e diminuição do impacto ambiental, uma das alternativas para se conseguir tais avanços seria a agricultura de precisão.

Silvia (2007) revela que boa parte das usinas paulistas utiliza tecnologia de Agricultura de Precisão (AP), mas em contrapartida muitas ainda enxergam pontos negativos nessa tecnologia. Explica ainda que os principais problemas apontados pelas usinas e destilarias que não adotam a agricultura de precisão são os elevados custos da prestação de serviço, sendo esse o mais relevante, seguido de elevados custos das tecnologias de AP e da falta de pessoal qualificado.

Essa alternativa tecnológica, no entanto, possibilita ao setor canavieiro aprimorar técnicas, como a de aplicação de herbicidas, fertilizantes e o uso de piloto automático.

Para a aplicação da agricultura de precisão é necessário instalar aparelhos nos maquinários, como o GPS. A antena recebe o sinal via satélite e o monitor dá as coordenadas, objetivando a marcação da primeira linha ao lado do chamado terraço da plantação. Será ela a referência para o que o GPS possa guiar as atividades de modo preciso, evitando desperdício, ganhando tempo, diminuindo o trabalho e aumentando a produção.

Molin (1998) cita a importância do sistema de localização GPS como responsável pela impulsão da agricultura de precisão. O sistema de amostragem de solo em grade é uma técnica que vem sendo utilizada com

sucesso para a detecção da variabilidade dos atributos do solo, que consiste no georreferenciamento das amostras de solo através do uso do GPS.

Corá et al. (2004) avaliando a variabilidade espacial de atributos de Latossolos sobre o cultivo de cana-de-açúcar verificaram que a variabilidade espacial de atributos químicos e do teor de argila da camada superficial e subsuperficial dos solos proporcionou condições para a definição de zonas homogêneas de manejo, o que permite a adoção do sistema de agricultura de precisão.

O mapeamento dos solos na propriedade permite a aplicação de insumos de forma correta. A aplicação de insumos em taxa variada corrige as variações espaciais do solo, possibilitando a aplicação na quantidade correta e no local correto, além da redução na quantidade aplicada de insumos, sem diminuição da produção (MENEGATTI et al., 2006).

Barbieri et al. (2008) analisando a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo e a elaboração de mapas de necessidade de aplicação de insumos de forma localizada, em áreas com topografia côncava e convexa, concluíram que a área convexa apresentou maior variabilidade espacial do solo em relação a área côncava. A adoção da agricultura de precisão possibilitou economia de aproximadamente 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na área côncava.

Montanari et al. (2005) utilizando a forma da paisagem como critério auxiliar na otimização do esquema amostral na avaliação dos atributos químicos de latossolos, utilizando uma área contínua com dois formatos: côncava, que ocorre na posição mais elevada da área; e linear, constituída pelos segmentos escarpa, meia encosta e encosta inferior sob cultivo de cana-de-açúcar, concluíram que a aplicação do programa Sanos 0.1 na malha amostral (área côncava e área linear) revelou que a área côncava, em ambas as profundidades, apresenta maior variabilidade espacial dos atributos químicos do que a área linear.

Para Souza et al. (2007) o uso da técnica de geoestatísticas possibilita uma precisa descrição dos atributos do solo, permitindo a definição de zonas de manejo, indicando os locais de ocorrência de déficit e de excesso. A variabilidade espacial dos atributos químicos do solo possibilita a recomendação de doses de calcário e fósforo com taxas variadas, proporcionando economia e maior eficiência na aplicação.

Campos et al. (2008) avaliando a necessidade da aplicação de fertilizante e calcário para implantação da agricultura de precisão, com base no comportamento espacial de atributos químicos de um latossolo após o corte da cana-planta, concluíram que as técnicas de geoestatísticas apresentam-se como ferramentas auxiliares na aplicação de fertilizantes por meio de taxa variada.

Campos et al. (2009) afirmaram que o uso das técnicas geoestatísticas aplicadas na análise dos atributos dos solos permite realizar com precisão o planejamento do cultivo de cana-de-açúcar, a partir da separação de ambientes, adequação de práticas de adubação e alocação de variedades adaptadas às restrições impostas pelos atributos dos solos.

A aplicação de herbicidas em taxa variada também vem sendo estudada e na opinião de Menegatti, diretor da FarmSat Brasil e APagri em entrevista a Moreno (2009) (jornal da cana), o uso desta tecnologia em cana soca oferecerá inúmeras vantagens, entre elas, redução na reaplicação de herbicidas, redução do efeito de fitotoxicidade, aplicação da dose correta beneficiando o meio ambiente. Na opinião do especialista, a aplicação de calcário, gesso e fósforo em taxa variada só beneficiava 20% da área total, com a novidade essa taxa poderá subir para 100% da área.

Molin et al. (2010) verificando a possibilidade de uso de um sensor ótico para identificar a resposta de cana-de-açúcar no 3º corte a diferentes doses de nitrogênio (N) concluíram que este sensor foi capaz de diferenciar as doses de N aplicadas, correlacionando-se com a produtividade de colmos quando a mensuração foi realizada 90 dias após o corte.

Amaral e Molin (2011) estudando o uso de um sensor óptico no auxílio a recomendação de adubação nitrogenada em cana-de-açúcar verificaram que o sensor óptico é ferramenta útil para auxiliar na recomendação de nitrogênio para a cultura da cana-de-açúcar, ao se considerar a variabilidade espacial da sua demanda.

A adoção de tecnologias associadas à agricultura de precisão mostrou-se economicamente viável em todas as situações onde foi inserida, com relevantes ganhos de produtividade (MENEGATTI et al., 2006).

Estudos mostram que o avanço de tais técnicas além de auxiliar nessas práticas oferece melhorias, como o piloto automático, para melhor desempenho do setor.

O uso do piloto automático (GPS RTK) na operação de plantio da cana-de-açúcar oferece uma acurácia de 0,033 m entre as passadas, sendo cinco vezes maior do que aquela obtida com o direcionamento manual, e o seu uso não melhora a eficiência operacional do conjunto mecanizado na operação de plantio, sendo limitada pelo sistema de colheita e transporte da cana muda para a plantadora (BAIO e MORATELLI, 2011).

De acordo com Cirani et al. (2010), a adoção e uso de tecnologias de AP trazem resultados positivos para as usinas/destilarias, como por exemplo, a melhoria no gerenciamento da empresa, o aumento da produtividade, a redução dos custos, a minimização dos impactos ambientais e a melhoria da qualidade da cana-de-açúcar.

4.3. Plantio Mecanizado com Mudanças Tratadas

Inicialmente o setor sucroalcooleiro restringiu a mecanização à operação de colheita, o que ocasionou várias perspectivas e agora avança no setor de plantio. Porém com as dificuldades de mão-de-obra, aspectos ambientais, aperfeiçoamento da indústria de maquinários e implementos, perdas de mudas e entre outros fizeram com que a mecanização da colheita fosse mais acelerada.

O grande sucesso da colheita mecanizada está ligado ao tipo de plantio empregado.

Segundo Beauclair e Scarpari (2006), o plantio é o investimento crucial na condução de qualquer cultura, sendo à base do seu desenvolvimento, sempre levando em consideração o sistema a ser utilizado, porém atendendo suas necessidades.

No plantio mecanizado da cana-de-açúcar utilizam-se as mudas ou toletes que são colhidos por máquinas, transportadas por caminhões ou carretas que realizam o transbordo até a plantadora.

As plantadoras são tracionadas por um trator e realizam todo o processo desde a abertura do sulco, plantio das mudas, aplicação do fertilizante e do inseticida e cobertura do sulco, em uma única operação.

Empresas em parceria com as unidades sucroalcooleiras estão investindo no aprimoramento tecnológico, e em inovações para tornar o processo de plantio mais eficiente e rentável.

Por exemplo, a John Deere apresentou recentemente um modelo de plantadora mecanizada para ser utilizada em parceria com a empresa Syngenta constituindo a tecnologia Plene. Essa tecnologia consiste no plantio de mudas com gemas tratadas contra pragas e doenças, garantindo assim a saúde da planta, pureza varietal e rastreabilidade.

De acordo com Ulian (2010) em entrevista com Carolo (2010), responsável pelas áreas de planejamento, construção civil e meio ambiente da Usina Guaira (UAG), a adoção de Plene possibilita menor compactação do solo, já que são utilizados equipamentos menores, mais leves diminuindo o número de operações e a diminuição da emissão de dióxido de carbono.

A tecnologia Plene permite que a germinação convencional, com matrizes de 40 cm, seja substituída por gemas de apenas 4 cm.

Luiz em entrevista a Moreno (Jornal da cana, 2010), sócio-diretor da Usina Guaíra estima que com a adoção da tecnologia Plene diminua o tempo de plantio de 90 para 60 dias.

Outra vantagem esta na manutenção da alta produtividade do canavial em todos os seus cortes, Luiz acredita que o ciclo será menor, de cinco a seis cortes, sem precisar expandir em tamanho de área e com maior produtividade, que pode chegar até 130 toneladas por ha. Ele afirma que no futuro, possivelmente, essa cana terá 20% a 30% a mais de sacarose por ha e grande resistência à seca, comenta.

Segundo Ulian (2010) em entrevista para Carolo (2010), sem a tecnologia, são necessárias cerca de 12 a 15 toneladas de cana para plantar cada hectare. A tecnologia Plene pode reduzir esse intervalo para 1 a 2 toneladas.

Ferreira et al. (2008) avaliando um sistema de pulverização para controle de doenças e pragas do solo, conjugado ao equipamento de plantio mecanizado de toletes de cana-de-açúcar com a variedade comercial SP-891115, tomando como alvo-indicador a podridão-abacaxi, concluíram que o sistema de pulverização de produtos fitossanitários conjugado ao plantio mecanizado proporcionou a recuperação da produtividade na cultura da cana-

de-açúcar de até 15%, na maior dose utilizada para o controle da podridão-abacaxi, demonstrando ser promissor o tratamento de toletes visando à proteção contra doenças e pragas de solo.

4.4. Colheita Mecanizada

A mecanização da colheita de cana tem avançado de maneira significativa no país, devido à proibição das queimadas e a obtenção de resultados cada vez mais positivos contribuindo para o crescimento dessa atividade.

O lançamento de novas colhedoras está contribuindo para elevação da eficiência do corte mecanizado. No entanto, esse depende da sistematização adequada da lavoura. A qualidade desses procedimentos ainda não é avaliada como satisfatória, em diversos casos, por especialistas da área que reconhecem, no entanto, que está ocorrendo uma evolução.

Para Magalhães et al. (2009), os últimos anos o aumento da área cultivada com cana-de-açúcar forçou o setor a buscar novas tecnologias, principalmente na mecanização da colheita devido à necessidade de maior agilidade no processo, a falta de mão-de-obra e o rigor das leis ambientais que proíbem a queima da palha para o corte manual .

Mello citado por Magalhães et al. (2009), mencionaram que para viabilizar a implantação da colheita mecanizada é necessário redefinir os talhões que não devem ter declividade superior a 12%, pois esta declividade é limitante para as máquinas que estão no mercado.

Segundo Benedini e Conde (2008), os talhões deverão ter comprimento de sulco em torno de 500m a 700m e a largura deve ficar entre 150m a 400m, dependentemente da declividade do terreno, pois cada terraço deve ter um carreador. Os carreadores secundários devem ter largura de 5m, pois o transbordo tem 3,7m de largura e os carreadores principais iguais a 7m/8m. É importante planejar antecipadamente as estradas para se definir a malha viária, o formato dos talhões e a posição de sulcação, visando reduzir o pisoteio e a compactação nas áreas de manobras.

Na opinião de Furlani Neto (1994) citado por Veiga Filho (1998), os talhões devem mudar de 200m a 300m, com a colheita manual, para mais de 400m, favorecendo a colheita mecânica, aumentando assim o rendimento da

colhedora. Nivelção do terreno antes do plantio para melhorar o rendimento da colhedora. Diminuir o desnível entre o carreador e o talhão para evitar que as linhas próximas ao carreador tenham que ser cortadas manualmente.

Para Pereira e Torrezan citado por Segato et al. (2006), o mais recomendado seriam talhões de forma retangular e de maior comprimento possível, para expressar toda a eficiência da colhedora e carreadores locados de forma estratégica para não ter curvas mortas e evitar manobras excessivas e conseqüentemente a perda de tempo. Deve-se escolher uma área sem a presença de árvores, cercas, tocos e pedras que venha a impedir o deslocamento das máquinas.

Segundo Gazon (2008) citado por Aires (2008), com a sistematização dos talhões é possível aumentar o rendimento operacional da colheita mecanizada em até 40%. Uma colhedora chega colher de 500 a 550 toneladas/dia/máquina em média, algumas usinas paulistas colhem de 800 a 850 toneladas/dia/máquina, com a sistematização dos talhões, são possíveis chegar a mil toneladas de cana-de-açúcar/dia/máquina. Para promover esse rendimento operacional é preciso de talhões com menor número possível de linhas curtas e bicos. O primeiro passo é conhecer bem a área a ser sistematizada e substituir os terraços por outro tipo que controle a erosão, como os terraços embutidos, o mais vertical possível e em nível.

Segundo Benedini & Conde (2008), em áreas com declividade de até 3%, recomenda-se fazer uma sulcação reta, sem a construção de terraços, especialmente em solos argilosos. Em áreas acima de 5% de declividade, a sulcação deve ser feita em nível com a construção de terraços embutidos e com carreadores acima do terraço, deixando 10 linhas de cana-de-açúcar entre o carreador e o terraço.

Ressalta Penatti (2006), que a eliminação racional de terraços em determinadas áreas é ideal, principalmente nas faixas de 3% a 6% e de 6,1% a 9% de declividade, realizando uma sulcação reta.

Magro (2008) citado por Anselmi (2008) menciona que um dos maiores problemas que afeta a colheita mecanizada hoje é o pisoteio das soqueiras, mas com a mudança de espaçamento de plantio nos canaviais esse fator limitante será eliminado. Segundo o mesmo, o espaçamento para colheita mecanizada deve se adequar à bitola de máquinas e colhedoras, evitando em

todas as fases da cultura o pisoteio sobre as touceiras da cana-de-açúcar, desde o preparo de solo até os tratos culturais das soqueiras.

Benedini e Conde (2008) enfatizam que a colheita da cana-crua e o preparo reduzido do solo possibilitam o redimensionamento das estruturas de conservação e o melhor planejamento da sulcação. A camada de cobertura morta deixada sobre o solo traz maior segurança possibilitando a eliminação dos terraços. A diminuição no número de terraços visa racionalizar a sulcação da área, reduzindo ao máximo o número de manobras dos equipamentos, sem perder o controle da erosão. Com a adoção de práticas conservacionistas, é possível dispensar os terraços muitas vezes até a declividade de 4%. O terraço recomendado, quando necessário, é o embutido, deixando-se um espaço no topo do terraço de 1,0m, para a passagem da colhedora e uma relação de 1/1,2 de metros para o talude do terraço.

Existem colhedoras trabalhando em condições difíceis se forem considerados fatores, como preparo do solo, adequação da área e manutenção correta.

De acordo Pinto (2009), presidente da Santal Equipamentos, de Ribeirão Preto, SP, a avaliação dele, boa parte da área de cana – em torno de 70% - ainda não está preparada para o corte mecanizado.

Segundo Pinto (2009), presidente da Santal Equipamentos lançou na Fenasucro/Agrocana a sua nova colhedora de cana-de-açúcar: a Santal Tandem SII, um dos diferenciais desta máquina é o elevado rendimento que pode chegar a 1,3 mil toneladas de cana colhida por período de 24 horas em canaviais com boas condições de operação. Outras inovações estão relacionadas à economia de combustível, que é considerado o custo mais elevado da colheita. A Santal Tandem SII tem um consumo de 30 litros por hora, enquanto as colhedoras concorrentes gastam entre 40 a 45 litros por hora. Ele explica que a redução do consumo de combustível é consequência do sistema hidráulico da máquina, que é mais eficiente e equilibrado.

A máquina foi projetada para fazer a colheita em todos os espaçamentos existentes (1,40 m, 1,50 m, 1,0 m e 1,10 m). Os pneus de alta flutuação minimizam a compactação da área e garante baixos danos nas soqueiras, que é 50% menor que o sistema de pneu convencional, segundo a empresa.

4.5. Utilização do Sorgo Sacarino na Entressafra da Cana-de-Açúcar

O período crítico da entressafra da cana-de-açúcar implica em um aumento no preço do etanol, na imobilização dos maquinários e da mão-de-obra, durante o período em que não há produção da matéria-prima do biocombustível.

Segundo Parrella et al. (2010), o sorgo sacarino apresenta-se como uma matéria-prima bastante promissora para a produção de etanol, na entressafra da cana.

O sorgo é cultivado principalmente em zonas áridas e semiáridas, apresentando elevado potencial de produção, grande qualificação como fonte de energia para alimentação animal, grande versatilidade (silagem, feno e pastejo direto) e potencial de adaptação a regiões mais secas, (NEUMANN et al., 2002), boa produtividade de grãos e altos teores de açúcares no caldo do colmo (TEIXEIRA et al., 1997 citado por RIBEIRO FILHO et al., 2008).

O sorgo sacarino pode ser utilizado no período da entressafra da cana-de-açúcar e a sua exploração como matéria-prima complementar para a operação de microdestilarias, desponta como uma alternativa válida para reduzir a ociosidade da instalação industrial (TEIXEIRA et al., 1996).

Ribeiro Filho et al. (2008) avaliando potencial do caldo do sorgo sacarino no processo de fermentação alcoólica, como matéria prima para produção de aguardente, concluíram que em relação à caracterização do caldo do sorgo sacarino em sua estrutura física tem grande semelhança com a cana de açúcar, por possuir colmos e nós, porém difere no modo de plantio, que é através de sementes que estão localizadas na parte superior de sua estrutura. Possui caldo adocicado, que é extraído por prensagem, possuindo este uma coloração esverdeada idêntica ao caldo de cana-de-açúcar, o teor de sacarose é de pouco mais que 11,5°Brix. Dessa forma, fica evidente seu potencial para produção de álcool combustível.

Os teores de açúcares totais e de sacarose na planta aumentam, continuamente, desde a época de emergência das inflorescências até atingir o estágio de maturidade fisiológica, ao contrário do nível de açúcares redutores (TEIXEIRA et al., 1999).

Conforme Klink, líder da pesquisa com sorgo da Monsanto em entrevista à Camargo (2011), com a utilização do sorgo as usinas teriam um ganho de 30

a 60 dias na produção do biocombustível, pois o sorgo apresenta um ciclo de 120 dias, podendo ser plantado em outubro e novembro período de entressafra da cana-de-açúcar e ser colhido entre fevereiro e março.

A rapidez do ciclo de produção, as facilidades de mecanização da cultura, o teor relativamente alto de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo e a antecipação da colheita em 4 meses, com relação à cana-de-açúcar justificam a posição de destaque do sorgo (EMBRAPA, 2004).

Para Paiva, diretor agrícola da usina Cerradinho, em entrevista à Camargo (2011), devido às condições climáticas ocorridas no mês de março de 2011, foram obtidos 35 a 40 litros de etanol por tonelada de sorgo. Nos experimentos anteriores da multinacional foram obtidos 60 litros, segundo ele. Afirmou, também, que a planta oferece a possibilidade de uso do mesmo maquinário para a fabricação do etanol, apenas com pequenos ajustes, e diminuição de custo operacional ao longo do ano.

Em experimento realizado na usina Cerradinho, com cultivo de sorgo sacarino, em uma área de 1,2 mil hectares foram obtidos 1,4 milhões de litros de etanol.

Atualmente podem ser encontradas no mercado duas variedades de sorgo sacarino adequadas para a produção do etanol; estas proporcionam uma produção de quatro mil litros do produto por hectare.

O emprego do sorgo sacarino como alternativa para a produção do etanol necessita de muitos estudos para obtenção de variedades com maior índice de açúcar fermentado, podendo assim aumentar a produção de açúcar e diminuir o período da entressafra.

Conforme Emygdio pesquisadora da Embrapa Clima Temperado em entrevista à Camargo (2011), para o cultivo de sorgo para a produção de etanol é necessário o lançamento de novas variedades (com maiores teores de açúcares fermentáveis presentes no caldo e com maior teor de caldo nos colmos) e o registro no Ministério da Agricultura e Pecuária de novos defensivos para o controle de pragas nesta cultura. Ainda assim, a pesquisadora afirma que apostar no sorgo é uma alternativa para garantir a produção e o abastecimento de etanol durante o ano todo.

4.6. Melhoramento e Variedades

O melhoramento genético contribui para diversas áreas de pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico pra obtenção de melhores variedades que atendam necessidades como aumento da produtividade, da longevidade, resistência a pragas e doenças, tolerância a herbicidas e melhor adequação para cada região do país.

De acordo com Matsuoka (1996), em meados do século XIX, os canaviais do mundo todo passaram a apresentar graves problemas fitossanitários, levando a perdas de produção. Os programas de melhoramento genético, desenvolvidos em diferentes países, por instituições públicas e privadas, ou em sistemas cooperativos formados por produtores, começaram a atuar, tentando oferecer aos produtores materiais mais resistentes, principalmente por meio de hibridação com outras espécies do gênero *Saccharum*. O melhoramento genético envolve elevados custos e os resultados são obtidos a longo prazo, chegando a mais de 15 anos, para o lançamento de uma nova variedade (CESNIK, 2004).

Atualmente as empresas voltadas para o melhoramento genético são Ridesa, Canavialis, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e Centro Tecnológico Canavieiro (CTC).

Nos últimos anos o melhoramento genético da cana-de-açúcar contribuiu significativamente para o aumento da produtividade da lavoura no Brasil. A produtividade média dos canaviais, em termos de toneladas de cana por hectare, aumentou de 43 em 1961 para 79 em 2012. Grande parte desse aumento pode ser atribuída ao uso de variedades geneticamente melhoradas.

O programa de melhoramento genético do CTC em 1970 consistia inicialmente em estabelecer um banco de germoplasma com variedades nacionais e exóticas, de modo a representar as espécies e tipos de cana-de-açúcar existentes.

Na segunda etapa, as variedades do banco de germoplasma são cruzadas entre si para produzir novas variedades de cana-de-açúcar (filhas) com características superiores as originais (mães). A escolha dos cruzamentos a serem realizados é uma etapa informatizada, em que sofisticados programas de simulação avaliam, baseados nas informações genotípicas e fenotípicas de

cada progenitor, centenas de milhares de combinações entre as variedades disponíveis para sugerir os melhores cruzamentos.

Uma vez gerados os melhores cruzamentos, segue a fase de seleção dos melhores indivíduos, com numerosas avaliações durante aproximadamente doze anos, para identificar as variedades com melhores características de produção de biomassa, quantidade e qualidade de açúcar, resistência a doenças, adaptação a sistemas de colheita, entre outras.

As avaliações são realizadas nas condições das estações experimentais do CTC e também das áreas comerciais de usinas e fornecedores de cana, que colaboram de forma significativa com o programa de pesquisa.

Em seu período grande período de trabalho o CTC desenvolveu e liberou para o plantio comercial 70 variedades de cana que, coletivamente, respondem por 50% da área de plantada com a cultura no país. Além de contribuir para o aumento de produtividade, a diversificação genética da cana proporcionada pelas variedades constitui um importante instrumento de gerenciamento de risco.

Em 1984, a variedade mais plantada, NA56-79, ocupava 43% da área nacional, sendo que as 4 variedades mais plantadas somavam 70% da área. Em 2005 foi necessário somar as áreas das 8 variedades mais significativas para atingir 60% da área plantada, sendo que as variedades mais plantadas ocupam apenas 12% da área de cana no país. Este fato contribui para a estabilidade da cultura frente a possíveis epidemias, uma vez que a diversificação genotípica cria uma barreira para as epidemias.

Atualmente a CTC (Centro de Tecnologia Canavieira) liberou para plantios comerciais duas novas variedades de cana-de-açúcar, a CTC23 e a CTC24. Estas duas variedades formam a sétima geração de variedades lançadas desde 2005 pela empresa, que é detentora do maior banco de germoplasma de cana-de-açúcar do mundo (CTC, 2011).

Conforme Andrade (2011), as novas variedades foram estudadas por um período de dez anos em campos experimentais instalados em diferentes regiões produtivas, envolvendo ainda a participação de inúmeras empresas do setor sucroenergético, além dos polos de desenvolvimento varietal que o CTC mantém em toda a fronteira agrícola da cana-de-açúcar brasileira.

Andrade (2011) comenta que as variedades são de alta produtividade e recomendadas para colheita no final da safra, em ambientes de produção de potencial médio e alto, adaptando-se muito bem nas condições de solo e clima do Centro-Sul e do Nordeste brasileiros. As soqueiras das duas variedades têm ótima brotação e longevidade, inclusive na colheita mecanizada de cana crua (RAIZER, 2011).

Em relação às principais doenças e pragas da cana-de-açúcar, tanto a CTC23, como a CTC24 ambas mostraram resistência às ferrugens marrom e alaranjada, à escaldadura, ao mosaico e ao amarelecimento. Em relação a pragas ambas apresentaram reação intermediária ao carvão e tolerância à broca *Diatraea saccharalis* ou broca da cana.

Atualmente, o grande enfoque do melhoramento genético está na produção de cana transgênica, a pesquisa desenvolvida leva a cinco pontos importantes: a resistência a insetos, aumento do teor de açúcar, aumento da produtividade, tolerância à seca e tolerância a herbicidas.

4.7. Adubação Orgânica

A cultura da cana-de-açúcar, como outras culturas, necessita de manejo, sendo a adubação um dos principais fatores que afetam o desenvolvimento da cultura. Alguns derivados da cana são utilizados para adubação do canavial, como a vinhaça, torta de filtro, cinza e bagaço. Compostos orgânicos e lodo de esgoto, também têm sido estudados como alternativa para adubação da cana-de-açúcar.

Para a aplicação da vinhaça no solo como fertilizante, deve-se estar atento à composição desta, uma vez que esta composição é bastante variável e depende de uma série de fatores tais como: natureza e composição da matéria-prima utilizada, composição do mostro, tipo de fermentação, processo de destilação empregado, (GAVA et al., 2001; AZANIA et al., 2003 citado por OLIVEIRA, 2009).

Paulino et al. (2002) citado por Oliveira (2009), trabalhando com produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça, utilizando dados referentes às 4ª e 5ª colheitas (3ª e 4ª socas), concluíram que as doses intermediárias de vinhaça (300 e 450 m³ ha⁻¹) geraram os melhores índices de produtividades agrícola e industrial.

Anjos et al. (2007) estudando os efeitos de três sistemas de adubação (30 t. ha⁻¹ de esterco de curral, 3,5 t ha⁻¹ de esterco de galinha e adubação química – 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O no plantio + 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura) e três épocas de colheita da cana (julho, agosto e setembro de 2003), na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos de colmos e de açúcar mascavo de duas cultivares de cana-de-açúcar (SP79-1011 e RB72454), concluíram que é viável a substituição da adubação química pela orgânica (esterco de curral ou de galinha) sem perdas na qualidade da matéria-prima, nos rendimentos de colmos e de açúcar mascavo artesanal, sendo que os meses de agosto e setembro foram os que proporcionaram matéria-prima de melhor qualidade e maiores rendimentos de colmos.

Oliveira et al. (2009) avaliando o efeito da aplicação de vinhaça de alambique em quatro doses (0, 100, 150 e 200 m³ ha⁻¹), com doses de adubação nitrogenada (0 e 60 kg ha⁻¹ de N) e sem complementação nitrogenada, concluíram que nas doses estimadas de 142 e 174 m³ ha⁻¹ de vinhaça de alambique proporcionaram as maiores produtividades de colmos para a cana de terceiro corte com e sem irrigação, respectivamente. Já na cana de quarto corte, tanto na área com irrigação quanto na sem irrigação houve aumento na produtividade de colmo com o aumento na dose de vinhaça. Em relação ao conteúdo da fibra da cana foi reduzido com o aumento das doses de vinhaça. Há necessidade da aplicação de nitrogênio em áreas de aplicação de vinhaça com ou sem irrigação. O aumento na produtividade final de colmo com irrigação foi de 15% no terceiro corte e de 24% no quarto corte, sendo tecnicamente viável o uso da irrigação em cana soca.

Abreu Junior et al. (2001) estudaram os efeitos da aplicação de 60 t ha⁻¹ de composto originado de lixo, sobre os teores de cátions trocáveis (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺), a capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases (V%) de 21 solos ácidos e 5 solos alcalinos, na presença e ausência de calcário dolomítico e adubos minerais. Nos solos alcalinos o calcário foi substituído por gesso. Os autores observaram que nos solos ácidos, a aplicação do composto de lixo promoveu aumentos nos teores trocáveis de potássio, cálcio, magnésio e sódio, em média, de 195%, 200%, 86% e 1200%, e elevação da CTC em 42%, refletindo na V%, com aumento médio de 39%.

Nos solos alcalinos, esses efeitos foram menos pronunciados, refletindo, porém, em aumento da CTC em 8,4% e da V% em 2%. Os maiores efeitos sobre as propriedades químicas avaliadas foram consequências das aplicações do composto + adubo + calcário, nos solos ácidos, e do composto + adubo + gesso, nos solos alcalinos.

Oliveira et al. (2002) avaliando os efeitos de aplicações sucessivas de composto de lixo urbano sobre os teores de carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e capacidade de troca de cátions (CTC) ao pH atual de um Latossolo Amarelo distrófico em que foi cultivada cana-de-açúcar, concluíram que os incrementos observados nesses atributos, da primeira para a segunda aplicação, foram significativos, exceto a condutividade elétrica, que, embora tenha aumentado logo após a aplicação do resíduo, não atingiu níveis críticos e teve seus valores reduzidos com o tempo. Acúmulos nos teores de C orgânico do solo foram diretamente proporcionais às doses de aplicação. O aumento da CTC do solo foi consequência direta dos incrementos nos teores de C orgânico e nos valores de pH.

Por outro lado, uma alternativa para adubação é o lodo de esgoto que tem ação corretiva da acidez do solo parcial e fornece nutrientes para a cana-de-açúcar, principalmente P, S, Ca, Cu e Zn. A aplicação pode levar a aumento de produtividade agrícola e de açúcar. Os metais pesados contidos em 30 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto não apresentam problemas de contaminação do solo (SILVA, et al., 1997).

Franco et al. (2010), testando lodo de esgoto como fonte de nitrogênio e fósforo no cultivo da cana-planta e primeira cana-soca constataram que a aplicação de lodo no plantio da cana, combinado ou não com adubo mineral nitrogenado e, ou, fosfatado, aumentou a produtividade de colmos de 84 a 118 t ha⁻¹, sem alteração da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, já em relação à adubação NPK convencional, a produtividade de colmo foi de 91 t ha⁻¹.

Os mesmos autores constataram que em solos de baixa fertilidade os resultados mostraram que com a aplicação de 10,8 t ha⁻¹ de lodo, conforme a norma de dosagem estabelecida pelo critério do N, conforme a Resolução Conama n° 375, pode reduzir em até 100% de N mineral e 30% de P₂O₅ no seu uso, com um aumento da produtividade de colmos em 22%, em relação à

adubação NPK convencional. Na produtividade de colmos da primeira soqueira houve um aumento em até 12 % e a de açúcar em até 11 %, como efeito residual do lodo aplicado na cana-planta.

Tasso Junior et al. (2007) avaliando o efeito da aplicação de lodo de esgoto como fonte de N e de vinhaça como fonte de K comparado ao uso de fontes minerais desses nutrientes sobre a produtividade e variáveis agroindustriais da cana-de-açúcar, concluíram que a produtividade de colmo e de açúcar para cana-planta foi mantida quando N e K foram fornecidos pelo lodo de esgoto e vinhaça, respectivamente. A cana-soca apresentou maior produtividade de colmo e de açúcar quando foram utilizados os resíduos separadamente, complementados com fontes minerais.

Junior et al. (2008) avaliando os efeitos residuais, de diferentes tipos de resíduos (lodo de esgoto; vinhaça; lodo de esgoto + vinhaça), aplicados de formas e doses distintas, sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar de quinto corte (cultivar SP 81-3250), concluíram que os fatores de variação testados (tipo de resíduo, modo de aplicação e doses) não promoveram alterações na qualidade e não comprometeram a valorização da cana-de-açúcar.

Camilotti et al. (2007) avaliando os efeitos do lodo de esgoto e/ou vinhaça, aplicados no solo (lodo de esgoto com 100% de N; lodo de esgoto com 200% de N; vinhaça com 100% de K; vinhaça com 200% de K; lodo de esgoto+ vinhaça com 100% de N e K; lodo de esgoto + vinhaça com 200% de N e K), disponibilizando Cd, Cr, Ni e Pb ao solo e quantificar as respectivas concentrações em plantas de cana-de-açúcar, após três aplicações anuais sucessivas, observaram que os baixos teores de metais pesados (Cd, Cr, Ni e Pb) disponíveis no solo e nas partes das plantas de cana-de-açúcar indicaram que o lodo de esgoto e a vinhaça, empregados nas doses mencionadas, não apresentaram, após três aplicações anuais sucessivas, potencial de contaminação do sistema solo-planta.

Chiba (2006) mostrou em seus experimentos que o lodo de esgoto é uma fonte eficiente de N para cana-soca e quando aplicado dispensa aplicações adicionais de fertilizantes nitrogenados. Em relação à cana-planta foi necessário adicionar ao lodo de esgoto 75% da dose de fósforo recomendada para obtenção dos mesmos resultados.

Chiba et al. (2008) estudando o efeito da aplicação de lodo de esgoto em alguns atributos químicos de um Argissolo vermelho cultivado com a variedade RB855536 de cana-de-açúcar por dois anos, relataram que a aplicação do lodo causou incrementos nos teores de carbono (C) do solo, sendo aqueles verificados no segundo ano maiores dos que os do primeiro. A incorporação do lodo de esgoto 60 dias após sua aplicação resultou nos maiores teores de C, provavelmente em função da desidratação do resíduo e do menor contato deste com as partículas do solo. Os demais atributos avaliados (Ph, P, K, Ca e Mg) não foram alterados com a aplicação do resíduo. Apesar disso, nas folhas, os tratamentos com lodo apresentaram os maiores teores de P, indicando que o LE pode ter atuado como fonte do nutriente. Verificou-se aumento nos teores de Cu e Zn disponíveis no solo com a aplicação do LE. Os teores de metais, nutrientes e não nutrientes de plantas, estiveram dentro das faixas consideradas adequadas, tanto no solo quanto nas folhas de cana-de-açúcar, mesmo com a reaplicação do lodo. Apesar de esses metais terem sido adicionados no solo, via LE, não foi observado aumento nos teores de Cd, Cr, Ni e Pb no solo com a aplicação do resíduo. De maneira similar, os teores desses elementos nas folhas não foram alterados pela adição de lodo no solo.

Oliveira & Mattiazo (2001) avaliando os efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto sobre o acúmulo de metais pesados num latossolo amarelo distrófico e em plantas de cana-de-açúcar e a fito disponibilidade desses elementos através de extratores químicos nos anos 1996/97 e 1997/98, concluíram que em 1997/98 o lodo foi reaplicado em doses equivalentes a 37, 74 e 110 mg ha⁻¹ (base seca). Foram detectados acúmulos de Cu, Cr, Ni e Zn na camada 0 - 0,2 m do solo. As concentrações de Cd, Cr, Ni e Pb nas amostras de plantas de cana-de-açúcar estiveram abaixo dos limites de determinação do método analítico empregado, porém, no caldo, a presença de Cd, Cr e Ni, esteve abaixo de 0,02 mg kg⁻¹. Os teores de Cu e Zn nas várias partes da cana-de-açúcar não foram superiores aos limites normais de variação encontrados na literatura. As soluções extratoras apresentaram eficiência apenas na avaliação da fito disponibilidade do Zn, determinado nas amostras de colmo e caldo, no ano agrícola 1997/98.

O lodo pode ser considerado como de boa qualidade, pois em relação aos padrões do EPA (Environmental Protection Agency), não apresenta valores superiores na concentração máxima de metais. Os nutrientes N, Ca, Mg e S apresentam-se em teores superiores a todos os materiais orgânicos, com exceção do K, podendo assim ser uma ótima alternativa como fertilizante agrícola (Gonçalves, et al).

4.8. Plástico Biodegradável de Cana-de-Açúcar

Atualmente, produtos feitos de plástico tais como, sacolas, garrafas, embalagens de alimentos, brinquedos e outros têm sido utilizados rotineiramente no dia a dia das pessoas. A maioria desses produtos é sintetizada a partir de um combustível fóssil, como o petróleo e não são degradados facilmente na natureza, sendo assim acumulados quase que permanentemente no meio ambiente.

Foi buscando soluções para os problemas ambientais, que na década de 90 uma equipe de técnicos e engenheiros da Usina da Pedra, de Serrana, conseguiu montar uma planta-piloto para desenvolver o plástico biodegradável. Até então, o material era pouco conhecido e a nova tecnologia precisou de investimento e dedicação para ser desenvolvida. Desde 2000 existe a empresa PHBISA, que tem como sócios as Usinas Santo Antonio e São Francisco – da família Balbo -, e a Pedra Agroindustrial – da família Biagi.

O plástico biodegradável desenvolvido na Usina da Pedra sendo composto por carbono, oxigênio e hidrogênio e denomina-se polihidroxibutirato (PHB). Dele pode derivar um copolímero polihidroxibutirato-valerato (PHB-HV) sendo os dois pertencentes à família dos polihidroxialcanoatos, descritos como poliésteres de origem natural similar.

Telles et al. (2011), comenta que o bioplástico polihidroxibutirato produzido pela Usina da Pedra é denominado comercialmente como BIOCYCLE®. É produzido por microrganismos selecionados da natureza, o que pode encarecer o processo até que sejam obtidas linhagens puras para fabricação específica.

Os plásticos biodegradáveis são produzidos com matéria-prima renovável, como por exemplo, a cana-de-açúcar. Essa também possui uma

biodegradabilidade (não poluidora) e um processamento que se utiliza tecnologia limpa.

Telles et al (2011), para diminuir o custo, alguns bioplásticos podem ser produzidos a partir de fontes renováveis, tais como o óleo da mamona, o milho, a partir do qual se obtém amido, que é um polímero natural, ou a cana-de-açúcar.

Explica Ortega, citado por Rossini (2008/2010), diretor executivo da Biocycle (Marca do plástico fabricado pela PHBISA), que o plástico é um produto bi compatível e ecologicamente correto.

O ciclo do carbono para o plástico biodegradável se completa em um período muito mais curto quando comparado com os plásticos originados de combustíveis fósseis. Ele é formado por meio da compostagem do plástico biodegradável, que libera CO_2 e que é resgatado pelas plantas para o crescimento vegetativo, diferentemente dos plásticos processados através de combustível fóssil.

Segundo Ortega, citado por Rossini (2008/2010), os bioplásticos resgatam CO_2 , favorecendo o meio ambiente. Explica ainda que a produção do plástico é feita a partir de açúcar e energia que são transformados por uma bactéria natural (*Alcaligenesss.p.*) e que não ocorre modificação genética. Em meio ao processo também se utiliza um álcool superior como solvente, que é empregado como extrator do biopolímero, que em seu processo de produção, utiliza o bagaço da cana-de-açúcar como fonte para a produção de energia elétrica e de vapor. Os efluentes são basicamente água e matéria orgânica da bactéria que, por sua vez, é lançada na lavoura de cana-de-açúcar, como fertilizante orgânico.

Para esse o plástico biodegradável se degradar necessita de atividade bacteriana que o transforme em CO_2 e água. O CO_2 é reabsorvido pelo canavial, produzindo um efeito positivo para o meio ambiente, na ordem de 4,4 toneladas de CO_2 por tonelada do Biocycle produzido (ORTEGA, 2008 citado por Rossini, 2010).

A Biocycle é pioneira na produção de plantas, podendo elas atingir a uma capacidade de 60 toneladas por ano. A Usina da Pedra projeta uma planta para comercialização com capacidade de produção 30 mil toneladas. Dependendo da aceitação do produto no mercado, nosso objetivo é aumentar

gradativamente essa capacidade de produção (ORTEGA, 2008; citada por Rossini 2010).

Conforme Telles et al (2011), a dificuldade para a produção do bioplástico é o custo maior comparado ao plástico comum, pois as bactérias e os substratos utilizados para tal finalidade possuem custo elevado.

Um dos pontos mais importantes para os produtores do plástico é que ao final da biodegradação e da compostagem vai sobrar um composto orgânico com qualidade suficiente para que uma planta nasça e cresça nele. Isso mostra que o composto tem uma qualidade de fertilizante, afirma (ORTEGA 2008 citado por Rossini, 2010).

5. Conclusão

Inicialmente o foco das pesquisas era melhorar a produtividade de açúcar e álcool. Atualmente além de aprofundar as pesquisas nessa linha, busca-se também, o aproveitamento dos resíduos sólidos e líquidos gerados pela matéria-prima. Nos períodos de entressafra, tem sido estudada a viabilidade de utilização do sorgo sacarino para aproveitamento da infra-estrutura das usinas e destilarias.

As áreas mais estudadas, ou contempladas são voltadas para o melhoramento genético, plantio, agricultura de precisão e colheita. Os avanços obtidos nessas áreas têm contribuído para uma maior rentabilidade, maior longevidade, redução dos gastos e aumento na produção da cana-de-açúcar.

No entanto a necessidade de maiores estudos nas áreas abordadas, principalmente na utilização da cana como bioplástico e no planejamento de produção.

6. Referências Bibliográficas

ABREU JUNIOR, C. H.; **Lodo de esgoto substitui adubo mineral na cana-de-açúcar**, Publicado em 23/junho/2010, ><http://www.usp.br/agen/?p=26937>.< Acessado dia 09/04/2012.

AGRÍCOLA, Novas tecnologias possibilitam a mecanização total do plantio: Tecnologia Agrícola, **ProCana Brasil**, 29 de fevereiro de 2012, <<http://jornalcana.com.br/noticia/Energia-Mundo/46759+Novas-tecnologias-possibilitam-a-mecanizacao-total-do-plantio>> , Acessado dia 10 de abril de 2012.

AIRES, M. Talhão sistematizá-lo pode aumentar o rendimento operacional, 2008. Disponível em: <http://www.jornalparana.com.br/materia/ver_edicao.php?id=1944&tipo=96>. Acessado dia 20 de maio de 2009.

ALMEIDA, J.C.V.; SANOMYA, R.; LEITE, C.F.; CASSINELLI, N.F. Efi ciência agrônômica de sulfometuron-methyl como maturador na cultura da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, v.21, p.36-37, 2003.

AMARAL, L. R.; MOLIN, J. P. Sensor óptico no auxílio à recomendação de adubação nitrogenada em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. [online]. vol.46, n.12, pp. 1633-1642, 2011. ISSN 0100-204X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001200008>.

ANDRADE, T.; CTC libera sua 7ª geração de variedades de cana-de-açúcar: **Centro de tecnologia Canavieira**, 14 de dezembro de 2011, <<http://www.jallesmachado.com.br/saladeimprensa/2011/12/ctc-libera-sua-7%C2%AA-geracao-de-variedades-de-cana-de-acucar/>>, Acessado dia 10 de abril de 2012.

ANJOS, I. A.; ANDRADE, L. A. B.; GARCIA, J. C.; FIGUEIREDO, P. A. M.; CARVALHO, G. J. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciência**

Agrotécnica. [online], vol.31, n.1, pp. 59-63, 2007. ISSN 1413-7054.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000100009>.

ANSELMÍ, R. Mudança do espaçamento evita pisoteia das soqueiras, Consultor desenvolve índice de colheitabilidade. **Jornal da cana**, Ribeirão Preto, SP, n. 169, p. 6, 2009.

ANSELMÍ, R. Mudança do espaçamento evita pisoteio das soqueiras, Consultor desenvolve índice de colheitabilidade. **Jornal da cana**, Ribeirão Preto, SP, n. 169, p. 61, 2008.

ARALDI, R.; SILVA, F. M. L.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; Florescimento em cana-de-açúcar. **Cienc. Rural**, Santa Maria, vol.40, n.3, p. 694-702, Mar, 2010.

ARANHA, C.; YHAN, C. A., Botânica da cana-de-açúcar. In: **PARANHOS, S. B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.3-14.

AREU JR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Sci. agric.** [online]., vol.58, n.4, pp. 813-824, 2001. ISSN 0103-9016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000400025>.

ARNALDO, R.; CTC libera sua 7ª geração de variedades de cana-de-açúcar. **Centro de tecnologia Canavieira**, 14 de dezembro de 2011, <
<http://www.jallesmachado.com.br/saladeimprensa/2011/12/ctc-libera-sua-7%C2%AA-geracao-de-variedades-de-cana-de-acucar/>>, Acessado dia 10 de abril de 2012.

AZANIA, A. A. P. M.; MARQUES, M. O.; PAVANI, M. C. M. D.; AZANIA, C. A. M. Germinação de sementes de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* influenciada por vinhaça, flegmaça e óleo de fúsel. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.443-49, 2003.

BAIO, F. H. R.; MORATELLI, R. F.. Avaliação da acurácia no direcionamento com piloto automático e contraste da capacidade de campo operacional no plantio mecanizado da cana-de-açúcar. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.367-375, mar./abr. 2011.

BARBIERI, D. M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Eng. Agríc.** [online]. Jaboticabal, vol.28, n.4, p. 645-653, 2008. ISSN 0100-6916. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162008000400004>.

BARBIERI, DIOGO M.; MARQUES, J., J., E PEREIRA., G. T.. Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola** [online]., vol.28, n.4, pp. 645-653, 2008. ISSN 0100-6916. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162008000400004>.

BATTE, M.T.; EHSANI, M.R. The economics of precision guidance wiht auto-boom control for farmer-owned agricultural sprayers. **Computers and Eletronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 53, p. 28-44, 2006.

BAYER. Cana-de-açúcar - Um herbicida de amplo espectro, versátil e seletivo.

BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções Fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. (Org.). **Plantio de cana-de-açúcar: Estado da arte**. Piracicaba: Livroceres, v.1, p.80-91, 2006.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. Sistematização de área para colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Revista Coplana**, Guariba, SP, n. 53, p. 23 – 25, 2008.

CAMARGO, H.; Campo Aberto. Na janela da cana. Sorgo sacarino é alternativa para produção de etanol durante entressafra. – **Globo Rural**, p. 15 a 17, Maio, 2011.

CAMILOTTI, F.; MARQUES, M. O.; ANDRIOLI, I.; SILVA, A. R.; TASSO JUNIOR, L. C.; NOBILE, F.O. Acúmulo de metais pesados em cana-de-açúcar

mediante a aplicação de lodo de esgoto e vinhaça. **Engenharia Agrícola** [online]. vol.27, n.1, pp. 284-293, 2007. ISSN 0100-6916. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162007000100023>.

CAMPOS, M. C. C.; JÚNIOR, J. M, PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M. Aplicação de adubo e corretivo após o corte da cana-planta utilizando técnicas geoestatísticas. **Cienc. Rural** [online]. Santa Maria, vol.38, n.4, pp. 974-980, 2008. ISSN 0103-8478. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000400011>.

CAMPOS, M. C. C.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; MONTANARI, R. Planejamento agrícola e implantação de sistema de cultivo de cana-de-açúcar com auxílio de técnicas geoestatísticas. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**[online]. Campo Grande, vol.13, n.3, pp. 297-304, 2009. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000300011>.

Canaviais utilizam sistema via satélite para aplicação de defensivos, *GPS ajuda a amenizar os prejuízos causados pela quebra da safra ocorrida em 2011*,

CANALRURAL, <[http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?tit=canaviais utilizam sistema via satelite para aplicacao de defensivos&id=65599](http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?tit=canaviais%20utilizam%20sistema%20via%20satelite%20para%20aplicacao%20de%20defensivos&id=65599)>. Acessado dia 09 de abril de 2012.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A. PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n.1, p. 15-23, 2008.

CAPUTO, M.M.; SILVA, M. A.; BEAUCLAIR, E. G. F.; GAVA, G. J. C. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciencia**, Caracas, v.32, n.12, p.834-840, 2007.

CAROLO, A.; Nova tecnologia promete simplificar o plantio de cana. **Tecnologia Agrícola- JornalCana**, p. 184-186, Agosto, 2010. Disponível em:> <http://www.canaweb.com.br/pdf/200/%5Ctecagr.pdf> <. Acessado dia 02 de outubro de 2011.

CESNIK, R. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004, 307p.

CHIBA, M. K. **Uso de lodo de esgoto na cana-de-açúcar como fonte de nitrogênio e fósforo**: parâmetros de fertilidade do solo, nutrição da planta e rendimentos da cultura. 2005. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <http://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-15032006-142618/>> Acesso em abril de 2012.

CHIBA, M. K.; MATTIAZZO, M. E. and OLIVEIRA, F. C. Cultivo de cana-de-açúcar em argissolo tratado com lodo de esgoto: II - Fertilidade do solo e nutrição da planta. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. vol.32, n.2, pp. 653-662, 2008. ISSN 0100-0683. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200020>.

CIRANI, C. B. S., MORAES M. A. F. D., PÊSSOA L. C., SILVA D.; Uma análise de inovação a partir do estudo da adoção e uso de tecnologias de agricultura de precisão na indústria sucroalcooleira paulista, **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 7, n. 4, p.186-205, out./dez. 2010.< http://www.revistarai.org/ojs-2.2.4/index.php/rai/article/viewFile/690/pdf_8> Acessado dia 09 de abril de 2012.

CO JUNIOR, C.; MARQUES, M. O.; TASSO JUNIOR, L. C.. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Eng. Agríc.** [online]. vol.28, n.1, pp. 196-203, 2008. ISSN 0100-6916. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162008000100020>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Cana-de-açúcar SAFRA 2005/2006, Segundo Levantamento, Agosto/2005.< <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/b190754e1f18338e51db5fbcfba8d696..pdf>>, acessado dia 21 de maio de 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Cana-de-açúcar Safra 2011/2012, Segundo Levantamento Agosto/2011< http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_30_13_41_19_bol

[etim_cana_portugues - agosto 2011 2o lev..pdf](#)>, acessado dia 21 de maio de 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.,<http://www.conab.gov.br/> , acessado dia 28 de setembro de 2011.

CONDE, A. J.; BENEDINI, M. S.; PERTICARRARI, J.G.; CTC.; Plantio mecanizado mais um desafio a ser vencido, pag. 1-5. <<http://www.coplana.com/gxpsites/..%5Cqxpfiles%5Cws001%5Cdesign%5CDownload%5CCirculares%5CPlantio%20Mecanizado.pdf>>, Acessado dia 04 de outubro de 2011.

CORA, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T. and BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. vol. 28, n.6, p. 1013-1021, 2004. ISSN 0100-0683. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000600010>.

Correio Agrícola, Socorro, n. 2, p.20-23, 1999.

COSTA, M.C.G. Distribuição e crescimento radicular em soqueiras de cana-de-açúcar: dois cultivares em solos com características distintas.; p. 88 **Tese (Doutorado em Agronomia)** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CRUZ, R. R.; Desempenho operacional e análise de custo do corte, carregamento e transporte mecanizado da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): **Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Agrárias Departamento de Engenharia Rural**. Florianópolis - SC , Dezembro de 2010.

CTC LIBERA SUA 7ª GERAÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR: **Centro de tecnologia Canavieira**., 14 de dezembro de 2011, <<http://www.jallesmachado.com.br/saladeimprensa/2011/12/ctc-libera-sua-7%C2%AA-geracao-de-variedades-de-cana-de-acucar/>>, Acessado dia 10 de abril de 2012.

Disponível na Internet. <http://wwwbases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/seminario.doc> em 15 Out. 1999.

EMBRAPA, CENTRO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Boletim agro meteorológico ano agrícola. Sete Lagoas, 2004.

EMBRAPA. Tecnologia em mecanização no Brasil: Equipamentos e sistemas para o futuro. In: **SEMINÁRIO TEMÁTICO PARA PROSPECÇÃO DE DEMANDAS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL**, 1997, Sete Lagoas-MG.

EMYGDIO. B.; Campo Aberto. Na janela da cana. Sorgo sacarino é alternativa para produção de etanol durante entressafra. – **Globo Rural**, p. 15 a 17, Maio, 2011.

FERREIRA M. C.; WERNECK C. F.; FURUHASHI S.; LEITE G. J.; Tratamento de toletes de cana-de-açúcar para o controle da podridão-abacaxi em pulverização conjugada ao plantio mecanizado. Artigos científicos máquinas e mecanização agrícola, **Eng. Agríc.** vol.28 n°.2 Jaboticabal Apr./June 2008.<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162008000200007>> Acessado dia 12 de abril de 2012.

FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS.; **AGRANUAL 2004, Anuário da Agricultura Brasileira.**

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO.; **Agrianual 2005: Anuário de Agricultura Brasileira.** São Paulo, p. 261-277, 2004.

FRANCO, A.; ABREU JUNIOR, C. H. A.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, F. C.; GRANJA, A. C. R.; BRAGA, V. S., Sewage sludge as nitrogen and phosphorus source for cane-plant and first ratoon crops (Lodo de esgoto como fonte de nitrogênio e fósforo no cultivo de cana-planta e da primeira cana-soca). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, vol.34 n°.2 Viçosa Mar./Apr. 2010.

FURLANI NETO, V.L. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar **STAB**, v.12, n.13, p.8-9, 1994.

GAVA, J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. M.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.

GONÇALVES, I. Z.; GARCIA, G. O.; MADALÃO, J. C.; BRAGANÇA, H. N.; NAZÁRIO A. A., potencial agrícola de utilização do lodo de esgoto doméstico da estação de tratamento de esgoto de Jerônimo Monteiro, **In: Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos.**, ><http://www.fundagres.org.br/biossolido/images/FERTILIDADE/17.pdf><. Acessado, dia 09 de abril de 2012.

GONÇALVES, N.H., Manejo e conservação de solo para implantação da cana de açúcar. In: SEGATO, S.V. et. al. (Orgs). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, p. 93-103, 2006.

GRUPO IDEA.; Plantio mecanizado de cana veio para ficar, *A prática do plantio de cana com máquina é bem mais recente que a do corte, começou a se intensificar nos últimos cinco anos, incentivado principalmente pela grande expansão do setor e a escassez de mão de obra.*; 22/03/2012, >http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?tit=plantio_mecanizado_de_cana_veio_par_ficar&id=71589> Acessado dia 09 de abril de 2012.

HAMERSKI, F., Estudo de variáveis no processo de carbonatação do caldo de cana-de-açúcar. / Fabiane Hamerski. – Curitiba, f.: il. 148, tabs, grafs., 2009.

HUGO, M.; CTC já detém tecnologia da cana transgênica. **Correio do Estado de São Paulo**. 01/11/2010 18h00.< http://www.correiodoestado.com.br/noticias/ctc-ja-detem-tecnologia-da-cana-transgenica_82852/ > acessado dia 29 de maio de 2012.

JOHNSON, R.M. and. RICHARD JUNIOR, E.P. Sugarcane yield, sugarcane quality, and soil variability in Louisiana. **Agronomy Journal**., Madison, v.97, n.3, p.760 771, 2005.

KLINK, U.; Campo Aberto. Na janela da cana. Sorgo sacarino é alternativa para produção de etanol durante entressafra. – **Globo Rural**, p. 15 a 17, Maio, 2011.

LAVANHOLI, M. das G. D. P.; CASAGRANDE, A. A.; OLIVEIRA, L. A. F.; FERNANDES, G. A.; ROSA R. F. Aplicação de ethephon e imazapyr em cana-de-açúcar em diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos – variedade SP 70-1143. **Revista STAB**, v.20, p.42-45, 2002.

LEAL R. M. P., Meio Ambiente Esgoto doméstico aumenta produtividade da cana-de-açúcar, Antônio Carlos Quinto - **Agência USP** - 10/08/2009. ><http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=esgoto-domestico-aumenta-produtividade-cana-acucar>>, Acessado dia 09 de abril de 2012.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL C.A.C.; Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.995-1001, ago. 2008.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; FILHO, W. G. V.; SAURIANO, A. Qualidade tecnológica, produtividade e margem de contribuição agrícola da cana-de-açúcar em função da aplicação de reguladores vegetais no início da safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.726-732, mai-jun, 2009. ISSN 0103-8478.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; FILHO, W. G. V., A. Reguladores vegetais e qualidade da cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1843-1850, nov./dez., 2008.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; LIMA, G. P. P. Atividade das enzimas invertases e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar sob efeito do nitrato de potássio, etefon e etil-trinexapac. **Ciênc. agrotec.** [online], Lavras, vol. 35, n.4, pp. 649-656, jul./ago., 2011. ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-705420110004002>.

LEITE, G.H.P. Maturação induzida, alterações fisiológicas, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu, p. 141, 2005.

LIMA, M. A. C.; GARCIA, R. O.; MARTINS, G. S.; MANSUR, E. Morfogênese *in vitro* e suscetibilidade de calos de variedades nacionais de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) a agentes seletivos utilizados em sistemas de transformação genética. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 73-77, 2001.

LIONÇO. E.; BRESSAN J.; SILVA, C. M. Sistematização da área para implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Campo Digit@l**, v.5, n.1, p.20-25, Campo Mourão, dez., 2010.

LUCCHESI, A.A.; FLORENCIO, A.C.; GODOY, O.P.; STUPIELLO, J.P. Influência do ácido 2-cloroetil fosfônico na indução de perfilhamento em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) - Variedade NA 56-79. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.93, n.4, p.19-27, 1979.

LUIZ, E. J. M. Mudanças sadias garantem proteção contra pragas. Tecnologia agrícola, **JornalCana**, p.185-186, Agosto, 2010.

MAGALHÃES, P. S. G.; BRAUNBECK, O. A. Colheita de cana-de-açúcar: atualidades e perspectivas In: **D. Ingeniería Rural y Mecanización Agrária em el ámbito Latinoamericano**, La Plata, 1998.

MAGALHÃES, P. S.; GRAZIANO et. al. **Workshop de colheita de Cana-de-açúcar e palha para produção de etanol, 2006**. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/relatorio_workshop_colheita_de_cana.pdf>. Acesso em: 25 de abril de 2009.

MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. Efeito de giberelina e ethephon na anatomia de plantas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1855-1863, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X1999001000012&lng=pt&nrm=is&tlng=pt>. Acessado dia 22 julho de 2009. doi: 10.1590/S0100-204X1999001000012.

MATSUOKA, S. **Botânica e Ecofisiologia da cana-de-açúcar**. Maringá: UFPR/SENAR, 1996, 26p.

MATSUOKA, S.; MARGARIDO, L. A. C.; LAVORENTI, N. A.; ELIAS JÚNIOR, R.; PINELL, D. M.. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em um sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 2002. p. 301-308, 2002.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JUNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301. 2001.

MENEGATTI L. A. A.; MOLIN J. P.; GÓES S. L.; KORNDORFE G. H.; ROGÉRIO, S. A. B.; LIMA E. A.; Benefícios econômicos e agrônômicos da adoção de agricultura de precisão em usinas de açúcar, In: **2º Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão São Pedro, SP – ESALQ/ USP**, 2006.

MENEGATTI, L. A. A.; Nova tecnologia de precisão promete revolucionar o setor. **Tecnologia Agrícola- JornalCana**, p. 81-82, Outubro, 2009. Disponível em:< <http://www.canaweb.com.br/pdf/190/%5Ctecagric.pdf>>. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; CARBONARI, C. A.; Morais, C. P. Teores de lignina e celulose em plantas de cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta daninha** [online]., vol.30, n.1, pp. 121-127, 2012. ISSN 0100-8358. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582012000100013>.

MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; TONIN, F.G.; CARBONARI, C.A. Alterações no metabolismo da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta daninha** [online]., vol.30, n.1, pp. 113-119, 2012. ISSN 0100-8358. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582012000100013>.

MILLHOLLON, R.W. AND LEGENDRE, B.L., Influence of ethephon on plant population and yield of sugarcane (*Saccharum spp.* hybrids). **Plant Growth Regulation Society of America Quarterly**, LaGrange, v.23, n.1, p.17-30, 1995.

Ministério da Agricultura. **Açúcar é destaque nas exportações em 2010 com crescimento de 52,3%.** Disponível em:<
<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/01/12/acucar-e-destaque-nas-exportacoes-em-2010-com-crescimento-de-52-3>> Acessado dia 04 de Junho de 2012.

MOLIN, J. P.; FRASSON, F. R.; AMARAL, L. R.; POVH, F. P.; SALVI, J. V. Capacidade de um sensor ótico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. [online]. vol. 14, n. 12, pp. 1345-1349, 2010. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010001200014>.

MOLIN. J.P.; Utilização de GPS em agricultura de precisão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v17, n3, p. 121, mar, 1998.

MONTANARI, R.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. [online]. Brasília, vol.40, n.1, pp. 69-77, 2005. ISSN 0100-204X.

MORENO, A.; Nova tecnologia de precisão promete revolucionar o setor. **Tecnologia Agrícola- JornalCana**, p. 81-82, Outubro, 2009. Disponível em:<
<http://www.canaweb.com.br/pdf/190/%5Ctecagric.pdf>>. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

MORENO, A.; Nova tecnologia promete simplificar o plantio de cana. **Tecnologia Agrícola- Free lance, JornalCana**, p. 184-186, Agosto, 2010. Disponível em:> <http://www.canaweb.com.br/pdf/200/%5Ctecagr.pdf> <. Acessado dia 02 de outubro de 2011.

MORENO, A.; UAG atesta a eficiência da tecnologia Plene. **Tecnologia Agrícola- Redação, JornalCana**, p. 80-81, setembro, 2010. Disponível em:>
<http://www.jornalcana.com.br/pdf/201/%5Ctecagric.pdf><. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et. al. (Orgs).

Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: CP 2, 2006, p. 11-18.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; MENEZES, L.F.G. Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Ciência Rural**, v. 32, n.5., p. 123-133, 2002.

NICKELL, L.G. **Plant growth regulating chemicals.**, Chicago: CRC Press, v.1/2., p. 256, 1988.

OLIVEIRA, A. M. S. Perspectivas para o setor sucroalcooleiro frente a redução da queimada de cana-de-açúcar: a intensificação do corte mecanizado e a certificação socioambiental. **Revista Pegada**, Presidente Prudente, v.1, n.1, 2000.

OLIVEIRA, E. L.; ANDRADE, L. A. B.; FARIA, M. A. C.; TELDE, N. Vinhaça de alambique e nitrogênio na cana-de-açúcar, em ambiente irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. [online], vol.13, n.6, pp. 694-699, 2009. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000600005>.

OLIVEIRA, E. L.; ANDRADE, L. A. B.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MORAIS, A. R.. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. [online], vol.44, n.11, pp. 1398-1403, 2009. ISSN 0100-204X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100005>.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Metais pesados em latossolo tratado com lodo de esgoto e em plantas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.581-593, jul./set. 2001. ISSN 0103-9016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000300022>.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU JUNIOR, C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [online]. Brasília,

vol.37, n.4, pp. 529-538, 2002. ISSN 0100-204X.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000400015>.

ORTEGA S. F. **O Potencial da Agroindústria Canavieira do Brasil,** FBT_Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP: PHB Industrial S/A Fazenda da Pedra, Caixa postal nº2 ,Serrana, SP, Cep: 14150-000, Dezembro 2003.

ORTEGA, S. Plástico Biodegradável é de cana de açúcar: **A descoberta pode se tornar uma alternativa viável contra a poluição; produto é desenvolvido na Usina da Pedra, em Serrana. Revista Canavieiros**, 28 de Outubro 2008 atualizado em 12 de Maio de 2010, < <http://www.agrofit.com.br/portal/cana/47-cana/166-plastico-biodegradavel-e-de-cana-de-acucar>, Acessado dia 12 de abril de 2012.

PAIVA. L. A.; Campo Aberto. Na janela da cana. Sorgo sacarino é alternativa para produção de etanol durante entressafra, **Revista Globo Rural**, p. 15 a 17, Maio, 2011.

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.E SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. In: **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.; p. 2858-2866, 2010. CD-Rom.

PAULINO, A. F.; MEDINA, C. DE C.; ROBAINA, C. R. P.; LAURANI, R. A. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. **Ciências Agrárias**, v.23, n.2, p.145-150, 2002.

PENATTI, C.P. Planejamento da sulcação para plantio e colheita mecanizada. **Revista Coplana**, Guariba, SP, n. 27, p. 21, 2006.

PINAZZA, A. P. “O processo de integração da P&D junto ao complexo agroindustrial sucro-alcooleiro”, In: **P&D no Setor Agroindustrial: Integração x Isolamento (Evento Satélite ao XVI Simpósio Nacional de Pesquisa de**

Administração em Ciência e Tecnologia), **PENSA/USP**, São Paulo, 30/Out/91, 1991.

PINTO. A. A. R.; Nova máquina colhe até 1,3 mil toneladas de cana por dia. **Tecnologia Agrícola- JornalCana**, p. 79, Outubro, 2009. Disponível em: ><http://www.canaweb.com.br/pdf/190/%5Ctecagric.pdf><. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

Portal São Francisco. **Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/cana-de-acucar/cana-de-acucar.php>> Acessado dia 04 de Junho de 2012.

PORTO. A., A.; **História da Cana-de-açúcar – Da Antiguidade aos Dias Atuais.**, Publicado em 20 de setembro de 2010.< <http://www.tudosobreplantas.com.br/blog/index.php/2010/09/20/a-historia-da-cana-de-acucar/>> acessado dia 28 de setembro de 2011.

RAIZER, A.; CTC libera sua 7ª geração de variedades de cana-de-açúcar: **Centro de tecnologia Canavieira.**, 14 de dezembro de 2011,< <http://www.jallesmachado.com.br/saladeimprensa/2011/12/ctc-libera-sua-7%C2%AA-geracao-de-variedades-de-cana-de-acucar/>>, Acessado dia 10 de abril de 2012.

RAMÃO, F. P.; SCHNEIDER, I. E.; SHIKIDA, P. F. A. Padrão tecnológico no corte de cana-de-açúcar: um estudo de caso no Estado do Paraná. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v.54, n.1, 2007.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A, S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.1, p.9-16, 2008., ISSN 1517-8595.

ROSSETTO, R. **Melhoramento Genético**. Agência de Informação Embrapa Cana-de-Açúcar. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_70_711200516719.html>, Acessado dia 04 de Junho de 2012.

ROSSINI, C. Plástico Biodegradável é de cana de açúcar: **A descoberta pode se tornar uma alternativa viável contra a poluição; produto é desenvolvido na Usina da Pedra, em Serrana. Revista Canavieiros**, 28 de Outubro 2008 atualizado em 12 de Maio de 2010, < <http://www.agrofit.com.br/portal/cana/47-cana/166-plastico-biodegradavel-e-de-cana-de-acucar>> Acessado dia 12 de abril de 2012.

ROZA, D. Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura. **Revista Info GEO**, n 11 - jan/fev, 2000. Disponível na Internet. http://www.infogeo.com.br/Revista/materia_11.htm em 21 Mai. 2000.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R.; **Plantio Mecanizado**. Agencia de Informação Embrapa cana-de-açúcar. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_74_22122006154841.html> Acessado dia 04 de Junho de 2012.

SEBRAE. **Agroenergia**. Disponível em:< <http://www.sebrae.com.br/setor/agroenergia/o-setor/etanol/o-que-e/>> Acessado dia 04 de Junho de 2012.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et. al. (Orgs). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2 ,p.19-36, 2006.

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E. NÒBREGA, J. C. M. **Atualização em Produção de Cana-de-açúcar..** VEIGA FILHO, A. Fatores explicativos da mecanização do corte na lavoura canavieira paulista. **Informações Econômicas**, SP, 1998, v. 28, n. 11, p.415 Prol, 2006.

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E. NÒBREGA, J. C. M.. **Atualização em Produção de Cana-de-açúcar..** ORTEGA. S, BRONDI. E. O. Produção de plástico biodegradável a partir do açúcar da cana-de-açúcar. **Qualidade e Subprodutos**, Piracicaba: CP 2, 2006, p.377-384.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C.“Modernização da Agroindústria Canavieira no Brasil e as Estratégias Tecnológicas das Firmas”. **In: Anais do 36o**

Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Poços de Caldas, SOBER, p. 235-254, 1998^a.

SHOCKLEY, J.M.; DILLON, C.R.; Cost savings for multiple inputs with swath control and auto guidance technologies. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE**, Denver. *Proceedings...* Denver: Colorado State University, 2008. 1º CD-ROM.

SILVA, F. C BOARETTO, A. E.; BERTON R. S.; ZOTELLI H. B.; PEIXE C. A.; MENDONÇA E., **cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto: nutrientes, metais pesados e produtividade**, Piracicaba - SP, 1997.

SILVA, M. A.; ARAGÃO, N. C.; BARBOSA, M. A.; JERONIMO, E. M.; CARLIN, S. D.; Efeito hormótico de glifosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia** [online], vol.68, n.4, pp. 973-978, 2009. ISSN 0006-8705. <http://dx.doi.org/10.1590/S000687052009000400017>.

SILVA, M. A.; Biorreguladores são viáveis no manejo fitotécnico. Tecnologia Agrícola- Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios-APTA, **JornalCana**, p. 194, Jaú -SP, Agosto, 2010. Disponível em:< <http://www.canaweb.com.br/pdf/200/%5Ctecagr.pdf>>. Acessado dia 05 de outubro de 2011.

SILVA, M. A.; biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial, **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 7, n. 19, julho de 2010.

SILVA, M. A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F.; Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida a aplicação de bioregulador e fertilizantes líquidos. **Cienc. Rural**, vol.40 no.4 Santa Maria abr. 2010 Epub 23-Abr-2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000057>> Acessado dia 12 de abril de 2012.

SILVIA, C.B.; **Nova tecnologia de precisão promete revolucionar o setor**. Tecnologia Agrícola- JornalCana, p. 81-82, Outubro, 2007. Disponível em:< <http://www.canaweb.com.br/pdf/190/%5Ctecagric.pdf>>. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

SOBRAL, M. F.; Escória siderúrgica e calcário no cultivo de cana-de-açúcar em solo da zona da mata de Pernambuco.; / Márcio Félix Sobral. f. : il, 36, 2010.

SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T.; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo na aplicação de insumos para cultura de cana-de-açúcar. **Ciência Agrotécnica**. [online]. Lavras, vol.31, n.2, pp. 371-377, 2007. ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000200016>.

Syngenta e Usina Guaíra assinam primeiro contrato de Plene. Anúncio comemora o início da comercialização da nova tecnologia de plantio de cana-de-açúcar, São Paulo, 3 de agosto de 2010.< <http://www.syngenta.com/country/br/pt/imprensa/releases/Pages/224.aspx>>, acessado dia 22 de maio de 2012.

Syngenta. **Tecnologia Plene**. Disponível em:< <http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/Plene/Pages/Tecnologia-plene.aspx>> acessado dia 04 de Junho de 2012.

SZWARC, A.; Campo Aberto. Na janela da cana. Sorgo sacarino é alternativa para produção de etanol durante entressafra. **Revista Globo Rural**, p. 15 a 17, Maio, 2011.

Tanimoto, O. S.. Produção de cana-de-açúcar em SPDP. **Revista plantio direto**: disponível em <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=892> Acessado dia 03/07/2012.

TANIMOTO, O. S.; http://www.plantiodireto.com.br/index.php?body=cont_int&id=892, acessado dia 28 de setembro de 2011.

TASSO JUNIOR, LUIZ C. MARQUES, M. O.; FRANCO, A.; NOGUEIRA, G. A.; NOBILE, F. O.; CAMILOTTI, F.; SILVA, A. R. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **Engenharia Agrícola** [online]., vol.27, n.1, pp.276-283.,

2007. ISSN, 0100-6916. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162007000100022>.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE J. G.; BEISMAN, D. A., **Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à canade-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria**, 1996.<
http://200.189.113.123/diaadia/diadia/arquivos/Image/conteudo/veiculos_de_comunicacao/CTA/VOL17N3/CTA17N3_8.PDF> Acessado dia 12 de abril de 2012.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1601-1606, set. 1999.

TEIXEIRA, C.G.; JARDINE, J. G.; BEISMAN, D.A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. **Ciências. Tecnologia. Alimentos.**, v. 17, n.3, p. 221- 229, 1997.

TELLES, M. R.; SARAN, L. M.; TREVISOLLI, S. H. U., Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir da cana-de-açúcar. **Ciência & Tecnologia: FATEC-JB**, Jaboticabal, v. 2, n. 1, p. 52-63, 2011. ISSN 2178-9436.

Toda a energia da cana avanças no campo e na agricultura. Especiais. **Agroanalysis, Rev. Agron. FGV.** JUNHO/2006.<
http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalhe.php?idEspecial=1&ordem=7
> Acessado dia 29 de maio de 2012.

ULIAN M. S.; **Nova tecnologia de precisão promete revolucionar o setor.** Tecnologia Agrícola- JornalCana, p. 80-81, Setembro, 2010. Disponível em:<
<http://www.canaweb.com.br/pdf/190/%5Ctecagric.pdf>>. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

ULIAN M. S.; **Nova tecnologia de precisão promete revolucionar o setor.** Tecnologia Agrícola- JornalCana, p. 81-82, Outubro, 2009. Disponível em:<

<http://www.canaweb.com.br/pdf/190/%5Ctecagric.pdf>>. Acessado dia 07 de outubro de 2011.

VERRI, A. R.; PITELLI, R. A.; CASAGRANDE, A. A.; CASTRO, P. R. C.. Reguladores vegetais no enraizamento e desenvolvimento de gemas de cana-de-açúcar tratadas termicamente. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz** [online]. vol.40, n.1, pp. 381-394, 1983. ISSN 0071-1276. <http://dx.doi.org/10.1590/S0071-12761983000100020>.

VIEIRA, A., LIMA. D. A. L. L.; Colunista Info Money: **A inovação tecnológica no Brasil em cana-de-açúcar.**, 22 de abril de 2010:<<http://www.infomoney.com.br/colunistas/noticia/1832996>>, Acessado dia 10 de abril de 2012.

VITTI, G. C.; MAZZA, J.A., **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar.** Piracicaba: POTAFOS, p. 16, 2002. (Encarte técnico/ Informações Agronômicas, 97).

WIEDENFELD, B.; Enhanced sugarcane establishment using plant growth regulators.; **Journal American Society of Sugarcane Technologists**, Canal Point, v.23, p.48-61, 2003.