

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

**ADUBAÇÃO DE CANA SOCA COM E SEM POLÍMEROS E
PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO**

Acadêmico (a): Alcenir Felisberto Silveira
Nome do orientador (a): Ana Lúcia Pereira Kikuti

Membros da Banca:

1. Orientadora: Ana Lúcia Pereira Kikuti
2. Membro Titular 1 (efetivo): Vinicius do Nascimento Lampert
3. Membro Titular 2: Hamilton Kikuti

Suplente: Ana Carolina Alves

Data: 20/06/2012. Horário: 15:00 h

Local:

Multimeios

Auditório
Cassilândia-MS
Junho de 2012

Outros

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

**ADUBAÇÃO DE CANA SOCA COM E SEM POLÍMEROS E
PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO**

Acadêmico (a): Alcenir Felisberto Silveira

Orientador (a): Ana Lúcia 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

“Cada um de nós compõe a sua própria história
cada ser carrega o dom de ser CAPAZ e ser FELIZ ”... (Almir Sater)

Dedico este trabalho primeiramente a **Deus**, a minha **Mãe (Maria Ap. Felisberto Silveira)** e meu **Irmão (Rogério Felisberto Silveira)**.
Pelo Amor, Carinho, Atenção durante todas as fases da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, saúde, família maravilhosa que me deu, pessoas e oportunidades que tem colocado em meu caminho.

A meus pais por me colocarem nesse mundo, em especial a minha mãe por ter me criado e me estudado e me formado praticamente sozinha, batalhando de sol a sol e me ensinando a ter ética, dignidade, respeito e humildade.

Ao meu irmão Rogério Felisberto Silveira pelo companheirismo e por sua confiança em mim.

Aos professores Hamilton Kikuti, Ana Lucia P. Kikuti e Vinicius do N. Lampert meus orientadores, por além de orientações, dividirem experiências e oportunidades de vida e profissionais, pela confiança depositada e por se tornarem grande amigos.

A todos os outros professores que passaram durante o curso, e que me proporcionaram uma grande aprendizagem, e me ajudou nessa caminhada.

Ao professor Germison V. Tomquelski pelos conhecimentos, sabedoria, broncas e orientações de estágio.

Aos alunos Gabriela (Gabi), Ivan (Taiada), Mennes (Scroto), Rafael (Micuim), Lincoln (Cuiabá), Murilão, Leonardo (Destrin), Paulão (Caxa d'água), Marco (Melancia), Jorge (Pitoco), Pamella, Carol W., Aline (Azia), Bruno (Tripa), Fabio (Bixo Pau), Leonardo (Burrin), Jair (Mimosa), Augusto (X), João Paulo (Alguém), Giovana Cruciol (Gi), Orranes (Feio), Alexandre Vendrame (Xandão) pela amizade, companheirismo e ajuda. E a todos os demais colegas da 7ª TURMA e da universidade.

Em especial aos meus companheiros de viagem de curtos cinco anos Gabriela C. Catalani e Ivan D. Balestra por se tornarem pra mim dois grandes irmãos, brigando e aconselhando-me nesse período, pelo companheirismo, amizade e confiança levarei sempre em meu coração.

Aos companheiros de república Rafael (gazela), Cezar (fiapo) e Geraldo (guspido).

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul por me permitirem a realização da minha graduação, por todo suporte e conhecimento me proporcionado na graduação e em experimentos.

Aos funcionários da do curso de Agronomia, por toda atenção e apoio na minha formação e realização de projetos.

A empresa Metral Comercial Agrícola, pelo fornecimento dos fertilizantes utilizados nos trabalhos de pesquisa realizados durante a graduação.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. A cana-de-açúcar.....	3
3.2. Adubação em cana-de-açúcar	5
3.3. Os polímeros.....	8
3.4. Adubação a lanço e incorporada	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6. CONCLUSÕES	31
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	32

RESUMO

A cada ano que se passa o Brasil vem expandindo ainda mais sua área de produção de cana-de-açúcar e conseqüentemente a produção de álcool e açúcar e é referência mundial no cultivo da cultura. Tornando o setor sucroalcooleiro uma das atividades mais importantes do agronegócio brasileiro com uma produção no ano de 2010/11 de 623,905 milhões de toneladas. Para alcançar grandes produtividades um fator de extrema influência é a adubação da cultura, destacando a adubação de cobertura em cana soca. Porém estes os nutrientes aplicados diretamente no solo estão sujeitos a sofrerem diversas perdas por diversos fatores; pensando neste problema a empresa KIMBERLIT desenvolveu uma tecnologia que utiliza polímeros que apresentam fórmulas com liberação gradativa de nutrientes que permitem reduzir as perdas que normalmente ocorrem. Neste seguimento foi realizado o presente trabalho que objetivou verificar o comportamento da cana soca em função de adubações de cobertura com e sem polímeros, da redução da adubação quando associada ao revestimento com polímeros, bem como da interação com os procedimentos de distribuição de adubos em cobertura. O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados em esquema fatorial de 6x2, envolvendo seis adubações de cobertura N, P e K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.;60-15-75c/pol.;100-30-100s/pol.;100-30-100c/pol.;50-15-50c/pol.) e dois procedimentos de distribuição dos nutrientes (sobre o solo e incorporado). Que foram avaliados os parâmetros de número de colmos, diâmetro de colmos, altura de colmo e produtividade, concluindo que a redução da adubação NPK de cobertura em 50% da recomendação quando da utilização de revestimento com polímeros Kimcoat consegue uma produtividade equivalente. O desenvolvimento e a produtividade da cana-de-açúcar é influenciada pela adubação e procedimento de distribuição dos adubos em cobertura.

Palavras chaves: polímeros, adubação de cobertura, adubação incorporada.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada a atividade sucroalcooleira está estimada em 8.368,4 milhões de hectares, distribuídos em todos os estados produtores. A produção total brasileira que já foi de 450.196,30 milhões de toneladas em 2005/06, atualmente está em torno de 571,4 milhões de toneladas na safra de 2011/12.

Esse aumento de produção foi devido aos avanços tecnológicos no melhoramento de cultivares e ao mapeamento da fertilidade das áreas por meio de GPS, permitindo uma recomendação de adubação mais adequada.

Na cultura da cana-de-açúcar é comum se fazer adubação pesada, por ser uma cultura que exporta praticamente quantidades expressivas de nutrientes para formação de colmos, folhas e acúmulo de sacarose então a adubação de cobertura é realizada aplicando-se grandes quantidades de adubos. No entanto grandes partes dos nutrientes estão sujeitos a perdas. No caso o nitrogênio pode ser perdido por volatilização ou lixiviação, o fósforo perdido por fixação nos colóides do solo e o potássio pode sofrer escorrimento no perfil do solo e se perdendo pela lixiviação. Uma alternativa para diminuir essas perdas seria a aplicação de adubos revestidos com polímeros que permite disponibilizar nutrientes para a planta de forma gradativa. Outra alternativa para evitar essas perdas seria a incorporação do adubo, logo após a distribuição.

2. OBJETIVO

Verificar o comportamento da cana soca em função de diferentes adubações de cobertura (N, P, K) com e sem polímeros e de dois procedimentos de distribuição dos nutrientes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) é uma planta alógama, pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, sub - classe Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogonae e sub tribo Saccharinae, (CASTRO et al. 2001). É uma gramínea que possui grande importância econômica, pois fornece matéria prima para a produção de açúcar e de álcool, além de exercer um papel relevante tanto no mercado interno quanto externo. (UNICA, 2004).

Originária no sudeste da Ásia, a cana-de-açúcar é cultivada em uma extensa área territorial, compreendida entre os paralelos 35° de latitudes Norte e Sul, apresentando melhor rendimento em climas tropicais (STRAPASSON, 2007). Foi introduzida no país na metade do século XVI, através de Martin Afonso de Souza que a trouxe para a Capitania de São Vicente (CASTRO, 2001).

A introdução da produção de cana de açúcar no Brasil ocorreu em meados do século XIV, no início período colonial. Já por volta do século XVII, o Brasil tornou-se o maior produtor de açúcar de cana do mundo, na época destinado ao abastecimento de açúcar da Europa, num ciclo que durou em torno de 150 anos (RODRIGUES e ORTIZ, 2006). Já década 1970 surgiu um novo ciclo da cana-de-açúcar devido à crise do petróleo. Em 1975 o governo lançou o Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool), que propiciou e foi beneficiado por melhorias genéticas e criação de sementes adaptadas, melhorias tecnológicas nas usinas e destilarias e desenvolvimentos na indústria automobilística. Por volta de dez anos depois do lançamento do programa, entre 1986 e 1989, mais de 90% dos automóveis fabricados no Brasil eram movidos a álcool hidratado. A produção de etanol atingiu um pico de 12,3 bilhões de litros na safra 1986-87 (ORTIZ e RODRIGUES, 2006).

A crescente necessidade de ampliar de modo sustentável o uso de fontes renováveis de energia, para proporcionar maior segurança ao suprimento energético e reduzir os impactos ambientais associados aos

combustíveis fósseis, encontra no bioetanol de cana-de-açúcar uma alternativa viável economicamente e com significativo potencial de expansão.

Segundo a Conab (2011) a lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil. As áreas em produção tiveram aumento considerável, sendo mais significativo nos Estados de: Minas Gerais (83.100 ha), Mato Grosso do Sul (84.700 ha), Goiás (79.110 ha) e Mato Grosso (13.040 ha).

A área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira está estimada em 8.368,4 milhões hectares, distribuídos em todos Estados produtores. O Estado de São Paulo continua sendo o maior produtor com 52,2% (4.370 milhões hectares), seguido por Minas Gerais com 8,87% (742,65 mil hectares), Goiás com 8,1% (678,42 mil hectares), Paraná com 7,3% (611,44 mil hectares) Mato Grosso do Sul com 5,70% (480,86 mil hectares), Alagoas com 5,45% (463,65 mil hectares), e Pernambuco com 3,89% (326,11 mil hectares). Nos demais Estados produtores as áreas são menores, mas, com bons índices de produtividade (CONAB 2011).

A produtividade média brasileira está estimada em $68,289 \text{ t/ha}^{-1}$, 11,8% menor que a na safra 2010/11, que foi de $77,446 \text{ t/ha}^{-1}$. A diminuição da produtividade nesta safra está ligada a diversos fatores e o clima é o principal. A estiagem ocorrida de abril a outubro de 2010, a escassez de chuvas no mês de maio de 2011, a ocorrência de geadas em São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e o florescimento em excesso de boa parte da lavoura, fizeram a queda da produtividade ser a maior dos últimos anos. A falta de chuvas nos períodos indicados não permitiu o pleno desenvolvimento dos canaviais e provocou o atraso no início da moagem da safra 2011/12 e o período de entre safra ficou maior (CONAB, 2011).

A previsão do total de cana moída na safra 2011/12 é de 571.471,0 milhões de toneladas, com queda de 8,4% em relação à safra 2010/11, que foi de 623,905 milhões de toneladas, que significa que a quantidade que será moída deve ser 52 milhões de toneladas a menos que a moagem da safra anterior (CONAB, 2011).

A cana de ano e meio, plantada de janeiro à março, tem um crescimento inicial no primeiro período chuvoso (fevereiro a abril), mas desencadeia um acelerado crescimento no segundo período chuvoso (outubro

a abril) e embora não seja colhida no quarto ano da safra em que foi plantada ela tem quase o dobro da produtividade da cana de ano (CASTRO, 1999). Os fatores ambientais que afetam de maneira marcante a produção de cana - de - açúcar são: temperatura, luz (intensidade), e disponibilidade de água e nutrientes (ALFONSI et al.,1987). A cana - de - açúcar se desenvolve bem em regiões de clima quente, com temperatura oscilando entre 16°C e 33°C. No entanto, temperaturas inferiores a 21°C reduzem a taxa de alongamento dos colmos e promovem o acúmulo de sacarose (MAGALHÃES, 1987).

As condições climáticas brasileiras permitem dois momentos de safra: no Nordeste, esta acontece nos meses de outubro a março e no Sudeste, Sul e Centro-oeste nos meses de abril a agosto, de maneira que o Brasil tem condições de produzir açúcar e etanol durante o ano todo. Com uma muda de cana é possível alcançar até 5 safras subsequentes, porém com perda progressiva de produtividade. A variação nos resultados da colheita depende além das condições naturais também do equipamento técnico dos produtores (RODRIGUES; ORTIZ, 2006).

3.2. Adubação em cana-de-açúcar

Um fator significativo que deve ser destacado visto que influencia na produtividade das culturas, é a disponibilidade de água e de nutrientes. Com relação à água, nem sempre as chuvas atendem à real necessidade hídrica das plantas; surge, daí a importância da irrigação a qual, quando bem planejada tem retorno econômico inquestionável. O solo é o substrato que serve como fornecedor de nutrientes e água para as plantas e não é incomum ocorrer a falta de nutrientes para que a planta complete seu ciclo biológico, o que mostra a importância da adubação, onde deve-se ter conhecimento do comportamento de cana nutrientes no solo e na planta (AZEVEDO, 2002).

Os efeitos dos adubos são expressos por funções de produção e as combinações de nutrientes para adubações mais econômicas ou para produções máximas são confrontadas com recomendações correntes. Ao mesmo tempo, é avaliada a possibilidade de discriminar as respostas aos nutrientes estudados pela correlação com os resultados de análise de solo,

efetuada segundo o método atualmente adotado pelo Instituto Agrônômico (RAIJ et al., 1986).

A entrada externa de nutrientes para os sistemas agrícolas é fundamental, ainda que seja conservacionista, uma vez que esses sistemas não são autossustentáveis, pois há a exportação de elementos pelas partes comercializáveis das culturas e são inevitáveis as ocorrências de perdas naturais; assim, a melhoria dos atributos químicos do solo para o cultivo da cana dispõe, dentre alternativas, da aplicação de vinhaça, torta de filtro e fertilizantes (SILVA & RIBEIRO, 1995; CANELLAS et al., 2003), para atender às expectativas de produtividade e à reposição dos nutrientes exportados pela cultura do sistema solo.

A cultura de cana-de-açúcar é grande extratora de nutrientes do solo. Considerando-se colmo + folhas + palmito, a quantidade de nutrientes extraída por 1 t de cana é de: 1,20 kg de N; 0,16 kg de P; 1,24 kg de K; 0,80 kg de Ca; 0,41 kg de Mg e 0,36 kg de S (MALAVOLTA et al., 1997).

O aproveitamento efetivo da adubação está estritamente relacionado à época de aplicação e, portanto, deve-se levar em consideração a fase da cultura, o comportamento do elemento no solo, a idade do canavial e a distribuição de precipitação. Assim, o fertilizante é aplicado no sulco de plantio e em coberturas antes do fechamento do canavial, principalmente o K_2O quando a dose no sulco de plantio for maior que 100 a 120 kg ha⁻¹ (VITTI et al., 2005). De acordo com Alvarez et al. (1991), a cana de açúcar necessita de altas quantidades de nutrientes, decorrente da elevada produção de biomassa por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita. Este fato tem levado a uma revisão periódica das adubações, com alterações para aumento da recomendação da adubação.

Considerando-se a adubação e a nutrição da cana-de-açúcar dentro deste contexto, pode-se dizer que sua eficiência no incremento da produtividade será tanto maior quanto melhor for o ajuste dos fatores de produtividade (VITTI; MAZZA, 2002).

Descrevendo o função dos nutrientes primários para cana-de-açúcar temos o **Nitrogênio**: prática de adubação com fertilizantes nitrogenados tem um efeito marcante sobre o crescimento e produtividade das gramíneas, visto que o solo, muitas vezes, não possui quantidades de nitrogênio suficiente para

atender e sustentar uma alta produtividade de área foliar, uma vez que é este nutriente limitante da produtividade. A cana-de-açúcar é uma planta da família *Poaceae* que apresenta grande resposta na produção de fitomassa com o aumento do teor de nitrogênio na planta (BOLTON; BROWN, 1980). A cana-de-açúcar se caracteriza por ser um planta de ciclo C4 que é fotossinteticamente mais ativa quando comparada a plantas C3, produzindo o dobro de material seco por unidade de nitrogênio presente na folha (OLIVEIRA, 2011).

O falta de nitrogênio é suprido pela maior parte das plantas na forma de NO_3^- OU NH_4^+ , isso dependendo do pH da rizosfera. (LANCHER, 2000). A fonte natural de nitrogênio no solo é a matéria orgânica, que não é absorvida diretamente pelas plantas, porém é necessário que ela se decomponha pela ação lenta e contínua dos microrganismos (MATTOS, 2001). De acordo com Martins (1997), o nitrogênio no solo pode ser perdido por vários processos: volatilização da amônia, desnitrificação e lixiviação do nitrato. Estes processos, como também a mineralização, a nitrificação, a fixação do N da atmosfera e a adição via fertilizante fazem parte do ciclo do nitrogênio no solo.

Contrariamente à cana-planta, as soqueiras respondem favoravelmente à adubação nitrogenada. Isto ocorre porque nas regiões do Brasil onde a cana-de-açúcar é cultivada ocorrem durante o ciclo das soqueiras, períodos climáticos secos e frios ou secos e quentes, pouco favoráveis à mineralização do N orgânico. Além disso, durante o ciclo das socas, o solo é pouco ou nada mobilizado por ocasião do cultivo e os corretivos, quando aplicados, não são incorporados (DEMATTE, 2005). De acordo com COPERSUCAR (2000a) verificam-se respostas crescentes até a dose de 160 kg há^{-1} de N, média de quatro experimentos e três safras.

Fósforo: é o segundo elemento que mais limita a produtividade nos solos tropicais. Esse comportamento é consequência de sua habilidade em formar compostos de alta energia de ligação com os colóides, conferindo-lhe alta estabilidade na fase sólida, formando compostos menos solúveis. Parte do fósforo retido pode ser recuperado e aproveitado pela planta.

Altas respostas a fósforo foram verificadas em numerosos ensaios de adubação fosfatada, realizados entre 1950 e 1963, com uma média de 26% de aumento da produção da cana-de-açúcar com a aplicação de superfosfato simples (FREIRE et al., 1968). Contudo, as revisões de Espironelo (1989)

indicam que o efeito do fósforo não é geral, podendo ser nulo ou reduzido em solos originariamente férteis ou que vêm sendo adubados com fósforo. Assim, Malavolta et al. (1963) constataram efeitos significativos em apenas 4 de 32 ensaios com cana-planta colhidos, enquanto Alvarez et al. (1963) observaram efeito de fósforo em 6 ensaios entre os 18 realizados.

Potássio: dentre os macronutrientes mais utilizados, o potássio constitui o elemento mais exigido pela cultura, juntamente com o nitrogênio. O potássio destaca por ser o nutriente exportado em maior quantidade por essa cultura, além de influenciar sua qualidade. Atua no metabolismo da planta, ativando várias enzimas, exerce importante função na abertura e fechamento dos estômatos, além de estar relacionado com a assimilação de gás carbônico e fotofosforilação (FIGUEIREDO, 2006). Tanto a cana-planta como as soqueiras apresentam boas respostas a aplicação de potássio. O K presente no solo é de origem do K da solução, K trocável, K não trocável (fixado) e o K estrutural, e o suprimento de K para as plantas provém da solução e dos sítios de troca dos colóides do solo, que estão em equilíbrio com o K não trocável e com o K estrutural dos minerais (SPARKS; HUANG, 1985). O teor trocável é a principal fonte de reposição do K para a solução (ALVAREZ, 1991), o qual, por sua vez, pode ser absorvido pelas plantas, adsorvido às cargas negativas do solo ou perdido por lixiviação. Dessa maneira, recomenda-se realizar a aplicação desse nutriente conforme as plantas se desenvolvem, visando reduzir as perdas no sistema solo-planta e aumentar a eficiência de utilização desse nutriente. Entretanto, no setor sucroalcooleiro a aplicação do K normalmente é feita de uma única vez, na ocasião do plantio, com dose que varia de 80 a 140 kg ha⁻¹ de K₂O (LANA et al., 2004).

3.3. Os polímeros

Polímeros podem ser de origem natural (derivado do amido) ou sintética (derivados do petróleo ex: plásticos, isopor, teflon, hidrogéis), que são valorizados por suas habilidades em absorver e/ou estocar água (TERRACOTTEM, 1998).

Segundo COTTEM (1988), os polímeros são constituídos de cadeia longa de unidades estruturais repetidas chamados monômeros, a polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas pequenas combinam-se para formar moléculas maiores. Promovem o crescimento da planta quando nutrientes são incorporados a sua matriz, e liberando-os às plantas de acordo com sua necessidade (VICHATO et al., 2004). A adição de polímero no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular (HENDERSON ; HENSLEY 1985).

A empresa KIMBERLIT desenvolveu uma tecnologia que utiliza polímeros que apresenta fórmulas com liberação gradativa de nutrientes que permitem reduzir as perdas que normalmente ocorrem, possibilitando a redução da dose de fertilizantes sem influenciar na produtividade das lavouras, essa tecnologia é conhecida como KIMCOAT LGU (Liberação Gradativa de Uréia), KIMCOAT LGP (Liberação Gradativa do Fósforo) e LGK (Liberação Gradativa de Potássio). Estas revestem os grânulos de fertilizantes Nitrogenados (uréia), Fosfatados (MAP, super fosfato simples e super fosfato triplo) e Potássicos (Cloreto de Potássio).

Segundo a empresa a tecnologia KIMCOAT pode proporcionar redução de 50% da adubação fosfatada e 50% da adubação nitrogenada e de até 30% na adubação potássica. Além disso apresenta benefícios como: redução de custo com adubação, aumento do rendimento operacional, redução do impacto ambiental minimizando o efeito estufa, a contaminação do lençol freático, a sobrevida de reservas de Fósforo e Potássio e entre outros a diminuição de fretes, armazenamento, óleo diesel, poluição, etc.

3.4. Adubação a lanço e incorporada

Atualmente, um dos fatores que representam maior custo na cadeia produtiva da cana-de-açúcar é o uso de insumos, como os fertilizantes. A distribuição de fertilizantes em cana soca, pode ser feita de duas formas adubação a lanço e adubação incorporada. A primeira consiste na aplicação de

fertilizantes superficialmente no solo e entre as linhas da cultura, sem fazer incorporação dos mesmos através de implementos agrícolas apropriados. Este sistema tem sido muito utilizado, por ser o meio mais prático e rápido de adubação do canavial, pelo seu rendimento operacional, porém deixa dúvida sobre sua eficiência, uma vez que os nutrientes ficam diretamente expostos ao intemperismo, aumentando assim as perdas de alguns nutrientes por volatilização e danos (queimas) foliares. A segunda forma consiste em abrir um sulco na entrelinha da cultura onde a adubação será feita e posteriormente tapa-se o sulco, permitindo assim com a incorporação uma superfície de contato maior do solo com os adubos, aproximando os nutrientes do sistema radicular facilitando a absorção pela planta. Porém deve-se levar em conta o gasto com operações e se o produtor possui os implementos necessários para tal manejo.

LARA CABEZAS et al. (2000) observaram maiores perdas de NH_3 derivado da uréia quando ela foi aplicada na superfície do solo em comparação com a sua incorporação ao solo na cultura do milho.

A aplicação superficial do nutriente (P) limita sua absorção pelas plantas quando reduz a umidade do solo na superfície, nos períodos de estiagem, e que por ser um nutriente praticamente imóvel no solo, acarretará problemas devidos sua distância e distribuição do sistema radicular. Com o passar do tempo, o P é carregado para o interior do solo através das raízes das plantas, das galerias de insetos, dos microrganismos, entre outras possibilidades. Para fontes de baixa solubilidade em água, como os fosfatos naturais reativos farelados, o ideal é a aplicação a lanço, incorporando-os ao solo, pois isso acelera seu processo de solubilização.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), no setor de Produção Agrícola, situado à altitude de 470 m, localizada a 18° 59' 44" de latitude sul e 52° 21' 56" de longitude oeste, na região nordeste de Mato Grosso do Sul, com pluviosidade média anual de 1.500 mm e temperatura média de 32°C.

O solo do local foi classificado como um Neossolo Quartzarênico, de acordo com as especificações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (NERIS, 2009).

As adubações de cobertura utilizadas consideraram duas doses de NPK em kg ha⁻¹, associadas com e sem o revestimento de polímeros, além da redução de 50% da adubação de cobertura quando do revestimento com polímeros. Estas doses ainda foram avaliadas em dois procedimentos de aplicação do adubo no solo (1- Adubação a lanço, 2- Adubação incorporada ao solo).

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados em esquema fatorial de 6x2, envolvendo seis adubações de cobertura N, P e K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.; 60-15-75c/pol.; 100-30-100s/pol.; 100-30-100c/pol.; 50-15-50c/pol.) e dois procedimentos de distribuição dos nutrientes (sobre o solo e incorporado).

Para as variáveis altura de plantas, diâmetro de colmo e número de colmos foi incluído o fator épocas de avaliação, com 5 épocas (90, 120, 150, 180 e 210 dias após adubação – DAA), dando origem ao fatorial 6x2x5.

Cada unidade experimental foi composta por seis fileiras de plantas com oito metros de comprimento e espaçamento de um metro e meio entre fileiras. A área útil foi composta pelas duas fileiras centrais de cada parcela, compreendendo cinco metros de comprimento cada.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a SP 83-2847, que tem como características principais a rusticidade e a adaptabilidade a ambientes de média a baixa produção, além de ser indicada para implantação na safra de inverno (EMBRAPA, 2007).

A adubação de cobertura foi realizada no dia 10 de dezembro de 2010, tendo como base duas adubações utilizadas na região e que seguem as bases de recomendações de dois centros especializados em produção de cana-de-açúcar, o IAC (Instituto Agrônômico) e o CTC (Centro de Tecnologia Canavieira).

Na forma de adubação a lanço cada tratamento foi separado em sacos plásticos transparentes e distribuindo manualmente o adubo nas entrelinhas da cultura e a quantidade de acordo com cada tratamento (Figura 1).



FIGURA 1. Adubação N P K realizada em cobertura na cana de primeira soca, aos 60 dias após a colheita da cana planta.

Já onde o os tratamentos foram incorporados, passou-se o trator com o cultivador nas entre linhas abrindo o sulco, realizando-se adubação manualmente e imediatamente após cobriu-se o adubo com terra, utilizando enxadas.

As plantas de cana-de-açúcar foram avaliadas em relação à altura, número de colmos e diâmetro do colmo aos 90, 120, 150, 180 e 210 dias após adubação – DAA. A área útil de cada parcela, foi composta por 2 fileiras de plantas com 5 metros de comprimento cada uma.

O número de colmos (produção de perfilhos) foi determinado com a contagem do número de colmos emitidos após o corte da cana planta (Figura 2).



FIGURA 2. Avaliação do número de colmos realizado em cana de primeira soca aos 150 DAA de cobertura.

A altura de plantas foi obtida com a escolha de 5 plantas e realização da avaliação, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros. Sendo feitas da região basal rente ao solo até na folha +1. (Figura 3).



FIGURA 3. Avaliação de altura de plantas realizada em cana de primeira soca aos 150 DAA de cobertura

O diâmetro de colmos foi determinado medindo-se 5 plantas por parcela, com o auxílio de um paquímetro, as leituras foram realizadas no centro do segundo entrenó localizado na base do colmo (Figura 4).



FIGURA 4. Avaliação de diâmetro de colmo realizada em cana de primeira soca aos 150 DAA de cobertura

A avaliação de produção de colmos industrializáveis foi feita 12 meses após o corte da cana planta, utilizando o procedimento manual sem queimada, em setembro, com a colheita das duas linhas centrais de cinco metros de comprimento em cada parcela (Figura 5).



FIGURA 5. Corte da cana-de-açúcar de primeira soca realizada pelo procedimento manual, sem queimada, aos 300 DAA de cobertura.

Os colmos foram cortados, retirada a parte apical e acondicionados dentro de sacos para a avaliação da massa com o auxílio de uma balança digital (Figura 6) obtendo a produção de colmos industrializáveis por parcela e a partir destes dados foi estimada a produtividade por hectare.



FIGURA 6. Avaliação da produção de colmos industrializáveis da cana-de-açúcar de primeira soca, realizada aos 300 DAA de cobertura

O fator época contribui para observarmos o desenvolvimento da cultura de acordo com o passar do tempo, que tende ter um resultado crescente ou não, quando avaliada a resposta da adubação a lanço ou incorporada ou efeito da presença dos adubos revestidos com polímeros com a redução da metade da dose recomendada.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote computacional SISVAR (FERREIRA 2003). As médias do fator adubação foram comparadas por meio do teste Tukey. As diferentes épocas de avaliação foram estudadas pela análise de regressão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos dados obtidos durante o acompanhamento do desenvolvimento inicial da cultura da cana-de-açúcar de primeira soca estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Resumo da análise de variância da altura de plantas, diâmetro e número de colmos obtidos durante o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar de primeira soca.

Fontes de Variação	GL	----- QM -----		
		Altura Pl.	D. Colmos	N. Colmos
Adubação (A)	5	0.222422**	0.042563 ^{ns}	2966.364167**
Incorporação (I)	1	0.034082 ^{ns}	0.528070 ^{ns}	44.204167 ^{ns}
Época (E)	4	2.447528**	0.910055**	6394.722917**
A x I	5	0.089010**	0.077833*	1266.604167**
A x E	20	0.063505**	0.800376**	411.232917*
I x E	4	0.216436**	0.098512**	777.027083**
A x I x E	20	0.027689 ^{ns}	0.027598 ^{ns}	131.677083 ^{ns}
Blocos	3	0.141383**	0.028309 ^{ns}	2538.194400**
Erro	177		0.025146	220.626577
C.V(%)		6.36	5.91	10.98

** Significativo pelo Teste F (1%). * Significativo pelo Teste F (5%). ^{ns} Não significativo.

A utilização das adubações influenciou a altura de plantas e o número de colmos, propiciando um maior desenvolvimento tanto para altura e um maior número de colmos, de acordo com cada tratamento, e cada adubação utilizada.

O procedimento de adubação (Incorporado ou Lanço) não influenciou em nenhuma variável analisada, ou seja, não foi significativa para o desenvolvimento de cana soca.

As épocas de avaliação influenciaram. E como é esperado quando se faz a implantação de qualquer cultura, com tratamento de adubação, é que a mesma cresça e desenvolva com o passar do tempo, desenvolvendo o stand, atingindo maiores alturas e maior diâmetro de colmo para sustentar a planta.

A adubação foi influenciada pelos procedimentos de distribuição quando considerada altura de plantas e diâmetro de colmos. Devido ao fato da adubação ter respostas diferentes quando aplicadas a lanço ou incorporada.

Houve interação da adubação utilizada em função das épocas de avaliação para altura de plantas, diâmetro de colmos e número de colmos. Com o passar do tempo e com as chuvas os nutrientes tendem a reagirem e se tornar disponível as plantas ou serem perdidos por inúmeros fatores, assim diminuindo sua quantidade no solo, este fator também ocorre com os polímeros, porém com intensidade bem menor do que com os adubos convencionais. Outro ponto que se deve levar em consideração é que este tipo de polímero disponibiliza nutrientes de acordo com a umidade do solo, ou seja, na ausência chuva em alguma determinada época, o fornecimento de nutrientes foi cessado até para evitar perdas. Podendo assim ter influenciado nas variáveis analisadas.

O comportamento do procedimento de distribuição da adubação de cobertura variou em função das épocas de avaliação para altura de plantas, diâmetro de colmos e número de colmos. Conforme o procedimento de adubação podemos observar que dependendo a forma de aplicação dos adubos pode ocasionar maior ou menor perdas, e com o passar do tempo dependendo das condições climáticas pode ou não intensificar estas perdas, interferindo assim nas variáveis levadas em consideração.

Não houve efeito da interação entre Adubação X Incorporação X Época, quando considerados os fatores de desenvolvimento da cana de primeira soca.

O resultado do desdobramento da interação da adubação e incorporação, considerando a altura de plantas é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Altura de plantas (cm), em função de adubações e procedimentos incorporação na adubação de cobertura da cana de primeira soca em Cassilândia, 2012.

Adubações	Altura (cm)	
	Incorporado	Lanço
120-30-150 - SP	232,55 B a	241,05 B a
120-30-150 - CP	249,25 A a	242,70 B a
60-15-75 - ½ CP	234,15 B b	245,45 AB a
100-30-100 - SP	229,10 B a	235,25 B a
100-30-100 - CP	250,80 A a	238,55 B a
50-15-50 - ½ CP	249,75 A a	256,80 A a
CV (%)	6,36	

*Médias seguidas de mesma letra maiúsculas para colunas e minúsculas para linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

A adubação de cobertura teve influência significativa sobre a altura de plantas

Para a variável altura, quando considerando a adubação de cobertura com incorporação, merece destaque a menor dose de N, P e K (50-15-50), ou seja, com redução de 50% da menor adubação recomendada, associada ao revestimento com polímeros, que se destacou por obter uma das maiores altura, uma vez que a altura de plantas pode influenciar significativamente a produtividade da cana soca, proporcionando maior tamanho de colmos e conseqüentemente maior massa. Semelhantes ao resultado de Nogueira (2009), que trabalhando com adubação com polímeros em cana planta obteve os mesmos resultados. Observamos também que quando utiliza-se 50% da dose com polímero para recomendação do IAC (60-15-75) não tem diferença significativa a adubação convencional da mesma recomendação(120-30-150)

Estes resultados concordam com os obtidos por Serrano et al. (2010) que verificaram a utilização de NPK polimerizados em mamoeiro proporcionaram os maiores valores de altura de plantas, bem como no diâmetro do caule e massa seca da parte aérea, no sistema radicular e total.

De forma semelhante, também quando considerada a aplicação a lanço a maior eficiência da adubação sobre altura de plantas foi obtida com as

menores doses associadas á utilização de polímeros, justificando a eficiência redução da metade da dose com adubos encapsulados. Vários autores citaram que essa maior eficiência pode estar relacionada á estrutura dos grânulos dos fertilizantes revestidos por polímeros. Estes podem absorver a água do solo, solubilizar os nutrientes no interior das cápsulas, e gradativamente libera-los por meio da estrutura porosa, na zona da raiz, de acordo com a necessidade das plantas (GUARESCHI et al., 2011).

O resultado da altura de plantas de cana-de-açúcar de primeira soca (cm) em função das adubações de cobertura N P K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.; 60-15-75c/pol.; 100-30-100s/pol.; 100-30-100c/pol.; 50-15-50c/pol) e épocas de avaliação em DAA de cobertura são apresentados nas Figuras 1 e 2.

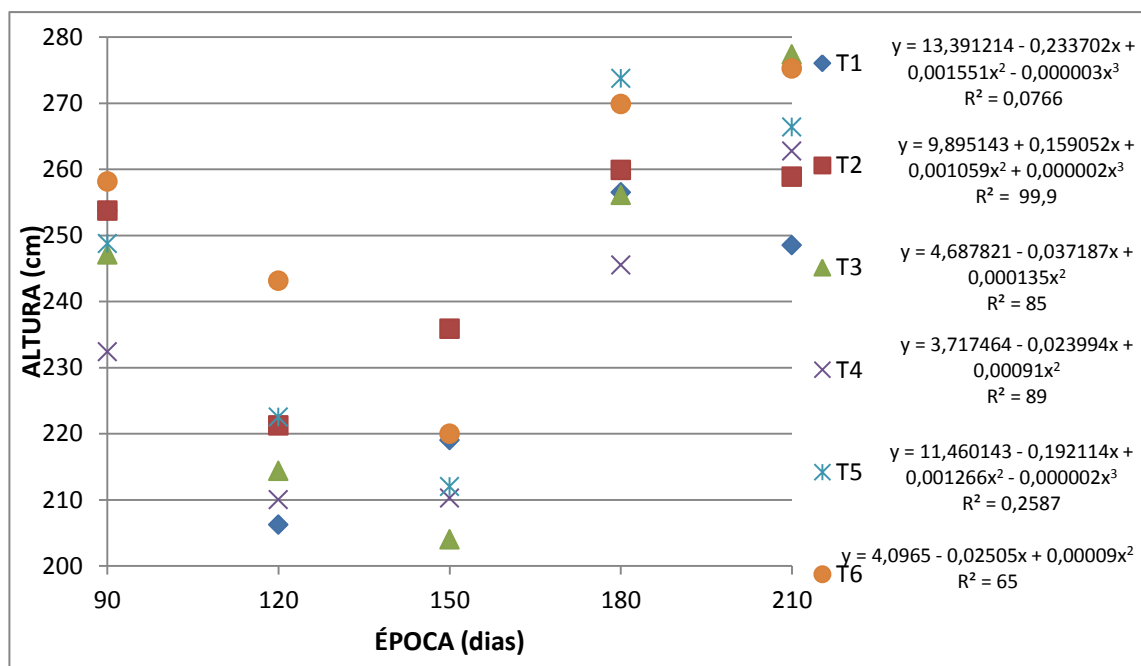


FIGURA 1. Altura de plantas de cana-de-açúcar de primeira soca (cm) em função das adubações de cobertura N P K (T1 -120-30-150s/pol.; T2 - 120-30-150c/pol.; T3 - 60-15-75c/pol. T4 - 100-30-100s/pol.; T5 - 100-30-100c/pol.; T6 - 50-15-50c/pol) e épocas de avaliação em DAA de cobertura.

Na figura 1 podemos observar que para a maioria das avaliações o tratamento 2 (120-50-150) c/pol. obteve as melhores médias, porém na ultima

avaliação deve-se salientar que o tratamento 3 (60-15-75) ½ c/pol. se sobressaiu diante dos demais, inclusive sobre o tratamento 1 (120-50-150) s/pol., que é um fator de grande influencia na produtividade.

Também podemos observar que há uma queda para altura na segunda avaliação e posteriormente a mesma vem a aumentar, isso se deve possivelmente ao fato de no momento da avaliação não se utilizou de nenhuma técnica para marcar as plantas avaliadas para que na avaliação seguinte retornasse na mesma planta, assim fazendo as avaliações em todas as épocas em diferentes plantas e nunca pegado a mesma planta da avaliação anterior, outro motivo que pode explicar este fato é que a altura era marcada na folha +1 e no início do desenvolvimento com apenas 90 até os 150 dias a planta não esta com suas estruturas totalmente desenvolvidas e fica difícil a identificação de qual é a folha +1 para fazer a avaliação, podendo ocorrer o equivoco de medir a altura em alguma outra folha.

Analisando a figura 1 vemos que novamente o tratamento 6 (50-15-50) se sobressai diante dos demais, assim como na maioria das avaliações como na ultima avaliação de altura. A explicação para a baixa na altura com o passar do tempo segue a mesma lógica da figura anterior.

O resultado da altura de plantas de cana-de-açúcar de primeira soca (cm) em função das formas de utilização das adubações de cobertura N P K (incorporada e a lanço) e épocas de avaliação em DAA de cobertura é apresentado na Figura 2.

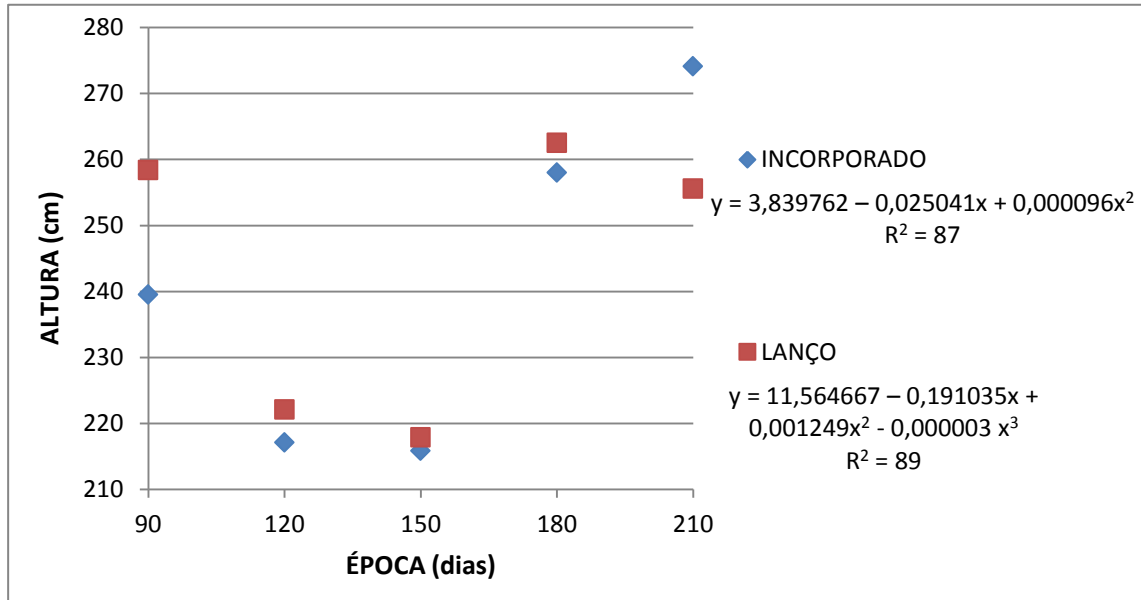


FIGURA 2. Altura de plantas de cana-de-açúcar de primeira soca (cm) em função das formas de utilização das adubações de cobertura N P K (incorporada e a lanço) e épocas de avaliação em DAA de cobertura.

Analisando a figura 2 observamos que na maioria das avaliações a adubação a lanço se sobressai comparada a incorporada esta que possui apenas a ultima avaliação com melhor média de altura. Mesmo possuindo diferenças nas avaliações, estas são poucas e não são significativas.

O número de colmos de cana-de-açúcar considerando a interação entre as adubações utilizadas e os procedimentos de incorporação da adubação de cobertura em cana de primeira soca estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Número de colmos em 10 metros em função das adubações e procedimentos para adubação de cobertura em cana de primeira soca, em Cassilândia, 2012.

Adubações	Numero de colmos	
	Incorporado	Lanço
120-30-150 - SP	134,95 AB a	139,35 B a
120-30-150 - CP	137,90 A b	156,85 A a
60-15- 75 - ½ CP	129,75 AB a	128,05 BC a
100-30-100 - SP	143,05 A a	139,45 B a
100-30-100 - CP	141,45 A a	126,05 BC b
50-15- 50 - ½ CP	122,10 B a	124,60 C a
CV (%)	10,98	

*Médias seguidas de mesma letra maiúsculas para colunas e minúsculas para linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey 5%

Analisando na adubação incorporada o tratamento 1 (T1 – 120-50-150) constatamos que não se diferencia do T3 (60-15-75) metade da dose com o polímero, não sendo igual estatisticamente ao T4 (100-30-100) C/P. É válido ressaltar que o T3 (60-15-75) também não difere estatisticamente da menor dose (50-15-50) ½CP e ainda mostrando ser vantajosa a utilização de revestimento no adubo não diferenciando no número de colmos.

Ao observarmos a adubação lanço vemos que o T3 - (60-15-75) ½ CP, não diferiu significativamente do tratamento convencional T1 (120-30-150) SP, ou seja, além de propiciar as vantagens dos adubos encapsulados, não diferem estatisticamente em relação ao número de colmos, o que leva a supor que a utilização de metade da dose para adubação em soqueira de cana-de-açúcar, utilizando polímeros, pode manter níveis iguais ao dos adubos convencionais para número de colmos.

Em relação à forma de aplicação destes nutrientes não há diferença quanto aplica-lo a lanço ou incorporado em relação a número de colmos, ou

seja, a relação de uso de metade da dose com o polímero é vantajosa independente da forma de adubação propiciando um resultado satisfatório.

O resultado do número de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das adubações de cobertura N P K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.; 60-15-75c/pol.; 100-30-100s/pol.; 100-30-100c/pol.; 50-15-50c/pol) e épocas de avaliação em DAA de cobertura são apresentados nas Figuras 10 e 11.

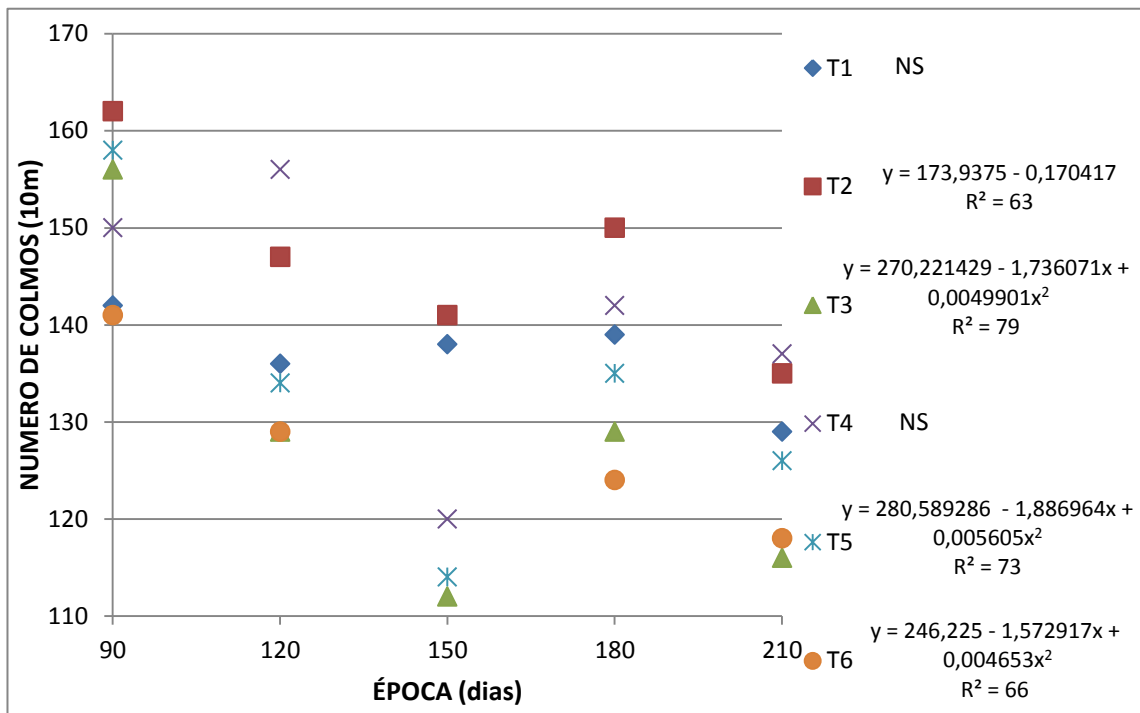


FIGURA 3. Número de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das adubações de cobertura N P K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.; 60-15-75c/pol. 100-30-100s/pol.; 100-30-100c/pol.; 50-15-50c/pol) e épocas de avaliação em DAA de cobertura.

Observando a figura 3 vemos que o tratamento que tratamento 2 (120-30-150) c/pol. obteve em toda as avaliações as melhores médias, e mesmo o tratamento 3 (60-15-75) c/pol. obtendo médias inferiores não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.

Na figura 3 observamos as melhores médias foram obtidas na avaliação de 90 dias decaindo com o passar do tempo, e o tratamento 4 (100-

30-100) que não foi significativo devido os pontos estarem muito dispersos no gráfico

O resultado do número de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das formas de utilização das adubações de cobertura N P K (incorporada e a lanço) e épocas de avaliação em DAA de cobertura são apresentados na Figura 12.

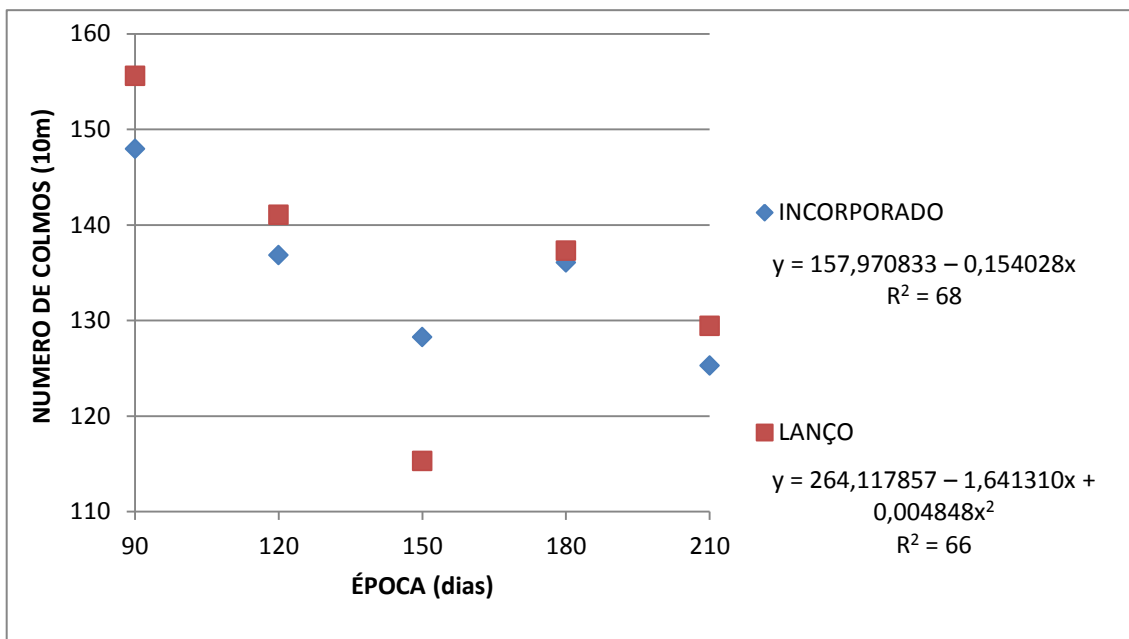


FIGURA 4. Número de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das formas de utilização das adubações de cobertura N P K (incorporada e a lanço) e épocas de avaliação em DAA de cobertura.

Quanto ao procedimento de adubação vemos que a adubação a lanço se mostrou superior em quase todas as avaliações, contudo mesmo com a diminuição no número de colmos não diferem entre si quanto aos número de colmos.

O diâmetro de colmos de cana-de-açúcar considerando a interação entre as adubações utilizadas e os procedimentos de incorporação da adubação de cobertura em cana de primeira soca estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4. Diâmetro de colmos, em função de adubações sem e com polímeros, e procedimentos para adubação de cobertura em Cassilândia, 2012.

Adubações N P K	Diâmetro de colmos (cm)	
	Incorporado	Lanço
120-30-150 - SP	2,59 B a	2,66 A a
120-30-150 - CP	2,69 AB a	2,73 A a
60-15-75 - ½ CP	2,70 AB a	2,69 A a
100-30-100 - SP	2,60 AB b	2,76 A a
100-30-100 - CP	2,71 AB a	2,72 A a
50-15-50 - ½ CP	2,73 A a	2,63 A b
CV (%)	5,91	

*Médias seguidas de mesma letra maiúsculas para colunas e minúsculas para linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

Observando adubação incorporada em relação a diâmetro de colmos podemos notar que o melhor tratamento foi utilizando metade da dose recomendada do adubo encapsulado (T6 – 50-15-50)1/2 CP, se sobressaindo ao T1(120-30-150) confirmando a boa eficiência do uso do polímero.

Já para adubação a lanço não houve diferença significativa entre redução da dose com polímero e dose cheia sem polímero, ou seja, mesmo utilizando a metade da dose recomendada com o polímeros propiciamos um mesmo desenvolvimento de diâmetro de colmos, mostrando ser um técnica vantajosa, não há diferença entre diâmetro de colmos devido as vantagens proporcionadas dos adubos revestidos que mesmo com metade da dose manteve médias estatisticamente iguais.

Quando comparamos a forma de adubação mesmo utilizando a dose inteiro sem polímero (T1, T4) não obtivemos médias estaticamente diferentes das doses pela metade com os polímeros (T3, T6). Apenas se mostra superior

quando analisamos a forma de adubação no tratamento 6 (incorporado) que se mostra superior a forma de adubação a lanço.

O resultado do diâmetro de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das adubações de cobertura N P K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.; 60-15-75c/pol.; 100-30-100s/pol.; 100-30-100c/pol.; 50-15-50c/pol) e épocas de avaliação em DAA de cobertura, são apresentados nas Figuras 13 e 14.

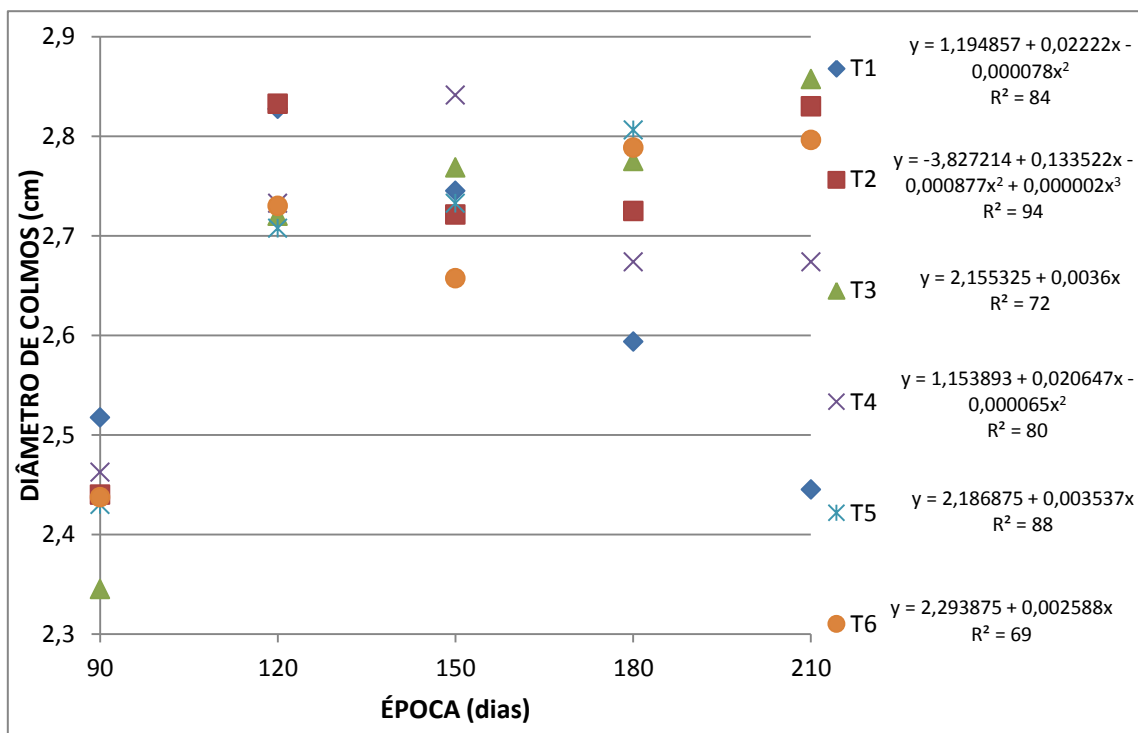


FIGURA 5. Diâmetro de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das adubações de cobertura N P K (120-30-150s/pol.; 120-30-150c/pol.; 60-15-75c/pol. 100-30-100s/pol.; 100-30-100c/pol.; 50-15-50c/pol.) e épocas de avaliação em DAA de cobertura.

Analisando a figura 5 notamos que o tratamento 3 (60-15-75)1/2 c/pol. se sobressai sobre os outros tratamentos na maioria das avaliações, mostrando que a adubação com polímeros além de evitar perdas pode proporcionar um maior diâmetro de colmos.

Analisando a figura 5 Vemos que o tratamento 5 (100-30-100) c/pol. obteve a melhor media na ultima avaliação com um maior numero de colmos, onde os tratamentos não diferiram entre si, mostrando mais uma vez que a

presença de adubos com revestimentos com redução de 50% da dose recomendada mantém medias consideravelmente iguais comparado a adubação convencional.

O resultado do diâmetro de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das formas de utilização das adubações de cobertura N P K (incorporada e a lanço) e épocas de avaliação em DAA de cobertura são apresentados na Figura 6.

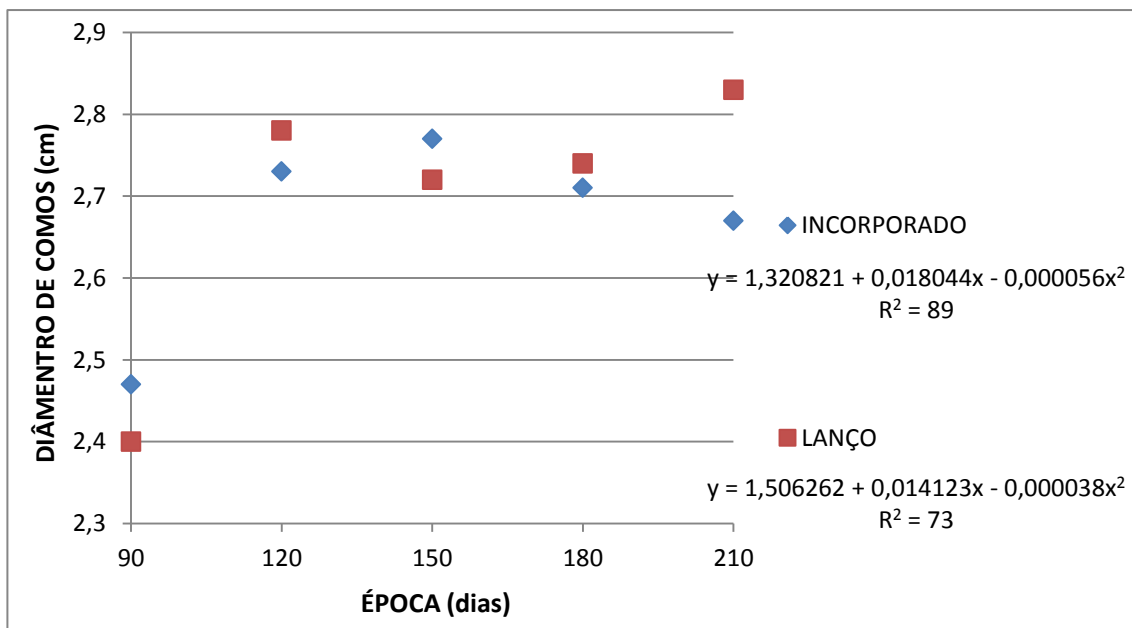


FIGURA 6. Diâmetro de colmos de cana-de-açúcar de primeira soca em função das formas de utilização das adubações de cobertura N P K (incorporada e a lanço) e épocas de avaliação em DAA de cobertura.

Quando analisamos o procedimento para adubação para diâmetro de colmos vemos que não há uma uniformidade de superioridade entre incorporado e a lanço, onde quem se mostrou superior na ultima avaliação foi adubação a lanço. Não havendo diferença entre os dois sistemas de distribuição dos adubos.

O resumo da análise de variância dos dados obtidos na colheita da cultura da cana-de-açúcar de primeira soca estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5. Resumo da análise de variância da produtividade obtida na colheita da cana-de-açúcar de primeira soca.

Fontes de variação	GL	----- QM -----
Adubação (A)	5	752393780,45 **
Incorporação (I)	1	2,88976196 ⁻⁰⁰⁰⁹ **
A x I	5	1.00144898 ⁻⁰⁰⁰⁹ **
Blocos	3	1,28778306 ⁰⁰⁰⁹ ns
Erro		141250458,253157
Média		88,910
C.V(%)	8,79	

** Significativo pelo Teste F (1%). * Significativo pelo Teste F (5%). ^{ns} Não significativo.

Analisando a tabela podemos observar que o procedimento de adubação influenciou a produtividade de cana-de-açúcar de primeira soca, deste modo vimos que as diferentes doses e a utilização ou não dos adubos revestidos com polímeros tem respostas significativas para produtividade.

A distribuição do adubo influenciou a produtividade, mostrando que dependendo a forma que os nutrientes são fornecidos a cultura da cana de açúcar pode haver diferença na produção, devido à forma que os adubos chegaram ao solo e ficarão disponíveis para a planta, e as reações que os mesmos sofreram até ficarem disponíveis ou se perderem.

Houve interação entre adubação e incorporação, possivelmente devido a influencia dos 2 fatores utilizados, a presença e ausência de adubos revestidos e aos procedimentos de adubação utilizados que propiciou um melhor peso de colmos e proporcionando resultados positivos para produtividade.

A produtividade de colmos de cana-de-açúcar considerando a interação entre as adubações utilizadas e os procedimentos de incorporação da adubação de cobertura em cana de primeira soca estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6. Produtividade em kg ha⁻¹, em função de adubações sem e com polímeros e procedimentos para adubação, em Cassilândia, 2012.

Adubação	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Médias
	Incorporado	Lanço	
120-30-150 - SP	69 373 A a	85 883 AB a	77 628 b
120-30-150 - CP	90 666 A b	108 999 A a	99 833 a
60-15-75 - ½ CP	72 366 A b	109 833 A a	91 100 ab
100-30-100 - SP	69 789 A b	97 899 A a	83 844 ab
100-30-100 - CP	84 882 A a	61 383 B b	73 133 b
50-15-50 - ½ CP	78 058 A a	94 916 A a	86 487 ab
Médias	77 522 B	93 152 A	85 337

*Médias seguidas de mesma letra maiúsculas para colunas e minúsculas para linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

No sistema incorporado, independentemente da utilização de revestimento com polímeros, não há diferença entre as doses de adubação. Avaliando o sistema a lanço o T3 (60-15-75) e T6 (50-15-50) com metade da dose merecem destaque por estarem entre as três melhores produtividade não mostrando diferença estatísticas entre os tratamentos sem polímeros mostrando que a redução da adubação em 50% é viável, sem perda de produtividade, quando utilizado o revestimento com polímeros. Guareshi et al. (2011) afirma que quando utilizado os fertilizantes convencionais e os revestidos por polímeros proporcionam a mesma produção de massa seca e mesma produtividade de soja. Podendo ser recomendada a redução da dose em 50% quando utilizada com polímeros e a adubação for feita incorporada.

Ainda considerando o sistema de adubação a lanço, merece destaque a ausência de diferença entre as doses convencionais sem polímeros e ½ dose com polímero evidenciando que a redução da metade da dose do adubo de cobertura quando revestido com polímeros pode fornecer a mesma produtividade de colmos industrializáveis para a cana-de-açúcar. Isto também

foi observado por outros autores como Leite et. al (2011) na cultura da *Crotalaria juncea* e Reis Junior (2007) em condições de campo, com cultivo da soja concluiu que com o uso de KimCoat LGU® (Ureia polimerizada) pode-se fazer o uso da meia dose do fertilizantes para obter a mesma produtividade.

Avaliando a adubação incorporada notamos que mesmo com a diminuição da dose pela metade com o uso de polímeros, não difere estatisticamente dos tratamentos dos adubos convencionais para produtividade, mostrando que os adubos encapsulados quando utilizados proporcionam as mesmas produtividades além dos benefícios ao meio ambiente.

Quando analisamos a forma de adubação a lanço e incorporada notamos que a adubação a lanço se saiu melhor em quase todos os tratamentos, devido ao fator de usar o cultivador e/ou subsolador para abrir o sulco para fazer a adubação incorporada pode cortar um grande quantidade de raízes até 20 cm de profundidade ocasionando conseqüentemente um dano na sistema radicular e uma drástica redução da absorção de água e nutrientes, porém quando comparamos os tratamentos sem polímeros a lanço e incorporado confirmamos que não há diferença estatística entre a produtividade reduzindo metade da adubação com a utilização de adubos encapsulados.

A ausência de diferença entre os tratamentos com redução de metade da dose recomendada, destaca a eficiência do revestimento com polímeros, isto se deve provavelmente em função destes otimizarem a absorção de nutrientes, evitarem possíveis perdas por evaporação e disponibilizarem os nutrientes durante todas as épocas de necessidade da cultura, fato também evidenciado por Nogueira (2009) em adubação polimerizada em cana planta.

6. CONCLUSÕES

A redução da adubação NPK de cobertura em 50% da recomendação quando da utilização de revestimento com polímeros Kimcoat consegue uma produtividade equivalente.

O desenvolvimento e a produtividade da cana-de-açúcar é influenciada pela adubação e procedimento de distribuição dos adubos em cobertura.

A adubação NPK de cobertura à lanço se apresenta superior em relação à incorporada no cultivo de cana de primeira soca.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALFONSI, R. R.; PEDRO, M. J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climática para a cana - de - açúcar. In: Paranhos, S. B (Ed.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. São Paulo: Fundação Cargill. cap.1 v.1, p.42-87. 1987. 856p.

ALVAREZ, R., WUTKE, A. C. P., ARRUDA, H.V. de, RAIJ, B. V., GOMES, A. C., ZINK, F., **Adubação da Cana-de-Açúcar: XIV**. Adubação NPK em Latossolo Roxo. Campinas, p. 16, 1991.

ALVAREZ, R; SEGALLA, A L; WUTKE, A.C.P.; FREIRE, E.S. Adubação da cana-de-açúcar: VIII. Adubação mineral em solo massapé-salmourão (1957-58). **Bragantia**, Campinas, 22:657-675, 1963.

AZEVEDO, H. M. de. **Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros da Paraíba.Campina Grande**: UFCG, 2002. 112p. Tese Doutorado

Biodiversidad en América Latina (2006); **Brasil: como não cair na cana**; em <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/26140>

OLIVEIRA, F.M.de. **Avaliação das características agrotécnicas de duas variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação**. 2011. Tese de Magister Scientiae. p24.

BOLTON, J. K.; BROWN, R. H. Photosynthesis of grass species differing in carbon dioxide fixation pathways. V. Response of *Panicum maximum*, *Panicum milioides* and tallfescue (*Festuca arundinaceae*) to nitrogen nutrition. **Plant Physiology**, Bethesda, v.66, n.1, p.97- 100, 1980

BRASIL. **Balanço nacional de cana -de-açúcar e agroenergia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia – Brasília: MAPA /SPA, 2007. 139p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2007.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhiço e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.935-944, 2003.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Eds.). **Ecofisiologia de culturas extrativas. Cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138p.

CASTRO, P. R.C. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. In: Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba, Secapi, 4, 1999. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: *Saccharum*, 1999. p. 12-16

CESNIK, R.; **Melhoramento da cana-de-açúcar: macro sucro-alcooleiro no Brasil**. Revista eletrônica: Com ciência. 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento: **Acompanhamento da safra Brasileira de cana-de-açúcar**. Safra 2011/2012. Terceiro Levantamento. Dezembro/2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento: **Avaliação da Safra Agrícola de Cana-de-Açúcar – 2ª Estimativa - Agosto/2011**

COOPERATIVA DE PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO- COPERSUCAR. **Adubação nitrogenada em cana-planta**. Piracicaba: Agrícola Informa, 2000a (Boletim,115)

DEMATTÊ, J. L. I. **Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. 24p. (Informações Agronômicas, 111).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agência de informação Embrapa: Variedades 2005-2007. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de_açúcar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html. Acessado dia 06/062012.

ESPAÇO PRODUTOR – **Cana-de-açúcar tem agência de informação.**
<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/verNoticia.php?codigo=525&acao=exibir>, 11/02/2010. Acessado dia 26/03/2012

RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas, Instituto Agrônômico, 1986. p.10. (Boletim técnico, 100).

FERREIRA, D. F. **Sisvar 5.0:** sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003.

FIGUEIREDO, P. A. M. Particularidades a respeito do potássio. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.24, n.6, p.25, 2006.

FREIRE, E.S.; ALVAREZ, R.; WUTKE, A.C.P. Adubação da cana-de-açúcar: XIII. Estudo conjunto de experiências com diversos fosfatos realizadas entre 1950 e 1963. **Bragantia**, Campinas, 27:421- 436, 1968.

GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R.; PERIN, A.; SANTINI, J.M.K. **Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros.** *Ciênc. agrotec.* [online]. 2011, vol.35, n.4, p. 643-648.

HENDERSON, J.C.; HENSLEY, D.L. Ammonium and nitrate retention by a hydrophilic gel. **Horticulture Science**, v.20, n.4, p.667-667, 1985.

LANA, R.M.Q.; ZANÃO JÚNIOR, L.A.; KORNDORFER, G.H. & MACIEL JUNIOR, V.A. Parcelamento da adubação potássica na cana-planta. **STAB Açúcar, Álcool Subpr.** 23:28-31, 2004. [Artigo em site](#)

LANCHER, Walter. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos, Ed. Rille, 2000.

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.363-376, 2000.

LEITE, R. da. C.; Kikuti, H.; Kikuti, A.L.P. **Comportamento da Crotalaria juncea em função de adubação com e sem revestimento com polímeros.** 2011. In: periódicos/uems. pag. 5. Disponível em: <http://periodicos.uems.br/novo/index.php/enic/article/viewFile/884/631>. Acessado dia 01 de maio 2012.

MAGALHAES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 113-118.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; COURY, T.; ABREU, CP.; VALSECCHI, O.; HAAG, H.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F. de; ARZOLLA, J.D.P.; ARZOLLA, S.; RANZANI, G.; KIEHL, E.J.; CROCOMO, O.J.; MENARD, L.N.; NOVAIS, R.F.; FREIRE, O. & OLIVEIRA, E.R. A diagnose foliar na cana-de-açúcar: IV. Resultados de 40 ensaios fatoriais NPK 3 x 3 x 3, primeiro corte no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 1963. 47p. In:

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. p.319.

MARTINS, O. C.; VIVIANI, C.A.; BORGES, F.G.; LIMA, R. de O. Interação: Agricultura-pecuária. **Informe Agrônomo**, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Nº. 77. Mar/ 1997.

MATTOS, WALDSSIMILER TEIXEIRA. **Avaliação de pastagem de capim braquiaria em degradação e sua recuperação com suprimento de N e S.** Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura” Luiz de Queiroz ”Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 2001.

NERIS, W.D. **Aplicação de Geotecnologias no mapeamento de solos da unidade universitária de Cassilândia** – MS, p.38, Novembro/2009.

NOGUEIRA, N.R. Resposta da cana-de-açúcar em função de adubações com polímeros. In: **Encontro de Iniciação Científica - ENIC**, 2009, Dourados. Anais do Encontro de Iniciação Científica. p. 24.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33p.

RAIJ, B. van & SILVA, N.M. da. Extraction of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, **17(5):547-566**, 1986.

REIS JUNIOR, R.A. **Uma nova ferramenta para otimização do uso de fertilizantes** in: Otimização da Produção. Informações Agronômicas Nº 117. 2007 p. 12 e 13.

RODRIGUES D.; ORTIZ L. **Em direção a sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil**. Acessado outubro/2006, pag.5-6.

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; FERREGUETTI, G.A. **Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro**. *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 2010, vol.32, n.3, pp. 874-883. Epub Sep 03, 2010.

SILVA, M. S. L. da; RIBEIRO, M. R. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar nas propriedades químicas de solos argilosos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.3, p.389-394, 1995.

SPARKS, D.L.; HUANG, P.M. Physical chemistry of soil potassium. In: MUNSON, R.D., ed. Potassium in agriculture. Madison, American Society of Agronomy, 1985. p.201-276. Citado por OTTO, R.; VITTI, G.C.; LUZ, P.H. de. C.

STRAPASSON, A. B.; FILHO, A. B.; CASTRO, C.; ABREU, F. R. e; VIEIRA, J. N. S.; JOB, L. C. M. A.; GIULIANI, T. Q.; **Balanco nacional da cana - de - açúcar e agroenergia**. MAPA, 2007, p.139.

TERRACOTTEM. **Guia técnico 1.0** Pinhais PR. 1998. 45p.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (ÚNICA). **Estatísticas. Produção de Cana-de-açúcar**, 2004. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em: 10 agosto de 2010.

UNICA - União da indústria de Cana-de-Açúcar: Disponível em <http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode=8875C0EE-34FA-4649-A2E6-80160F1A4782#>, 2008. 1- **Ciclo econômico da cana-de-açúcar**, Acesso em 09 maio 2010.

VICHIATO, M.; VICHIATO, M.R. de M.; SILVA, C.R. de R. **Crescimento e composição mineral do porta-enxerto tangerineira cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor**. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2004, vol.28, n.4, pp. 748-756.

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

VITTI, G.C.; QUEIROZ, F.E.C.; OTTO, R.; QUINTINO, T.A.; **Nutrição e adubação da cana – de – açúcar**. 2005, Piracicaba. **Resumo de palestra apresentada para a equipe técnica da Stoller**: Bebedouro, 2005, p. 25-27.