

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA – CAMPUS UBERLÂNDIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2 – TCC2**

DIOGO SOUZA RIBEIRO

**CRESCIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE DOSES DE
ADUBOS NITROGENADOS REVESTIDOS COM MICRONUTRIENTES OU NÃO**

**Uberlândia – MG
Outubro – 2016**

DIOGO SOUZA RIBEIRO

**CRESCIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE DOSES DE
ADUBOS NITROGENADOS REVESTIDOS COM MICRONUTRIENTES OU NÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

**Uberlândia – MG
Outubro – 2016**

DIOGO SOUZA RIBEIRO

**CRESCIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE DOSES DE
ADUBOS NITROGENADOS REVESTIDOS COM MICRONUTRIENTES OU NÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 21 de outubro de 2016.

Engº Agrônomo Thúlio Pereira Mattos

Profa. Dra. Ana Lúcia Pereira Kikuti

Prof. Dr. Hamilton Kikuti
Orientador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que permitiu que este momento fosse vivido por mim, trazendo alegria aos meus pais e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Hamilton Kikuti, pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que eu realizasse este trabalho.

Agradeço de forma especial ao meu pai e à minha mãe, por não medirem esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante.

À empresa Heringer Fertilizantes, em especial, ao Engenheiro Agrônomo Douglas Almeida Caldeira pelo auxílio com material necessário para realização do trabalho.

E a todos que fizeram parte direta ou indiretamente da minha formação, fica registrado aqui, o meu muito obrigado!

RIBEIRO, D. S. **Crescimento inicial da cana-de-açúcar em função de doses de adubos nitrogenados revestidos com micronutrientes ou não.** 2016. XXa. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar em relação à utilização de doses de adubos nitrogenados, revestido com micronutrientes e sem revestimento. Foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia/Campus Umuarama. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, envolvendo o esquema fatorial 2 x 5, com duas fontes de nitrogênio [ureia comum (45% de N) e ureia revestida (cobre e boro)], e cinco doses de nitrogênio, aplicadas em cobertura sobre a superfície do solo (30, 50, 70, 100 e 200% da recomendação), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por um vaso contendo solo que foi retirado de barranco, isento de contaminantes, em área da Fazenda do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Procedeu-se o peneiramento e análise da amostra do material homogeneizado (solo), com intuito de avaliar a disponibilidade de nutrientes e posteriores recomendações de adubação de plantio (N-P-K). Foram utilizados mini toletes com 4 cm de comprimento e foram obtidos após a seleção das gemas sadias de colmos oriundos de viveiro de mudas. Os mini-toletes foram acondicionados em vasos plásticos com capacidade de 5 dm⁻³ contendo solo. Em cada vaso foram colocados dois mini toletes e mantida apenas uma planta. Foram realizadas inspeções periódicas para controle de pragas, plantas daninhas e doenças, bem como irrigações sempre que necessário. Para avaliação do crescimento inicial das plantas foram realizadas medições de altura média de plantas, número de folhas verdes, comprimento médio de colmo, número médio de entrenós e diâmetro de caule. O adubo nitrogenado em cobertura acima do recomendado apresenta efeito negativo sobre o crescimento inicial da cana-de-açúcar cultivada como cana planta. O comportamento inicial da cana-de-açúcar apresenta melhor desempenho quando da utilização do adubo nitrogenado revestido em comparação com o adubo nitrogenado comum disponível no mercado.

Palavras-chave: Saccharum spp., micronutrientes, ureia, cobertura.

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	Importância histórica e econômica da cana-de-açúcar.....	3
2.2	Adubação em cana-de-açúcar.....	4
2.3	Adubação nitrogenada cana-planta.....	5
2.4	Uso de adubos de adubos revestidos x perda de ureia.....	6
2.5	Deficiência de nitrogênio cana-de-açúcar.....	10
3	OBJETIVO.....	11
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6	CONCLUSÕES.....	25
7	REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar está em plena expansão, com aumentos significativos de área, produção de matéria prima, açúcar e etanol. Esse fato é decorrente da pressão dos consumidores em nível mundial pelo consumo de combustíveis que provoquem menor impacto ambiental que o petróleo. Assim, tem sido constatado aumento expressivo no consumo de etanol, o que está levando a implantação de várias usinas no Brasil. Com o aumento da área cultivada, a cana-de-açúcar foi disseminada para vários estados brasileiros, e com isso foi e está sendo estabelecida sobre os mais diferentes tipos de solos, muitas vezes com características bastante distintas dos padrões ideais.

A busca pela escolha do fertilizante mais adequado bem como de adubação balanceada visando à máxima produtividade são pontos cada vez mais abordados. É neste contexto em que se enquadra a utilização de adubos nitrogenados na cultura da cana-de-açúcar. O nitrogênio apresenta uma dinâmica complexa, pelas múltiplas transformações caracterizadas por sete estados de oxidação e por sua mobilidade no sistema solo-planta. Os fertilizantes nitrogenados aplicados ao solo sofrem uma série de transformações químicas e microbianas, que podem resultar em perdas, não sendo disponibilizados para os vegetais.

Nesse contexto, considerando o custo dos adubos nitrogenados, é fundamental o desenvolvimento de manejos adequados da adubação nitrogenada que vise ao melhor aproveitamento do N pela cultura da cana-de-açúcar (Trivelin et al., 2002a). Com isso, a realização do balanço de nitrogênio de fontes nitrogenadas tem sido de muita valia em estudos das transformações do nitrogênio no sistema solo cana-de-açúcar. Assim, faz-se necessário, verificar em que condições existem resposta da cultura da cana-de-açúcar à aplicação de adubos nitrogenados, a fim de que, os técnicos possam tomar a decisão de aplicar ou não, embasados em dados de pesquisa consistentes.

A principal fonte de nitrogênio utilizada no Brasil é a ureia, que apresenta como vantagens a alta concentração de nitrogênio e o menor preço de nitrogênio por unidade. Possui, ainda, alta solubilidade, menor corrosividade e compatibilidade com muitos fertilizantes. Contudo, apresenta desvantagens, como a possibilidade de

perdas de nitrogênio por volatilização de NH_3 , fitoxidez de biureto e perdas por lixiviação (CANTARELLA, 2007).

Dentro desta perspectiva, o uso da ureia na agricultura está crescendo e estratégias para melhorar a sua eficiência, especialmente em áreas sob o sistema de plantio direto, estão sendo testadas. Dentre estas estratégias, incluem-se o uso de inibidores de urease (NBPT) e de nitrificação, a adição de compostos acidificantes nos adubos de ureia, a incorporação de ureia ao solo e o uso de ureia revestida com polímeros ou gel, também conhecida como fertilizantes de liberação lenta ou controlada (CANTARELLA, 2007).

Quando a adubação nitrogenada é realizada abaixo da dose recomendada, há queda de produtividade do canavial, sendo, a aplicação de nitrogênio na lavoura, de forma correta, fator importante para determinar o ganho final, e também, custo final de produção.

No contexto da adubação nitrogenada na cana-de-açúcar, o uso de adubos revestidos contribuiria para melhor uso agrônomo e econômico dos mesmos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar em relação à utilização de doses de adubos nitrogenados, revestido com micronutrientes e sem revestimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância histórica e econômica da cana-de-açúcar

Cristóvão Colombo, genro de um grande produtor de açúcar na Ilha Madeira, introduziu o plantio da cana na América, em sua segunda viagem ao continente, em 1493, onde hoje é a República Dominicana. Quando os espanhóis descobriram o ouro e a prata das civilizações Asteca e Inca, no início do século XVI, o cultivo da cana e a produção de açúcar foram esquecidos. Oficialmente, foi Martim Affonso de Souza que em 1532 trouxe a primeira muda de cana ao Brasil e iniciou seu cultivo na Capitania de São Vicente. Lá, ele próprio construiu o primeiro engenho de açúcar. Mas foi no Nordeste, principalmente nas Capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram (UDOP, 2012).

A produção de cana no Brasil cresceu de forma acelerada após o estabelecimento do Proálcool, em novembro de 1975, passando de um patamar de pouco menos de 100 milhões de toneladas por ano para um novo patamar em torno de 220 milhões de toneladas por ano, em 1986/87. O cultivo da cana só voltou a crescer na safra 93/94, desta vez, motivado pelo aumento das exportações de açúcar. A partir daí, o crescimento da produção tem ocorrido de forma contínua (com exceção do período entre 1998 a 2001, quando houve uma queda gerada pela crise no setor). Com o sucesso dos veículos flex fuel, lançados no mercado nacional em 2003, a produção de cana-de-açúcar voltou a ter um crescimento acelerado, para atender ao aumento da demanda de álcool hidratado, se aproximando de 520 milhões de toneladas em 2007 (NOVACANA, 2016).

O Brasil é também o maior produtor de etanol de cana-de-açúcar, a produção está estimada em 38,25 milhões de toneladas de açúcar e 27,62 bilhões de litros de etanol para a safra 2014/2015 (CONAB, 2014).

Segundo levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o Brasil teve uma redução de 464 mil hectares na área da temporada 2015/16, equivalendo a 5,2% em relação à safra 2014/15, apesar disto, a produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2016/17 é de 690,98 milhões de toneladas, com crescimento estimado em 3,8% em relação à safra anterior.

2.2. Adubação em cana-de-açúcar

Segundo Marangoni (2013), verifica-se que muitas lavouras estão sendo implantadas em solos de menor fertilidade, ou seja, solos distintos das condições adequadas quanto ao aspecto nutricional desta cultura.

Portanto, cada vez mais, torna-se necessária a adequada nutrição mineral para obtenção de produtividades elevadas. Com variedades cada vez mais produtivas, há necessidade de adubações bem dimensionadas, para que a cultura possa expressar todo seu potencial produtivo.

Segundo Freire (1991), alta necessidade em nutrientes da cultura da cana-de-açúcar, decorrente da elevada produção de biomassa por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita, tem levado a uma revisão periódica das adubações, com alterações para mais, à medida que se esgota a fertilidade natural dos solos ou que se impõe a necessidade ou a conveniência do aproveitamento de áreas de baixa fertilidade natural.

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 Zambello jr.; Azeredo (1983) e de Espironelo (1989b) 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.

Os efeitos do nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar tendem a acentuar-se com o tempo de uso do solo (ZAMBELLO JR.; AZEREDO, 1983; ESPIRONELO, 1989a). Malavolta et al. (1963) observaram efeitos de N em 10 ensaios dos 32 realizados, enquanto Alvarez et al. (1963) constataram efeito significativo em 6 dos 18 ensaios.

Respostas a potássio para a cana-de-açúcar também têm-se acentuado com o tempo (ZAMBELLO JR.; AZEREDO, 1983; ESPIRONELO, 1989a). Mesmo em dois grupos de ensaios mais antigos, os efeitos de potássio na cana-planta já eram mais frequentes do que para nitrogênio e fósforo. Assim, a resposta ao potássio foi

significativa em 15 dos 32 ensaios relatados por Malavolta et al. (1963) e em 17 dos 18 descritos por Alvarez et al. (1963).

A mudança do sistema de colheita de cana, com prévia despalha à fogo para cana crua colhida mecanicamente, é um processo irreversível, estando prevista na legislação do setor sucro-alcooleiro. Essa mudança representa vantagens, dentre outras, para a conservação do solo, manutenção da umidade e reciclagem de nutrientes. No entanto, implicará numa maior dificuldade para aplicação dos fertilizantes, em razão da necessidade de incorporá-los durante o cultivo e para a recomposição da porosidade do solo devido ao tráfego agrícola.

2.3. Adubação nitrogenada cana-planta

Entre os nutrientes responsáveis pela nutrição da cana-de-açúcar, o nitrogênio (N) é o elemento absorvido em maior quantidade, basicamente nas formas minerais NO_3^- e NH_4^+ , sendo a maior parte absorvido através do fluxo de massas (99%) e apenas 1% pela interceptação do sistema radicular (MALAVOLTA et al., 1997; PRADO et al., 2002).

As respostas à adubação nitrogenada variam conforme a cultura, sendo de maior magnitude nas gramíneas (SOUSA; LOBATO, 2004). Vários fatores influenciam o potencial de resposta do N dentre eles pode-se destacar: suprimento de outros nutrientes, profundidade do perfil do solo com presença efetiva de raízes, tempo de cultivo sistema de preparo do solo, rotação de culturas, intensidade de chuvas, nível de radiação solar e teor de matéria orgânica do solo devido ao grande número de fatores que influenciam na resposta à adubação nitrogenada, definir a dosagem de aplicação correta para as diferentes culturas não é uma tarefa simples (SOUSA; LOBATO, 2004).

Após revisão em trabalho realizado por Espironelo et al. (1980), relatou que a maioria dos experimentos conduzidos em diversos países do mundo foram obtidas respostas positivas à adubação nitrogenada em cana-de-açúcar.

Segundo Vitti et al. (2008), é provável que as doses de N atualmente recomendadas estejam subestimando o potencial de resposta econômica ao N em lavouras com materiais genéticos mais produtivos, cultivados em ambientes de alto rendimento e com elevada quantidade de resíduos culturais de alta relação C:N.

Segundo Raij et al. (1996), a necessidade de N é maior quanto maior for o potencial de produção de fitomassa.

Cantarella e Raij (1985), em experimento constataram que apenas 40% de um total de 81 experimentos realizados no Estado de São Paulo houve resposta à adubação nitrogenada em cana-planta.

Já Orlando Filho (1999), conduziu experimento que refletiu no maior vigor das soqueiras, aumentando a produtividade nos cortes subsequentes.

Azevedo (2002), em experimento de campo realizado na Destilaria Miriri, no Estado da Paraíba, com a cultivar de cana-de-açúcar SP791011, cana-planta, em doses de adubação de cobertura de 85 kg ha⁻¹ (44 kg de N mais 41 kg de K₂O), 167 kg ha⁻¹ (86 kg de N mais 81 kg de K₂O), 305 kg ha⁻¹ (157 kg de N mais 148 kg de K₂O) e 458 kg ha⁻¹ (236 kg de N mais 222 kg de K₂O) e aplicando lâmina de irrigação de 27,5 mm, encontrou produtividade média de colmos de 82,78, 86,20, 92,78 e 95,93 t ha⁻¹, o que proporcionou rendimentos médios de açúcar de 13,65, 13,76, 15,61 e 15,33 t ha⁻¹ e rendimentos médios de álcool de 9570, 9664, 10983 e 11530 l ha⁻¹.

Marinho e Barbosa (1996) analisaram 141 ensaios conduzidos na região Nordeste do Brasil, os quais, no conjunto, apresentaram resposta significativa à adubação nitrogenada, embora isso nem sempre fosse verdadeiro para ensaios avaliados isoladamente.

Segundo Vitti et al. (2008), fatores como valores elevados de erros experimentais associados a ensaios de adubação em condições de campo e a avaliação de resultados de ensaios isolados conduzem muitos técnicos a dispensar adubação nitrogenada em cana-planta.

Para Embrapa Cerrados, adubação da cana-de-açúcar deve ser feita de acordo com o histórico da área e recomenda-se aplicar em média cerca de 30 a 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

2.4. Uso de adubos de adubos revestidos x perda de ureia

A ureia (UR) é a fonte de nitrogênio (N) mais utilizada na agricultura mundial (IFA, 2008) e tende a permanecer como principal fertilizante nitrogenado pelas vantagens que apresenta em relação aos demais, como fácil fabricação, elevada concentração de nutriente e preço de N mais baixo. Porém, quando aplicada na

superfície do solo está sujeita a elevadas perdas de N por volatilização de amônia (NH_3).

A volatilização do N-ureia ocorre devido esta sofrer o processo de hidrólise enzimática, resultante da ação da urease (enzima presente no solo) que transforma a molécula de ureia em carbonato de amônia, que provoca a elevação do pH ao redor do grânulo, podendo haver perdas por volatilização quando este adubo é aplicado superficialmente (VOLK, 1959; SENGIK; KIEHL 1995; COSTA; VITTI; CANTARELLA, 2003; CANTARELLA; MARCELINO, 2007).

As perdas de NH_3 dependem do tipo, pH e poder tampão do solo, da temperatura, da umidade, e podem ser aumentadas pela presença de resíduos vegetais que elevam a quantidade e atividade da enzima urease nos solos. As perdas de N por volatilização de NH_3 pela aplicação superficial de ureia podem ser bastante significativas. Em vários estudos, as perdas apontam para médias de 20 a 30% do N aplicado (WATSON et al., 1994; LARA CABEZAS et al., 2000; CANTARELLA et al., 2003, 2008).

Vitti et al. (2002) obtiveram 40% de volatilização do nitrogênio aplicado sobre palhada de cana-de-açúcar, enquanto Volk (1959) registrou perdas de 29,3% do N aplicado na forma de ureia a superfície do solo cultivado com pastagem.

As perdas de N ocorridas pelo manejo inadequado da ureia também tem elevado o custo de produção nos diferentes sistemas. Em levantamento realizado por Raun e Johnson (1999), se for considerado que em media 67% do N que são aplicados ao sistema não são aproveitados pelas plantas, tem-se uma perda anual de 15,9 bilhões de dólares em fertilização nitrogenada.

Portanto é de suma importância o estudo de novas fontes e técnicas de manejo que sejam adequadas aos ambientes de produção, de maneira a reduzir os possíveis impactos gerados pelo emprego desse insumo.

Fontes de nitrogênio como nitrato de amônio e sulfato de amônio não estão sujeitas a perdas significativas por volatilização da amônia, no entanto, qualquer uma delas, inclusive a ureia, pode sofrer perdas por desnitrificação como consequência da diminuição da aeração, pela maior umidade, combinada com os problemas físicos de compactação e na presença de compostos de carbono solúveis (CANTARELLA, 1998).

A melhor forma de reduzir as perdas de N por volatilização de NH_3 é pela incorporação do fertilizante no solo de forma mecânica ou pela água de irrigação ou

chuva (CANTARELLA, 2007). Porém em algumas situações a incorporação não é prática, como em áreas cultivadas com o sistema de plantio direto, cana de açúcar colhida sem queima e culturas perenes manejadas com resíduos vegetais.

Quando a ureia foi alocada superficialmente em solos cobertos por palha, as perdas por volatilização foram elevadas, atingindo níveis entre 50% e 94% (WOOD, 1991 e OLIVEIRA et al., 1997). Tais resultados se originam da atividade da enzima urease na presença de umidade, altas temperaturas, exposição à ação dos ventos e pela ausência de sítios de adsorção da amônia.

O fenômeno pode ser agravado em consequência da baixa capacidade de retenção do gás produzido, ou parcialmente controlado pelas condições climáticas como chuva e irrigação com vinhaça, as quais podem arrastar o fertilizante em profundidade, diminuindo a volatilização, estimando-se que sejam suficientes, para tanto, 15 mm de chuva após a adubação.

A hidrólise da ureia não ocorre na falta de umidade, entretanto, o orvalho e a ascensão da umidade do solo durante o período noturno são suficientes para desencadear o processo.

A incorporação da ureia ao solo consiste num eficiente método para diminuição das perdas de N por volatilização de amônia, já que esta se encontra em subsuperfície diminuindo, dessa maneira, as perdas de N em formas gasosas (CANTARELLA, 1993; LARA CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997).

No entanto, embora eficiente, essa prática se restringe a adubação realizada no momento do plantio, já que a incorporação da ureia em subsuperfície na adubação nitrogenada de cobertura, ainda é pouco utilizada pelos produtores, devido principalmente ao custo operacional e ao dano que esta incorporação pode causar ao sistema radicular das culturas (RODRIGUES; KIEHL, 1986).

Outra forma de reduzir as perdas de NH_3 é o uso de substâncias que inibem a atividade da urease. Neste sentido, vários compostos têm sido testados como inibidores de urease, a fim de retardar a hidrólise da ureia e reduzir essa perda (RADEL et al., 1988; KISS & SIMIHAIAN, 2002; CHIEN et al. 2009).

Atualmente vem crescendo o número de estudos realizados na tentativa de aumentar a eficiência no uso do fertilizante nitrogenado por meio do recobrimento de fertilizantes com polímeros que podem agir tanto na inibição de enzimas como a urease, quanto na taxa de difusão dos elementos pelos grânulos do adubo. Bockman e Olf (1998) explicaram que o uso de inibidores de uréase podem reduzir

a hidrólise das moléculas de ureia diminuindo dessa maneira as perdas por volatilização de amônia.

Shaviv (2000) relatou que os principais benefícios gerados pelo uso de ureias revestidas com polímero são: a redução do stress e toxicidade devido à alta concentração salina junto à semente e ao sistema radicular das plantas; aumento da disponibilidade de nutrientes por aumentar estes na solução do solo; suprimento do N nas formas preferencialmente absorvidas pelas plantas (NO_3^- e NH_4^+) devido à lenta liberação desfavorecer a imobilização por microrganismos do solo; aprimoramento dos efeitos sinérgicos entre os nutrientes, por não haver desequilíbrio na proporção de N e os demais íons; menor risco de contaminação ambiental por lixiviação de NO_3^- e emissão de NH_3 , NO e N_2O para atmosfera.

Alguns estudos revelam que concentrações baixas, 4 g kg^{-1} de cobre (sulfato de cobre) na ureia, reduziram a volatilização de NH_3 , entretanto, em outros casos a redução só foi significativa acima de 10 g kg^{-1} , na qual proporcionou redução de 27% na perda (KISS & SIMIHAIAN, 2002). O efeito do ácido bórico tem sido relatado em concentrações de $4,5 \text{ g kg}^{-1}$ de B na ureia, com 17% na redução de volatilização de NH_3 e de 9 g kg^{-1} reduzindo em 50% as perdas (NÖMMIK, 1973).

Há no mercado nacional um fertilizante que tem como base a ureia coberta por sulfato de cobre e ácido bórico, nas doses de $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ de Cu e $4,25 \text{ g kg}^{-1}$ de B com o propósito de reduzir as perdas de NH_3 por volatilização, registrado com o nome “Nitro Mais” (VITTI & HEINRICHS, 2007); porém não há resultados publicados indicando a eficiência desses inibidores.

Geissler et al. (1970) patentearam fertilizantes a base de ureia com a adição de cobre (5 g kg^{-1}), boro (4 g kg^{-1}) e com a mistura de ambos (2 g kg^{-1} de Cu e $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ de B), e mostraram redução de perda de N por volatilização de NH_3 de 39, 45 e 53%, respectivamente.

Sangoi et al. (2003) observaram que a aplicação superficial de ureia, tanto em solo arenoso quanto em argiloso, aumenta as perdas de N por volatilização de amônia, em relação à sua incorporação, independentemente do manejo dos restos culturais de aveia preta, textura do solo, teor de matéria orgânica do solo (MOS) e da CTC do solo.

Em outro estudo, a adição de $9,0 \text{ g/kg}$ de B (ácido bórico) na ureia reduziu em 50% a volatilização de NH_3 (NÖMMIK, 1973). Porém foi utilizada ureia na forma de tablets, e com grânulos maiores a perda de N por amônia é menor, devido à

limitação da atividade da uréase pela alta concentração de ureia (KHALIL et al., 2006). Isto somado com a adição de ácido bórico, provavelmente, pode ter inibido a urease, suficientemente, diminuindo a hidrólise da ureia e a volatilização de NH_3 .

Ácido bórico e Cu inibem a atividade da enzima urease, conforme mostrado, entre outros, por Shaw (1954) e Benini et al. (2004).

Entretanto o uso de fertilizantes revestidos ainda é muito reduzido devido, principalmente, ao custo elevado que este insumo apresenta, sendo necessário melhor desenvolvimento de produtos que possam ser amplamente empregados na agricultura de maneira a ser economicamente e agronomicamente mais favoráveis quando comparados com os adubos nitrogenados padrões (GOLDEN et al., 2009).

2.5. Deficiência de nitrogênio cana-de-açúcar

O nitrogênio é necessário em grandes quantidades e o seu fornecimento ajuda a maximizar a produção de massa seca e produtividade. O pico de demanda de nitrogênio ocorre durante o perfilhamento e máximo crescimento.

As exigências de N total variam muito de acordo com a variedade, reservas do solo (que podem ser altas), estágio de crescimento, se existe cultivo de leguminosas na entressafra, etc. Em geral, em torno de 100 kg de N por 100 t de colmos na cana-planta e 85 kg N por 100 t de colmos nas soqueiras são extraídos pela parte aérea.

No entanto, a exigência das plantas, demanda de fertilizantes, para a cana-soca é a mesma ou mesmo maior do que na cana-planta.

Em condições de deficiência de N, a cana-de-açúcar apresenta clorose das folhas mais velhas e diminui a atividade meristemática da parte aérea, resultando em menores perfilhamentos, área foliar e longevidade das folhas (MALAVOLTA et al., 1997; SILVEIRA, 1985; ORLANDO FILHO E RODELLA, 1996); consequentemente, decresce o teor de umidade da planta, diminui a qualidade do caldo, aumenta o teor de fibra, diminui a concentração de sacarose nos colmos, aumenta o acúmulo de sacarose nas folhas e eleva a relação folha/colmo.

A deficiência de nitrogênio causa efeitos generalizados sobre toda a planta, com definhamento das folhas mais velhas. As lâminas foliares ficam uniformemente verde-claras a amarelas e os colmos ficam mais curtos e finos. Há atraso no desenvolvimento vegetativo e as pontas e margens das folhas mais velhas tornam-se necróticas (secam) prematuramente (EMBRAPA, 2016).

3. OBJETIVO

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar em relação à utilização de doses de adubos nitrogenados, revestido com micronutrientes e sem revestimento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Área Experimental 2, Campus Umuarama, em Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia.

O projeto foi realizado no prazo de quatro meses, com início no dia 20/10/2015, sendo que no primeiro mês, assim que houve o brotamento da cana-de-açúcar realizamos a primeira aplicação dos adubos nitrogenados.

Os adubos nitrogenados utilizados foram: Ureia comum e Adubo nitrogenado revestido por micronutrientes, este último tem o propósito de reduzir as perdas de NH_3 por volatilização. O objetivo desta etapa foi avaliar o comportamento da cana-de-açúcar em função de doses de adubos nitrogenados de liberação lenta e doses do adubo nitrogenado comum (sem revestimento ou peletização), para detectar os pontos de maior resposta e sensibilidade.

O clima local é caracterizado como tropical estacional (Aw), segundo Köppen-Geiger, que tem como característica, mais pluviosidade no verão que no inverno. A temperatura média anual em Uberlândia é 21.5 °C. 1479 mm é a pluviosidade média anual.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, envolvendo o esquema fatorial 2 x 5, com duas fontes de nitrogênio [ureia comum (45% de N) e ureia revestida (cobre e boro)], e cinco doses de nitrogênio, aplicadas em cobertura sobre a superfície do solo (30, 50, 70, 100 e 200% da recomendação de 100 kg de N ha^{-1}), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade para 5 dm^3 . A adubação de base realizada por ocasião no plantio foi de acordo com o resultado da análise de solo (EMBRAPA CERRADOS, 2016). A adubação de cobertura foi realizada, utilizando os 2 produtos nitrogenados e suas respectivas doses.

A variedade utilizada foi RB 96-2962, com características de alto índice de perfilhamento, maturação média, elevado potencial de produtividade agrícola e industrial. As gemas obtidas foram de colmos sadios e acondicionadas em vasos plásticos de 5 kg com solo.

A implantação das unidades experimentais foi realizada procedendo ao preparo do substrato (solo) que foi retirado de barranco pertencente à Universidade

Federal de Uberlândia, material que foi peneirado, homogeneizado e amostrado (amostra para análise química de disponibilidade de nutrientes) para posterior preenchimento dos vasos destinados a receber as adubações e plantas.

Em cada vaso foram colocados dois toletes (Figura 1), e mantida apenas uma planta, com o colmo principal e dois perfilhos objetivando a homogeneidade para avaliações posteriores.

FIGURA 1. Minitoletes distribuídos no vaso plástico (unidade experimental)



Cada vaso contendo solo foi cuidadosamente identificado, recebeu a quantidade específica de adubo, antes da realização do plantio. Os vasos foram condicionados em campo aberto na área experimental.

O controle da quantidade de água utilizada foi realizado com base em 60% da capacidade de campo do solo, previamente calculada em laboratório e controlada com auxílio de balança digital para avaliação da massa dos vasos. Foram realizadas inspeções periódicas para acompanhar a cultura, realizando o manejo de plantas daninhas e realizando irrigação.

Durante a realização do trabalho, houve volume de chuvas acima da média em Uberlândia e região, sendo que no momento da aplicação dos tratamentos houve média mensal de 310 mm; se compararmos com o mesmo período do ano anterior, onde, a precipitação não passou de 115 mm (INMET;2016). Este fato possivelmente deve ter alterado a eficácia dos produtos nitrogenados utilizados.

Os adubos utilizados para tratamento foram devidamente pesados em laboratório utilizando-se uma balança de precisão (Figura 2). Foram distribuídos em copos plásticos de 50 ml, onde, cada copo continha a quantidade exata a ser aplicada a cada vaso com sua devida dose (Figura 3).

FIGURA 2. Determinação das doses de cada adubo.

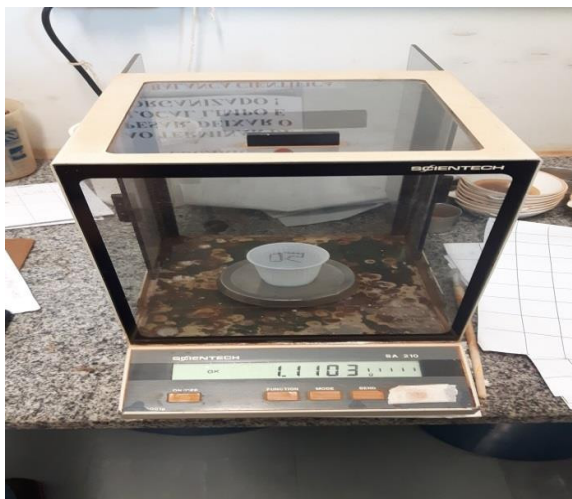


FIGURA 3. Copos plásticos identificados com as devidas doses e quantidades de cada adubo nitrogenado



Na avaliação do desenvolvimento da cultura foi realizada aos 45 dias após a adubação de cobertura. Foi avaliada a altura média da planta, comprimento médio de colmo, diâmetro de caule, número médio de entrenós e número de folhas verdes.

A medida da altura média da planta, foi realizada com o auxílio de uma régua graduada em centímetros e tomando-se a distância entre o solo e o colar da folha +1 (última folha completamente desenvolvida da planta, ou seja, com o colar visível); o número de folhas verdes foi medido através de contagem; o diâmetro de caule foi com auxílio de um paquímetro na base da planta; o comprimento médio de colmo foi avaliado através de uma régua graduada em centímetros e o número médio de entrenós foi medido por meio de contagem.

FIGURA 4. Distribuição do bloco 1 do experimento em campo após a realização da adubação nitrogenada de cobertura.



Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias para os adubos, bem como a análise de regressão para as doses dos adubos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância, referente à altura média de plantas (ALTURA), número de folhas verdes (Nº FOLHAS), comprimento médio de colmos (COLMO), número médio de entrenós (N. ENTRENÓS) e diâmetro de caule (DIÂMETRO) em função de doses adubos nitrogenados com e sem revestimento, aplicadas em cobertura.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à altura média de plantas (ALTURA), número de folhas verdes (Nº FOLHAS), comprimento médio de colmos (COLMO), número médio de entrenós (N. ENTRENÓS) e diâmetro de caule (DIÂMETRO) submetidas a adubos e doses de nitrogênio em cobertura.

FV	GL	-----QM-----				
		ALTURA	Nº FOLHAS	COLMO	Nº ENTRENÓS	DIÂMETRO
ADUBO	1	128,88*	3,6	2,26	5,63	0,09
DOSE	4	45,79*	8,54	2,94*	4,16	0,11
ADUBO*DOSE	4	37,55*	12,79*	1,71	3,94	0,11*
Bloco	3	14.64	0.62	0.37	1.01	0.01
Erro	27	12.26	3.76	0.81	2.02	0.04
CV (%)		41.95	33.45	50.95	41.56	35.44

* efeito significativo à 0,05 Teste F

A análise dos resultados (Tabela 1) observa-se efeito significativo do tipo de adubo nitrogenado (com ou sem revestimento) apenas para a altura de plantas. As doses de adubo influenciaram significativamente sobre a altura de plantas e comprimento médio de colmos. Houve efeito da interação adubo x dose sobre a altura de plantas, o número de folhas e o diâmetro de colmo, ou seja, observam-se diferenças significativas entre os fatores isolados e na interação para as características analisadas.

Não foi detectado efeito significativo apenas para o número médio de entrenós em relação aos tipos de adubos ou doses de adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 1).

Assim como, neste trabalho apresentado, Breda et al. (2010), também foi constatado maior eficiência na utilização de ureia revestida com polímeros, em relação à redução das perdas de NH_3 ocasionadas por volatilização, consequentemente, ocasionando um melhor aproveitamento deste nutriente pelas plantas, podendo gerar incremento de produtividade.

Resultados parecidos foram encontrados em trabalhos desenvolvidos com outras culturas, em trabalho de Soratto et al. (2012), encontrou acréscimo na produtividade de milho safrinha de 9,6 % quando utilizou ureia protegida. Rolim et al. (2012) avaliando eficiência agrônômica de fertilizantes recobertos na cultura do algodão, observou incremento de 36 @ ha^{-1} de algodão utilizando-se ureia revestida em comparação a ureia convencional.

Comparando este trabalho com trabalho desenvolvido por Nakamo et al. (2003), ele descreveu que fertilizantes nitrogenados de liberação lenta comparados com adubos orgânicos, mostraram a mesma eficiência na produção de tomate.

Contudo, em trabalho realizado por Frazão et al. (2012), relatam que o uso de fertilizantes revestidos proporcionou maiores produções de tomate quando comparado a aplicação de ureia comum. Dessa forma, a resposta das culturas aos fertilizantes protegidos depende das doses e fontes utilizadas.

Neste trabalho observamos que houve diferença significativa quanto ao tipo de adubo. A ureia convencional por apresentar disponibilização imediata para planta em pequenas dosagens obteve bons resultados.

Já adubo revestido por apresentar efeito de liberação lenta, para igualar à disponibilidade de ureia convencional, em doses maiores obteve bom desempenho, apresentando melhores resultados que a ureia convencional, por ofertar a cana-planta adubo por mais tempo e de maneira gradativa. Pode-se explicar este fato a eficiência da ureia protegida, em suportar as perdas por volatilização e lixiviação, quando comparada com ureia convencional (BREDÁ et al., 2010).

Em experimento realizado em casa de vegetação, Mikkelsen, Williams e Behel (1994), obtiveram maiores perdas de N por lixiviação do NO_3^- quando aplicado fertilizante convencional do que quando aplicado fertilizante revestido.

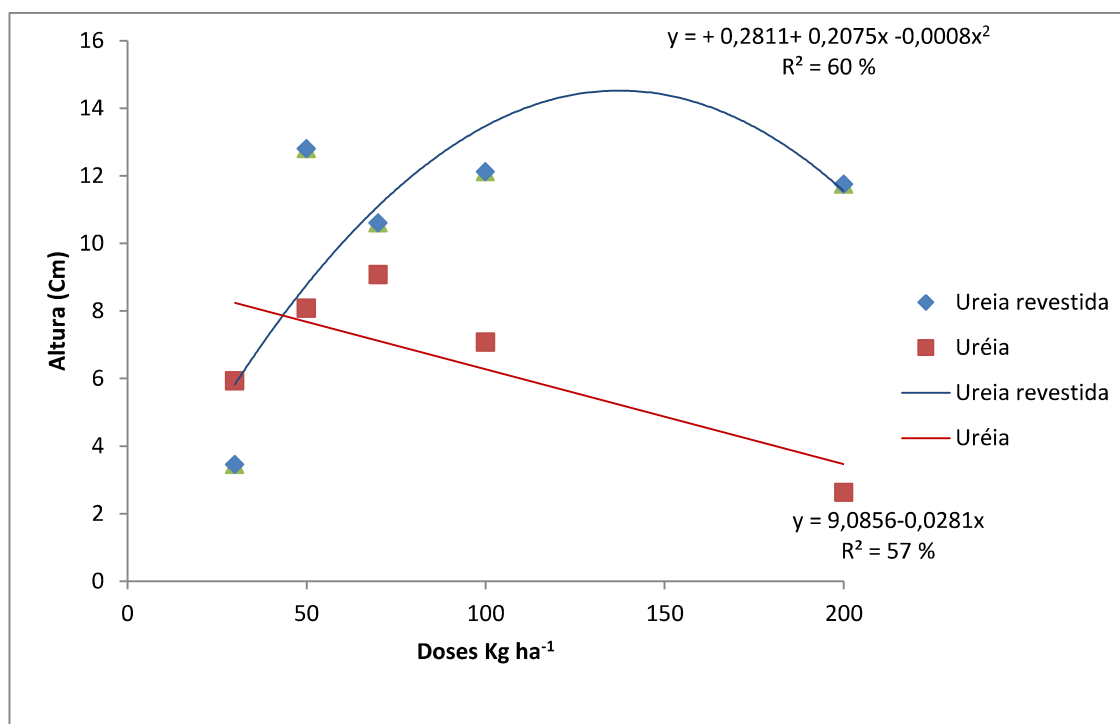
Em relação à eficiência de fertilizantes revestidos em culturas agrícolas, Cheng et al. (2002), verificaram que a utilização de ureia recoberta contribuiu positivamente no peso de plantas de repolho quando comparado com tratamentos em que foi utilizada ureia convencional, além de ter possibilitado redução de até 20% na dose recomendada, aumentando dessa maneira sua eficiência.

Em experimento realizado com a cultura da cevada foi observada a proliferação de raízes em torno do grânulo da ureia recoberta, sendo a absorção desta relacionada ao melhor desenvolvimento radicular (ZHANG et al., 2000), resultados positivos, assim como observado no experimento que realizamos.

Neste trabalho observamos maior vigor na cana planta com aplicação de adubo nitrogenado revestido. Em experimento de campo com trigo de inverno, Fan et al. (2004) constataram que o rendimento máximo da cultura e a eficiência na utilização do nitrogênio, foram maiores nos tratamentos com ureia recoberta em comparação aos com ureia comum.

No trabalho, em relação à variável altura das plantas, os ganhos foram expressivos quando utilizado adubo revestido com doses de 50% e conforme realizamos o aumento das doses houve uma estagnação na curva de altura da planta; a ureia comum obteve resultados inexpressivos em relação ao adubo revestido com micros e conforme aumentamos sua dosagem à altura da planta teve uma tendência de diminuir (FIGURA 5).

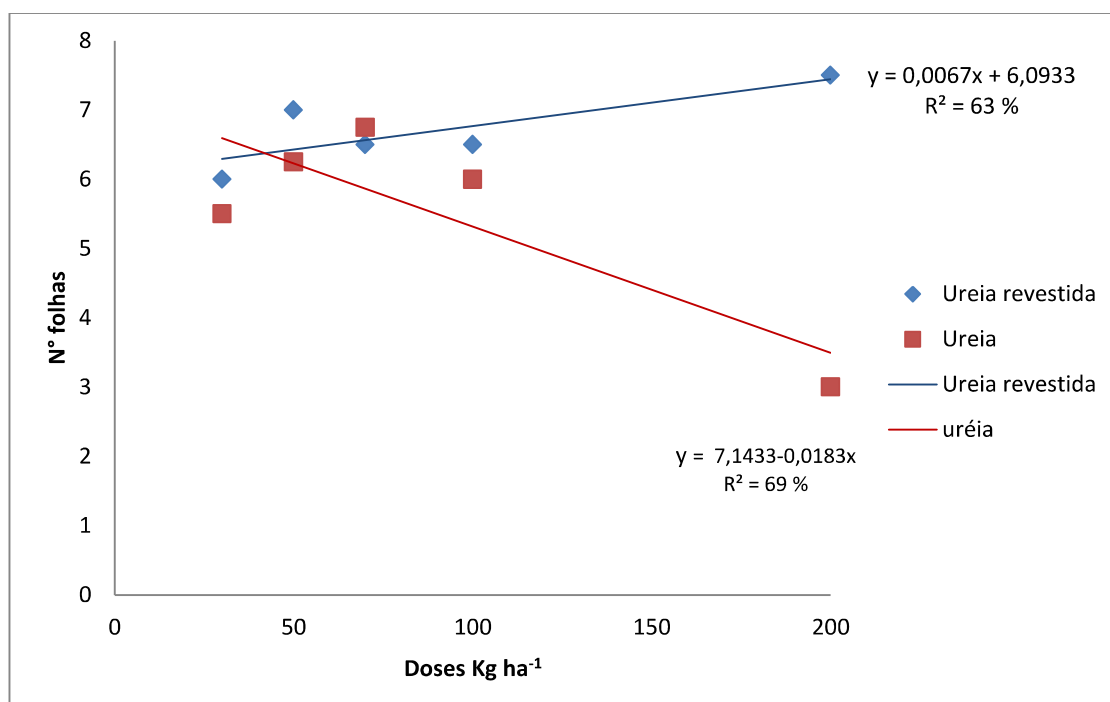
FIGURA 5. Altura de plantas com base nas diferentes doses de ureia e adubo revestido.



Em relação ao número de folhas verdes, o adubo nitro mais novamente sobressaiu em relação ao adubo não-revestido, sendo, que conforme aumentamos a dosagem deste, o número de folhas tendeu à aumentar. E com, 50% de dosagem (1,1 gramas de adubo por vaso) a ureia e o adubo com micro obtiveram resultados parecidos, mas, conforme aumentamos a dosagem de adubos, a ureia com superdose diminuiu o número de folhas por tratamento (FIGURA 6).

A interação adubo x dose foi observada para altura média de plantas, número de folhas verdes e diâmetro de caule (Figura 5, 6 e 8). O aumento da dose do adubo revestido pode ter acarretado uma maior disponibilidade de N para cana-planta.

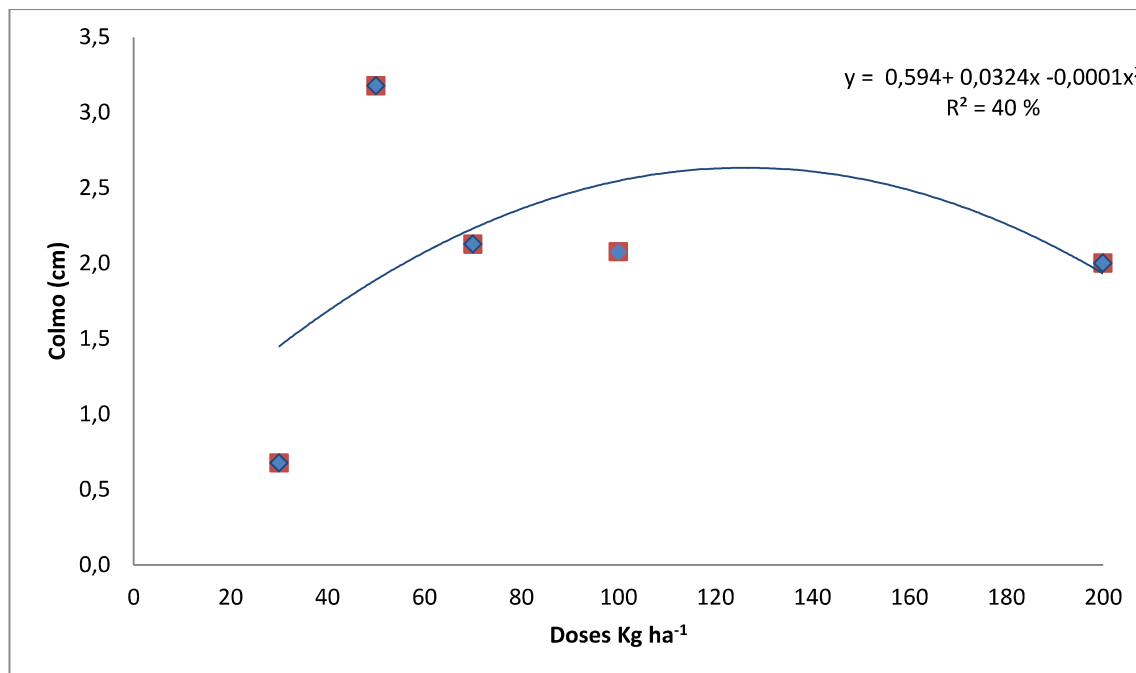
FIGURA 6. Número de folhas verdes com base nas diferentes doses de ureia e adubo revestido



Para variável comprimento médio de colmos houve apenas significância para variável dose, ou seja, conforme aumentamos a dose houve resposta positiva da adubação, mas com uma superdose, houve a tendência de declínio de sua eficiência (FIGURA 7).

Com pequenas doses a adubação teve um bom desempenho, já com altas doses o efeito foi inverso, isto pode ser explicado, porque com maior volume no solo a Ureia pode aumentar ativação da enzima uréase, essa responsável pela volatilização deste tipo de adubo nitrogenado, visto que, as condições ambientais favoreciam a perda por volatilização e lixiviação no momento que o experimento estava sendo realizado (FIGURA 7).

Figura 7. Comprimento de colmos em função das diferentes doses



Em trabalho realizado por Moura (2005), observou que variáveis como número e comprimento de colmos, apresentaram comportamento linear positivo, ou seja, quanto maior o nível de adubação de cobertura maior os valores dessas variáveis.

Os adubos revestidos propiciam condições de controle e podem ser produzidos para sincronizar a liberação do N de acordo com as necessidades nutricionais das plantas ao longo do ciclo de cultivo (BLAYLOCK, 2007). Diante de uma situação, onde a competitividade e busca por altas produtividades torna-se cada vez maior, visualiza-se a necessidade da utilização de recursos mais eficientes, como os adubos protegidos, onde atuam na diminuição das perdas por volatilização e lixiviação do N para o meio ambiente, consequentemente ocasionando ganho em produtividade e diminuição da contaminação do meio ambiente (ALMEIDA & SANCHES, 2012).

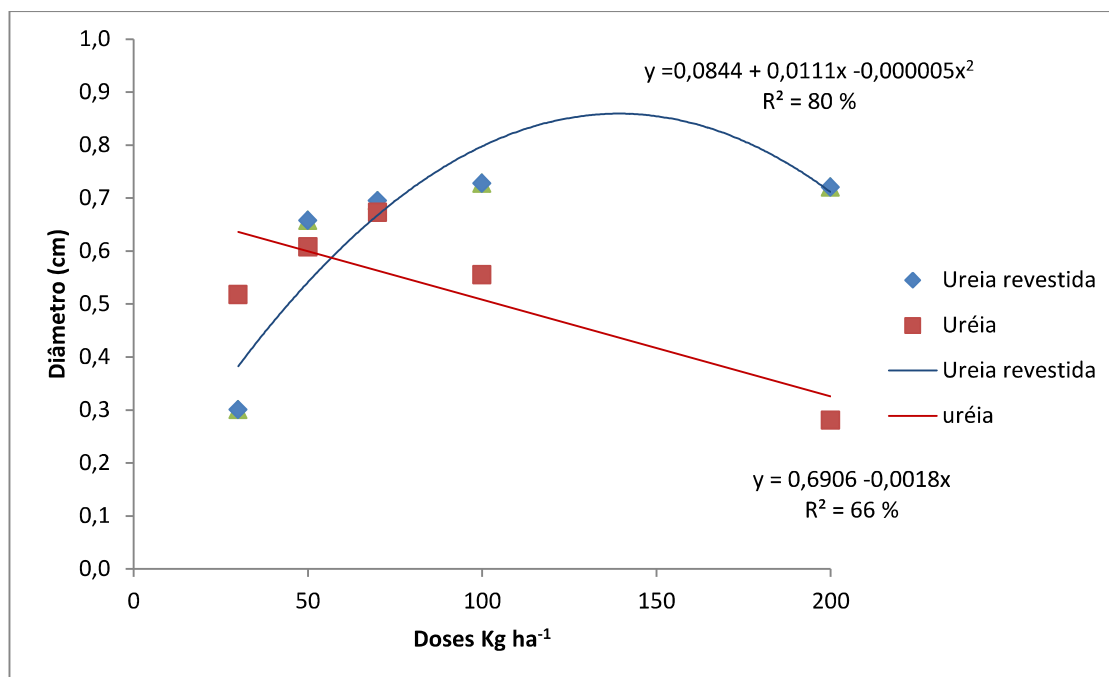
O adubo revestido, teve melhores resultados com doses totais, pois, por ser um adubo de liberação lenta, com doses maiores, ocorreria maior disponibilidade de nitrogênio para a planta e da mesma forma que a Ureia Comum, com aumento de sua dose pode ter ocorrido um aumento de sua perda ou fitoxidez na planta ocasionando indisponibilidade de nitrogênio para a cana-planta.

Segundo Espironello et al. (1987) doses superiores a 100 kg ha^{-1} apresentam incrementos relativamente pequenos, em muitos casos inviáveis economicamente, no trabalho visualizamos esse resultado também.

Conforme aumentamos as doses para Ureia revestida com micronutrientes, a planta respondeu de forma positiva, principalmente, quando realizamos adubação em torno de 100% da recomendação ($100 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ou 2,2 gramas de adubo por vaso), cana-planta apresentando melhor desempenho para altura quando adubada com adubo revestido.

Sobre a variável diâmetro (Figura 8), conforme aumentamos a dose de adubo nitrogenado revestido, o diâmetro das plantas aumentou, se estabilizando a partir de 100% de dose. Já a ureia comum, teve um aumento no diâmetro das plantas até na dose 70%, apresentado bom desempenho até ai, mas, conforme aumentamos a dose deste adubo o diâmetro por planta caiu de 0,66(70%) para 0,28 (200%) centímetros. Moura (2005), estudando os efeitos de diferentes doses de N e K_2O , aplicados em cobertura, no desenvolvimento, rendimento e na qualidade da cana-soca cultivada com e sem irrigação, observou que a variável diâmetro de colmos apresentou comportamento quadrático, com o maior valor (22,9 mm) obtido com 299 kg ha^{-1} .

No trabalho, observamos aumento de diâmetro quando se aplicado adubo revestido, ou seja, no futuro podendo resultar em maior volume de caldo nos toletes. Em trabalho realizado por Bahr et al. (2006), também obtiveram incremento na produção na cultura do milho, onde, verificaram aumento na concentração de NPK, proteína e óleo nos grãos de milho quando utilizado fertilizante nitrogenado de lenta liberação, mesmo em doses inferiores em relação ao controle (ureia não recoberta). Segundo os autores, o resultado deveu-se ao constante suprimento de N às raízes, minimizando as perdas do sistema se comparado com a ureia não recoberta.

FIGURA 8. Diâmetro de caule em função das diferentes doses e adubos

Ao compararmos resultados encontrados por Orlando Filho e Rodella (1995) e Korndorfer et al. (1997; 2002) em trabalho, observaram que em solos de textura arenosa a cana-planta pode ser altamente responsiva à adubação nitrogenada. Prado e Pancelli (2008) verificaram ainda que somente a dose de 200 kg ha⁻¹ de N promoveu incremento no desenvolvimento da cultura, na nutrição da planta e na produtividade de colmos na segunda soqueira, em sistema de colheita sem queima.

A maioria dos trabalhos com fertilizantes de liberação controlada foram desenvolvidos em outros países, sob condições diferentes das do Brasil, o que torna necessária a condução de experimentos envolvendo fertilizantes revestidos por polímeros em condições edafoclimáticas brasileiras, em especial em regiões que apresentam grande potencial à produção de grãos, a exemplo da região do cerrado.

Houve uma precipitação acima da média no decorrer do trabalho, isto levando a uma maior atividade da urease, levando a perda de ureia por volatilização e também por lixiviação. Assim, o adubo protegido em doses recomendadas intermediárias apresentou ótimos resultados. Sendo que tanto em superdosagens de Ureia comum como de Ureia revestida, não obtivemos bons resultados, este fato pode ser explicado talvez por uma fitotoxidez nas plantas, ocasionada pelo excesso de adubo nitrogenado.

Observou-se que com adubação de ureia revestida com micronutrientes, a cana-de-açúcar teve melhor desempenho se comparado a adubação realizada com ureia comum, havendo ganhos significativos na altura média de plantas, número de folhas verdes, comprimento médio de colmo e diâmetro de caule.

6. CONCLUSÕES

A utilização de doses de adubos nitrogenados acima do recomendado apresenta efeito negativo sobre o crescimento inicial da cana-de-açúcar cultivada como cana planta.

O comportamento inicial da cana-de-açúcar apresenta melhor desempenho quando da utilização do adubo nitrogenado revestido em comparação com o adubo nitrogenado comum.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R.; SEGALLA, AL; 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.

AZEREDO, D. F.; **Eficiência da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar em dois solos do estado do Rio de Janeiro: cana-planta**; 1997. 167 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campos, 1997.

BAHR, A.A.; ZEIDAN, M.S.; HOZAYN, M. Yeld and Quality of Maize (*Zea mays L.*) As Affected by Slow-Release Nitrogen in Newly Reclaimed Sandy Soil. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, Punjab, v. 1, n. 3, p. 239-242, 2006.

BENINI, S.; RYPNIEWSKI, W.R.; WILSON, K.S.; MANGANI, S.; CIURLI, S. Molecular details of urease inhibition by boric acid: insights into the catalytic mechanism. **Journal of American Chemistry Society**, v. 126, n. 2, p. 3714-3715, 2004.

BLAYLOCK, A. Novos Fertilizantes nitrogenados: O futuro dos fertilizantes nitrogenados de liberação controlada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 120, p. 8-10, dez. 2007.

BREDA, F, A, F.; WERNECK, C, G.; ALTOE, A.; LIMA, E, S, A.; POLIDORO, J, C.; ZONTA, E.; LIMA, E. Perdas por volatilização de n-uréia revestida com polímero. In: Fertbio, 2010, **Anais**, 13 a 17 de setembro, Guarapari – ES.

CABALLERO, S.S.U; **Fixação Biológica de Nitrogênio**; Embrapa Cana-de-açúcar; Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_31_711200516717.html> Acesso em 08 fev. 2016.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. p. 271 - 276.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F.; MEDEIROS, J. C. **Nutrição, calagem e adubação**. In: BELTRÃO, N. E. M. e AZEVEDO, D. M. P (Ed.) O Agronegócio do Algodão no Brasil. Brasília: EMBRAPA, 2008. Cap. 23, p. 678-789.

CHENG L.; YU, G, CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring Resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v. 7, p. 847-852, 2008.

CIVARDI, E.A.; NETO, A.N.S.; REGAGNIN, V.A.; GODOY, E.R.; BROD, E.; Ureia de Liberação Lenta Aplicada Superficialmente e Ureia Comum Incorporada ao Solo no

Rendimento do Milho; **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 1, jan-mar.2011, p. 52-59.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO; **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2015**; Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_06_09_09_27_boletim_gaos_-_junho_2013.pdf > Acesso em: 08 set. de 2015.

EMBRAPA; **Fenologia da cana-de-açúcar**; <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_68_22122006154840.html> Acesso em: 12 mar. de 2016.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO; **Situación Alimentaria Mundial**; Disponível em <<http://www.fao.org.br> > Acesso em: 08 set. de 2015.

FAN, L. et al. Cultivation of Pleurotus mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. **Micologia Aplicada**, v. 15, p. 15-21, 2003.

FRAZÃO, J. J. et al. Redução de perdas: Fertilizantes nitrogenados de liberação lenta surgem como alternativa para aumento da eficiência da adubação na cultura do tomate. **Cultivar HF**, 72:20 - 22, 2012.

HERINGER; **Produto FH nitromais**; Disponível em: < http://www.Heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=29528&submenu=&img=29528&conta=45&son=29513 > Acesso em: 08 set. de 2015.

IFA; **INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION**; Disponível em <<http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/STATISTICS/Fertilizer-supply-statistics>> Acesso em 21 jan. 2016.

INMET, **Tempo**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 12 mar. de 2016.

INSTITUTO AGRONÔMICO. Boletim Técnico 100: **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, SP. 1996. 285p.

KHALIL, M.I.; SCHMIDHALTER, U.; GUTSER, R. N₂O, NH₃ and NO_x Emissions as a Function of Urea Granule Size and Soil Type under Aerobic Conditions. **Água, Ar e Poluição do Solo**, v. 175, p. 127–148, 2006.

KISS, S.; SIMIHAIAN, M. **Improving efficiency of urea fertilizers by inhibition of soil urease activity**. Norwell:Kluwer Academic, 2002. 341p.

KORNDÖRFER, G.H.; COLOMBO, C. CHIMELLO, M.A.; LEONE, P.L.C. Desempenho de variedades de Cana-de-Açúcar cultivadas com e sem Nitrogênio. **STAB – Açúcar, Alcool e Sub-Produtos**, Piracicaba, v. 20, p. 28-31, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; VALLE, M. R.; MARTINS, M.; TRIVELIN, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, p. 23-26, 1997.

LARA CABEZAS, W.A.R.; KORNDORFER, G.H. & MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH_3 na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 489-496, 1997.

LARA-CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; BOARETTO, A.E.. Efeito do tamanho do grânulo e relação N/S da uréia aplicada em superfície na volatilização de amônia sob diferentes umidades iniciais do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 409- 413, 1992.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992.124p.

MOURA, MARIA VILIAN PEREIRA DA SILVA ET AL; Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação; **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 753-760, 2005.

NAKANO, A.; YAMAUCHI, A.; UEHARA, Y. Effects of application of low-sulfate slow-release fertilizer (LSR) on shoot and root growth and fruit yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Japan Agricultural Research Quarterly**, 37:121-127, 2003.

NÖMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest soil. **Plant and Soil**, v. 39, p. 309-318, 1973.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A.; BELTRAME, J. A.; LAVORENTI, N. A. Doses, fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cana-de-açúcar. **STAB**, v. 17, n.4, p.39-41, 1999.

PRADO, R.M., FERNANDES, F.M. e NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia agricola**, Piracicaba, v.59, n.1,p.129-135, 2002.

RADEL, R.J.; GAUTNEY, J.; PETERS, G.E. Urease inhibitor developments. In: BOCK, B.R.; KISSEL, D.E. (Ed.) **Ammonia volatilization from urea fertilizers**. Muscle Shoals, National Fertilizer Development Center. 1988. p. 111-136. (Bul. Y-206).

ROLIM, M. V.; SOUZA, J.R.; CASTRO, G.S. A.;RIBEIRO, B.N,; KANEKO, F.H. Eficiência Agronômica da Ureia Revestida com Polímeros em Cobertura na Cultura do Algodão (*Gossypium hirsutum* L.). In: Fertbio, 2012, **Anais** 17 a 21 setembro, Maceió - AL.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECHI, V.A.; RAMPAZZO, C.; Volatilização de N-NH_3 em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório; **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, jul-ago, 2003, p. 687-692.

SHAW, W.H.R. The inhibition of urease by various metal ions. **Journal of America Chemical Society**. 76, 2160 – 2163, 1954.

SILVEIRA, J.A.G. **Interações entre assimilação de nitrogênio e o crescimento de cana-deaçúcar (*Saccharum spp.*) cultivada em condições de campo**. 1985. 152f.

Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

SORATTO, R. P.; COSTA, T. A. M.; FERNANDES, A. M.; PEREIRA, M.; MARUYAMA, W. I. Parcelamento de fontes alternativas de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.2, p.179 – 188, 2012.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUZA P.K., SELLIN N., SOUZA O., MARANGONI C. (2013) Simulation of Dilute Acid Hydrolysis of Banana Waste for Ethanol Production: Comparison between the Use of Fruits, Peel and Pseudostem. **Chemical Engineering Transactions**, 32, 1141-1146.

SPIRONELLO, A.; COSTA, A.A.; LANDELL, M.G.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; IGUE, T.; CAMARGO, A.P.; RAMOS, M.T.B. Adubação NK em três variedades de cana-de-açúcar em função de dois espaçamentos. **Bragantia**, Campinas, v.46, n.2, p.247-268, 1987.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia, **Nossa História**. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=perfil&op=historico>>. Acesso em: 12 mar. de 2016.

VITTI, G.C.; HEIRINCHS, R. **Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.E.; VITTI, G.C. (Ed.) SIMPÓSIO DE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2006, Piracicaba, Anais...: IPNI Brasil, 2007, 722p.

ZAMBELLO JÚNIOR, E.; AZEREDO, D.F. **Adubação na Região Centro-Sul**. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba: IAA/ Planalsucar, 1983. p.287-313.

ZHANG, G.; JUNMEI, W.; JINXIN, C. Analysis of b-glucan content in barley cultivars from different locations of China. **Food Chemistry**, v.79, p.51-254, 2002.

WATSON, C.J.; MILLER, H.; POLAND, P.; KILPATRICK, D.J. ; ALLEN, M.B.D.; GARRET, M.K.; CHRISTIANSON, C.B. Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-butyl)thiophosphoric triamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 26, p. 1165-1171, 1994.