

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO
EVANDRO FREIRE LEMOS

**USO DE FERTILIZANTE NITROGENADO DE LIBERAÇÃO LENTA NA CULTURA
DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Alfenas, MG
2011

EVANDRO FREIRE LEMOS

USO DE FERTILIZANTE NITROGENADO DE LIBERAÇÃO LENTA NA CULTURA
DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Dissertação apresentada à Universidade
José do Rosário Vellano - Unifenas como
requisito parcial para a obtenção do título
de Mestre em “Sistemas de Produção na
Agropecuária”.

Orientador: Professor Dr. José Ricardo Mantovani

Alfenas, MG
2011

Lemos, Evandro Freire

Uso de fertilizante nitrogenado de liberação lenta na cultura do milho, em sistema plantio direto /.— Evandro Freire Lemos.— Alfenas, 2011.

42 f.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Mantovani.

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária) - Universidade José do Rosário Vellano.

1 . Fertilidade 2. Avaliação econômica 3. Ureia protegida
4. Produtividade I. Título

CDU: 633.15(043)

Dedico este trabalho aos meus pais, Odilon Lemos de Mello e Tereza Maria Freire Lemos.

À minha esposa, Magda Oliveira Lemos.

Às minhas filhas Thaisa e Jaqueline Oliveira Lemos.

AGRADECIMENTO

À Deus, por me ter dado inteligência, força e coragem para enfrentar mais este desafio.

A meus pais Odilon e Tereza Maria, pela vida, pelas orientações e por terem me ensinado que tudo é possível quando se tem vontade e fé.

À minha esposa Magda, pela paciência, compreensão, apoio nos momentos mais difíceis e pelo incentivo constante.

Às minhas filhas Thaísa e Jaqueline, pela torcida para que eu chegasse lá.

Aos diretores da FESP / FEP pelo apoio e ajuda.

Aos professores e funcionários da UNIFENAS, que são parte desta conquista,

À Dra.Rita, Dr.Pablo, MSc.Ivan, professores da FESP, meus grandes colaboradores.

Aos alunos Thiago, Mateus, Helio, Fred e Marcio pela ajuda na condução do experimento.

Aos funcionários da fazenda experimental da FESP, pela grande colaboração na execução dos trabalhos

À Vera, Messias e Omar, colegas de curso e companheiros de viagem, comprovando que unidos é mais fácil vencer.

À empresa Somassey, que cedeu a semeadora-adubadora para o plantio direto,

À Agroplanta na pessoa do Eng. Agrônomo Fernando e do distribuidor de produtos Marco Pollo, que forneceram a ureia de liberação lenta para o experimento.

Ao orientador Prof. Dr. José Ricardo Mantovani, pela disponibilidade e boa vontade em ensinar

Ao Prof. Dr. José Messias, coordenador do mestrado, pelo apoio e incentivo no decorrer do curso.

À todos, o meu muito obrigado.

**“Debaixo das folhas mortas a terra dorme segura,
pois nos dará para o ano novo parto de fartura”
(Musica – Terra tombada, Xitãozinho e Xororó).**

RESUMO

LEMOS, Evandro Freire. **Uso de fertilizante nitrogenado de liberação lenta na cultura do milho em sistema plantio direto**. 2011. 42 f. Dissertação (Mestrado em sistemas de produção na Agropecuária)- Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2011.

A adoção das boas práticas do uso de fertilizantes tem contribuído para a redução nas perdas de nutrientes, e a utilização de fontes de nitrogênio protegidas parece ser uma alternativa interessante. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação técnica e econômica dos efeitos de diferentes doses de nitrogênio, utilizando ureia de liberação lenta comparado com uso de ureia tradicional na cultura do milho. O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Ficou evidenciada a possibilidade de redução da dose de nitrogênio ao se utilizar a ureia de liberação lenta, podendo também a aplicação ser feita toda no plantio, tendo, entretanto, o uso da ureia convencional se mostrado mais econômico. O tratamento 3, em que se utilizou 100% da dose de nitrogênio com ureia de liberação lenta no plantio foi o que apresentou maior produtividade, e o tratamento 2, ureia convencional aplicada 30% no plantio e 70% em cobertura (incorporada), foi o que apresentou maior receita líquida por hectare, considerando os custos da adubação. Pode-se concluir que há necessidade da popularização das técnicas de proteção da ureia, tornando assim o custo do fertilizante mais competitivo em detrimento aos demais nitrogenados.

Palavras Chave:

Fertilidade, ureia, avaliação econômica, ureia protegida, produtividade

Abstract

LEMOS, Evandro Freire. **Use of slow-release nitrogen fertilizer in corn under no-tillage**. 2011. 42 f. Dissertação (Masters Production Systems in Agriculture)-Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2011.

The adoption of best practices for use of fertilizers has contributed to the reduction in nutrient losses and the use of protected sources of nitrogen appears to be an interesting alternative. The aim of this study was a technical and economic evaluation of the effects of different nitrogen using slow release urea compared with traditional use of urea. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and four replications. It was demonstrated the possibility of reducing nitrogen levels when using the slow release urea can also be applied at planting. Throughout the experiment the use of conventional urea proved more economical. It was concluded that it is necessary to popularize the techniques of protection of urea, thus making the cost of fertilizer more competitive. Treatment 3, which used 100% of the nitrogen in slow release urea at sowing showed the highest yield, and the second treatment, conventional urea applied at planting 30% and 70% coverage (merged) presented the highest net revenue per hectare, considering the costs of fertilizer.

Keywords:

Fertility, urea, economic evaluation, protected urea, productivity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:Efeito do fertilizante nitrogenado de liberação lenta na produtividade do milho.....	29
FIGURA 2: Comparativo tratamentos T3 e T5. Produtividade x Dose.	30
FIGURA 3: Comparativo entre tratamentos T2 e T5. Produtividade x Dose	31
FIGURA 4 – Comparativo entre T2 e T3. Produtividade x Dose	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química e física do solo da área experimental	25
Tabela 2. Produtividade do híbrido de milho BM 207, comparando a produção de um tratamento com ureia convencional com diferentes doses de ureia de liberação lenta.	29
Tabela 3 – Custo de adubação, custo por saca com 60 kg de peso, receita por hectare, margem líquida.....	33

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS.....	8
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 A CULTURA DO MILHO	15
2.2 ADUBAÇÃO NA CULTURA DO MILHO.....	16
2.3 NITROGÊNIO ASSOCIADO À PRODUTIVIDADE.....	20
2.4 O NITROGÊNIO NO SOLO.....	21
2.5 FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6. CONCLUSÕES	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
APÊNDICE	42

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira atravessa uma fase na qual, mais do que em qualquer época, torna-se justificável todo e qualquer esforço para a verticalização da produção, objetivando atingir ganhos em produtividade que permitam tornar o processo produtivo mais rentável, e mais competitivo, a fim de que os agricultores continuem em suas atividades.

O milho é uma das culturas de maior abrangência em todo o planeta e ocupa a segunda maior área plantada no Brasil, superando culturas importantes como cana-de-açúcar, café, feijão e arroz. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho. Sua produção correspondeu a 6,1% da produção no ano de 2006, atrás somente da China, com 20,9%, e dos Estados Unidos com 38,5%, e o terceiro principal exportador, com previsão de exportar, em 2011, 8 milhões de toneladas de grãos, sendo inferior apenas à Argentina, com 15 milhões de toneladas, e Estados Unidos, com 54 milhões de toneladas, conforme USDA, 2011.

A área plantada em 1000 ha, das principais culturas produtoras de grãos, na safra 2008/2009 foi: Soja: 21.729,2; Milho: 14.126,0; Feijão: 4.179,4 e Arroz: 2.908,9. Na mesma safra, o rendimento médio brasileiro foi de 3.637 kg ha⁻¹ e o rendimento médio da região Centro-Sul, onde concentra-se quase 90% do milho produzido no país, atingiu 4.685 kg ha⁻¹ (CONAB, 2009).

Em Minas Gerais a área plantada em 2009 foi de 1.281.500 ha em milho, tendo sido colhidas 6.439.600 toneladas, com produtividade de 5.025 kg ha⁻¹, produtividade esta baixa, quando comparada à produtividade média dos Estados Unidos, que é de 9.360 kg ha⁻¹ (USDA, 2007) e ao potencial de produtividade de milho nas condições do cinturão do milho nos EUA ("Corn belt"), que é da ordem de 31.400 kg ha⁻¹ (YAMADA, 1997). Citando vários autores, Coelho *et al.* (2003) relatam produtividades de 24.700 kg ha⁻¹, obtidas no estado de Iowa, EUA, em 1999. No Brasil, esses autores relataram rendimento de 16.800 kg ha⁻¹, obtidos no município de Virgíópolis, MG, em 1994.

Dentre os fatores que interferem na produtividade do milho, a nutrição das plantas tem posição de destaque tanto pela importância como fator de produção quanto por ser um dos fatores de maior impacto no custo de produção. Trabalhando

com fórmulas comerciais completas ou com elementos simples, existe um número significativo de opções para o agricultor, que embora pareça facilitar o processo de produção, pode também dificultar por causar dúvidas sobre que adubação utilizar, podendo ainda gerar uma adubação desequilibrada.

O nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta os efeitos mais significativos no aumento da produção de grãos na cultura do milho. Em geral, de 70 a 90 % dos experimentos de adubação com milho, realizados a campo no Brasil, respondem à aplicação. É ainda o nutriente mais aplicado em quantidade e com a preocupação de aplicá-lo tanto no plantio como em cobertura, sendo que, muitas vezes, são feitas duas aplicações em cobertura, elevando o custo de produção pela maior movimentação de tratores no cultivo (CRUZ *et al.*, 2009).

Os adubos nitrogenados mais utilizados na cultura do milho são o sulfato de amônio e a ureia, devido aos fatores de sua dinâmica e às perdas que podem ocorrer no solo, influenciam as respostas das culturas (MALAVOLTA *et al.*, 2000, citados por BONO *et al.*, 2008). A uréia é uma das principais fontes de N, utilizada devido a sua elevada concentração (45% N), pois permite obtenção de formulações concentradas com custo menor comparada a outras fontes. Porém, esse fertilizante tem apresentado menor eficiência que outras fontes de nitrogênio para um grande número de culturas em diferentes solos e climas, devido a diferentes causas, como lixiviação de NO_3 , volatilização de NH_3 e seu efeito tóxico sobre as plantas no início do período vegetativo (MELLO, 1987). Souza & Lobato (2002) relatam perdas por volatilização de N de até 70%, utilizando a fonte ureia aplicada em superfície do solo. Uma das alternativas de redução de perdas por volatilização seria o envolvimento da molécula da ureia, por algum produto menos higroscópico, que permitisse aplicá-la na superfície do solo, como os fertilizantes nitrogenados de liberação lenta.

Assim, é de grande valia para o agricultor ter informação clara e segura sobre o uso dos fertilizantes de liberação lenta, uma vez que o uso destes permite o cultivo do milho sem necessidade do parcelamento da adubação durante o ciclo da cultura, resultando em economia e aumentando sobremaneira a capacidade operacional dos maquinários, possibilitando plantar áreas maiores sem aquisição de novos tratores.

Nesse sentido, um estudo mais aprofundado a respeito da utilização de fertilizantes nitrogenados de liberação lenta faz-se necessário, pois ainda faltam

informações para uso eficiente e a definição de dose desse adubo para o cultivo do milho.

Assim sendo, o presente trabalho objetivou: propor, agronômica e economicamente, o uso do N de liberação lenta na cultura do milho em sistema plantio direto, usando a ureia como fonte de N; comparar o efeito do fertilizante nitrogenado de liberação lenta com a adubação nitrogenada convencional (ureia comum em cobertura, enterrada) em relação à produtividade do milho em sistema plantio direto e ao custo de produção; comparar a produtividade da cultura variando dosagens de uréia de liberação lenta, comparado a uma adubação convencional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho é um dos principais cereais produzidos no Brasil, cultivado em 14 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 50 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de $3,57 \text{ t ha}^{-1}$ (CONAB, 2009). A produção mundial de milho é de 692 milhões de toneladas, sendo 267 milhões nos Estados Unidos, 143 milhões na China e 48 milhões de toneladas no Brasil (USDA, 2007). Apesar de o Brasil ser o terceiro maior produtor do cereal, a produtividade média, 3.630 kg ha^{-1} , é baixa, quando comparada com a da China, 5.300 kg ha^{-1} , e a dos Estados Unidos, 9.360 kg ha^{-1} (USDA, 2007).

O milho é utilizado na alimentação humana, alimentação animal, fonte de matéria prima para artesanato (palha), cigarros e, mais recentemente, produção de etanol em países onde o cultivo da cana-de-açúcar não é tradicional. Representa uma importante fonte de receita para a economia nacional.

Com base em informações da Associação Brasileira das Indústrias do Milho (Abimilho, 2009), os pesquisadores apontam que 80% de todo o milho produzido no Brasil foi consumido sob a forma de ração nos últimos anos, sendo que um pouco mais de 10% da produção total é destinada para uso industrial e para consumo humano direto, proporção que segue estável desde o início da década de 1980.

Mais da metade do milho destinado à alimentação animal é direcionada para a criação de suínos e aves, que representam cerca de 30% da disponibilidade total de carnes no País. No período de 2001/2006, a avicultura consumiu, em média, 55% do total de milho destinado à alimentação animal, enquanto a suinocultura 37,1% e os demais apenas 9,3%. Sua composição bromatológica apresenta teor de proteína em torno de 9%, nutrientes digestíveis totais (NDT) de 70%, extrato etéreo de 3,7%, além de aminoácidos diversos (BRASIL, 2000).

2.2 ADUBAÇÃO NA CULTURA DO MILHO

O uso de fertilizantes como fator de incremento na produtividade agrícola aconteceu na época da conhecida “Revolução Verde”, que tinha como bandeira a produção de alimentos para acabar com a miséria e a fome. Entre outros fatores de produção, a prática da calagem e a prática da adubação assumem lugar de destaque, sendo responsáveis por cerca de 50% dos ganhos de produtividade das culturas, necessitando, assim, serem feitas do modo mais eficiente (LOPES & GUILHERME, 2000).

A ureia, por ser o adubo mais barato, é o mais utilizado pelos agricultores. A baixa eficiência de recuperação do N do fertilizante tem sido atribuída, principalmente, às perdas gasosas do N (volatilização e desnitrificação). As perdas do fertilizante nitrogenado por desnitrificação têm sido estimadas em menos de 10 % na cultura do milho, porém a perda de amônia (N-NH_3) por volatilização, quando a ureia não é enterrada ou incorporada ao perfil do solo pela água da chuva ou de irrigação, pode atingir de 31 a 78 % do total de N aplicado (LARA CABEZAS *et al.*, 1997).

De acordo com Cantarella (2007), as perdas de N para o ambiente, com o consequente menor aproveitamento de N pelas culturas, estão associados à concentração na solução do solo, de formas solúveis de N geral, ou das formas mais susceptíveis a perdas. Uma das maneiras de aumentar a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados é o uso de fertilizantes de liberação lenta, ou controlada, ou com inibidores para evitar a rápida transformação do N contido no fertilizante em formas de N menos estáveis em determinados ambientes. Ainda conforme descrito por Cantarella (2007), recentemente foi adotada pela Associação Americana de Agentes para o Controle de Nutrientes de Plantas uma nomenclatura para definir e classificar os fertilizantes com características especiais, ou fertilizantes com eficiência aumentada. Esses são formados por: a) fertilizante de liberação lenta, em relação a uma fonte solúvel de referência, e incluem fertilizantes recobertos, encapsulados, insolúveis em água ou lentamente solúveis em água; b) fertilizantes estabilizados, que contêm aditivos para aumentar o tempo de disponibilidade no solo, tais como inibidores de nitrificação, inibidores de urease ou outros aditivos.

Há dois grupos importantes de fertilizantes classificados como de liberação lenta ou controlada. Um deles é formado por compostos de condensação de ureia, e ureia formaldeído (de baixa solubilidade, e portanto, de liberação lenta de N). O outro, de produtos encapsulados ou recobertos, ou de liberação controlada. De menor importância são as ureias super grânulos (grânulos de 1 a 4 gramas) e outros produtos (TRENKEL, 1997).

Dentre os produtos de condensação de ureia e ureia formaldeídos, ou uréia metileno, três têm participação importante no mercado: ureia formaldeído (UF), ureia isobutilaldeído (IBDU) e ureia crotonaldeído (CDU). A solubilidade desta classe de fertilizantes depende do tamanho da cadeia e da natureza do composto. Os produtos comerciais consistem de misturas de polímeros com frações solúveis em água fria, em água quente e insolúveis em água. No solo, estes compostos sofrem degradação química e biológica, liberando o N gradualmente às plantas (HAUCK & KOSHINO, 1971). Essa classe de produtos representava cerca de 40% do mercado mundial de produtos de liberação lenta (TRENKEL, 1997), mas há uma tendência clara para o aumento do uso de fertilizantes recobertos, que já são responsáveis por cerca de 70 a 75% do mercado desse grupo de fertilizantes (SHAVIV, 2005).

Apesar do potencial dos fertilizantes de liberação lenta para aumentar a eficiência de aproveitamento de fertilizantes nitrogenados, o uso de tais produtos é limitado pelo alto custo em comparação com a dos fertilizantes tradicionais. A ureia recoberta com enxofre, provavelmente o produto com menor referencial de preço, como já foi dito, tem o preço de N de duas vezes mais com relação à ureia comum. O custo de outros fertilizantes nitrogenados de liberação lenta varia de 2,4 a 10 vezes por unidade de N (TRENKEL, 1997; SHAVIV, 2005). Com isso, esses fertilizantes têm sido empregados em nichos de mercado, tais como: viveiros de muda, campos de golfe e jardinagem. Estima-se que apenas 8 a 10% dos adubos de liberação lenta sejam utilizados na agricultura na Europa (LAMMEL, 2005; SHAVIV, 2005) e, em 2003, correspondam a apenas 0,25% do total de N de fertilizantes químicos comercializados no mundo, ou 1,1% do total nos Estados Unidos (HALL, 2005).

De acordo com Fancelli & Dourado Neto (2004), a adubação e nutrição da cultura do milho devem levar em consideração a lucratividade da empresa agrícola, obedecendo ao módulo mínimo de exploração, observando os custos fixos e operacionais, bem como a remuneração do empresário rural. Esses mesmos

autores, com o intuito de orientar o produtor rural, sugerem que a definição do rendimento máximo econômico é de vital importância para o empresário rural, o qual deve visar à máxima lucratividade da exploração agrícola, e não o máximo rendimento. Uma vez definido o rendimento máximo econômico, definir-se-á a tecnologia a ser utilizada.

Vários fatores contribuem para que a produtividade brasileira de milho não alcance patamares mais satisfatórios, sendo a utilização de pouca ou nenhuma tecnologia um dos principais, (BULL & CANTARELLA 1993). Por outro lado esses mesmos autores justificam que, em função do baixo nível de capitalização dos pequenos produtores, apesar de responderem por aproximadamente 60% da produção nacional, não utilizam uma nutrição mineral adequada, o que seria uma das formas de se aumentar a produtividade da cultura.

Santos *et al.* (2009) concordam, apontando que o manejo inadequado do solo, bem como a fertilidade, são fatores que têm contribuído para que não se alcance o potencial produtivo da cultura do milho.

Os ganhos de produtividade de milho nos EUA nas últimas décadas, segundo Cantarella & Duarte (2004), citados por Duete *et al.* (2008), foram proporcionais ao aumento no uso de fertilizantes nitrogenados minerais, associados à alta densidade de semeadura e ao melhoramento genético. Outros fatores que contribuem para a produtividade baixa do milho em média, destaca-se a aplicação de quantidade insuficiente de nitrogênio (N). Nutriente esse absorvido em maior quantidade pelo milho, e que mais influencia no rendimento de grãos, e por sua vez, mais onera o custo de produção da cultura (SILVA *et al.*, 2005; ARAÚJO *et al.*, 2004; SANGOI & ALMEIDA, 1994 citados por DUETE *et al.*, 2008). Enquanto no Brasil a quantidade utilizada desse nutriente no cultivo do milho é, em média, de 60 kg ha⁻¹, nos Estados Unidos é de 150 kg ha⁻¹ e, na China, de 130 kg ha⁻¹ (INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION, 2006).

Além da quantidade de fertilizantes utilizados por unidade de área, Benites (2009) ressalta sua preocupação quanto à eficiência da adubação aplicada, definindo-a como sendo a relação entre a quantidade de fertilizante aplicado ao solo e a quantidade de produto na forma de colheita, podendo a mesma ser expressa em quilos de produto por quilo de nutrientes contidos no fertilizante aplicado.

O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado limitante ao rendimento de grãos do milho, pois o N exerce importante função nos processos bioquímicos da

planta. Ele é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e da clorofila (CANTARELLA, 1993). Além disso, afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (SCHRODER *et al.*, 2000). Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos varie de 20 a 28 kg ha⁻¹ (CANTARELLA, 1993, CITADO POR RAMBO *et al.* 2004).

O nitrogênio (N) é um macronutriente essencial para as plantas, é absorvido e exportado em grandes quantidades nas colheitas, sendo sua recomendação complexa devido à dinâmica de suas transformações no solo, à sua mobilidade e aos fatores que influem no seu aproveitamento pelas plantas (SOUZA & LOBATO, 2004).

A maior fração do N no solo está na forma orgânica, presente na matéria orgânica em diferentes moléculas e com variados graus de recalcitrância, ou como parte de organismos vivos (CANTARELLA, 2007)

Muzilli (2002) destaca o papel do sistema plantio direto na minimização da oxidação da matéria orgânica, contribuindo de forma efetiva para aumentar sua disponibilidade e como estratégia eficaz para promover a liberação gradativa do nitrogênio e outros nutrientes, ajudando a reduzir os riscos de contaminação das águas e os gastos com fertilizantes químicos.

Os compostos nitrogenados são mineralizados por microrganismos do solo. Entretanto, pela dificuldade oferecida pelas formas mais resistentes e que constituem a fração maior do reservatório, somente uma fração se torna disponível para a planta num dado ano agrícola (MALAVOLTA, 2006).

As quantidades de N na biomassa microbiana são bastante variáveis, uma vez que dependem do manejo do solo e das condições edafoclimáticas. Valores entre 40 a 496 kg ha⁻¹ de N na biomassa microbiana tem sido relatados, com valores médios de 101 a 108 kg ha⁻¹ na camada superficial dos solos (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002, CITADOS POR CANTARELLA, 2007).

Aliado a outras tecnologias, como a modernização da mecanização agrícola, o uso de sementes melhoradas, armazenagem de grãos, defensivos agrícolas, transgênicos, plantio direto a utilização de fertilizantes químicos, tem provocado significativos aumentos na produtividade. A necessidade de se produzir em grande escala, demanda o plantio em grandes áreas. Com o objetivo de identificar o rendimento máximo econômico levou a estudos onde não fosse preciso o

parcelamento na aplicação de fertilizantes, processo este conseguido com o envolvimento dos grânulos do fertilizante com polímeros vegetais, possibilitando a liberação lenta dos nutrientes durante o ciclo da cultura do milho. O domínio desta tecnologia e a popularização da mesma, como forma de redução no preço destes produtos, são aguardados com ansiedade pelos agricultores, pois permitirá o plantio de maiores áreas sem aquisição de novos tratores e implementos, visto que o fertilizante seria aplicado todo no plantio, dispensando a adubação em cobertura.

2.3 NITROGÊNIO ASSOCIADO À PRODUTIVIDADE

Nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho, o que mais influencia a produtividade de grãos e o de manejo mais complexo (DUETE *et al.*, 2008).

Ferreira *et al.* (2001), citando (SABATA & MASON 1992; LANDRY & DELHAVE, 1993; ZHANG *et al.*, 1994), mostra que é conhecida a importância do nitrogênio quanto às suas funções no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila etc., além de ser um dos nutrientes mais relevantes para o aumento da produção. A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto, em consequência do teor de proteína nos grãos de milho. Segundo Killorn & Zourarakis (1992), citados por Ferreira *et al.* (2001), o teor de N nas folhas é muito influenciado pela adubação nitrogenada, e a concentração foliar de nitrogênio reflete sua disponibilidade no solo, sendo que a sua análise pode ser útil na detecção de deficiência de N e, conseqüentemente, na predição de produção de grãos.

Para se obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado é importante determinar as épocas em que esse nutriente é mais exigido pelas plantas, permitindo assim corrigir as deficiências que possam ocorrer no desenvolvimento da cultura. A eficiência da adubação nitrogenada é dependente de condições climáticas, tipo de solo, acidez do solo, conteúdo de argila, cultivares, cultura anterior, distribuição de chuvas, níveis de fertilização nitrogenada e sua interação com outros nutrientes (SIMS *et al.*, 1998, citados por Mar *et al.*, 2003).

A absorção de N pelas plantas de milho ocorre em todo seu ciclo vegetativo, sendo pequena no primeiro mês, aumenta consideravelmente a partir daí, atingindo

taxa superior a $4,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N por dia, durante todo o florescimento (CRUZ *et al.*, 1996, citados por MAR *et al.*, 2003). Entre 25 e 45 dias, a planta de milho chega a acumular 43% do N que necessita e, entre as fases de desenvolvimento pleno, ainda vai absorver 31% de suas necessidades totais (MUZILLI *et al.*, 1989, citados por MAR *et al.*, 2003). Assim, de acordo com Costa & Oliveira (1998) , citados por Mar *et al.*, (2003) o parcelamento visando ao aumento da eficiência da adubação nitrogenada constitui uma prática recomendada.

2.4 O NITROGÊNIO NO SOLO

A eficiência mundial estimada de uso do N em cereais é de apenas 33%. Considerando os 67% de N que não são aproveitados, tem-se uma perda anual de 15,9 bilhões de dólares em fertilização nitrogenada (RAUN & JOHNSON, 1999), além dos prováveis impactos negativos ao ambiente. A lixiviação excessiva de nitrato pode ocasionar a contaminação de corpos d'água (FERNANDES, *et al.* , 2006).

Transformações e perdas de nitrogênio no solo podem ocorrer através de processos conhecidos como: mineralização e imobilização, nitrificação e desnitrificação, lixiviação e volatilização. Quando se utiliza a ureia, como fonte de nitrogênio na superfície do solo, ocorre processo de volatilização; perda de nitrogênio na forma de gás amônia (NH_3) (BONO *et al.*, 2008).

Conforme Ceretta & Fries, (1997), citados por Sangoi *et al.*, (2003), o nitrato (NO_3^-) é a forma mineral de nitrogênio predominante nos solos sem restrição de oxigênio. Devido ao predomínio de cargas negativas na camada arável, a sua adsorção eletrostática é insignificante. Desta forma, o nitrato permanece na solução do solo, o que favorece sua lixiviação no perfil para profundidades inexploradas pelas raízes.

A lixiviação de nitrato é considerada a principal fonte de perda do N disponível às plantas, segundo Errebhi *et al.*, (1998), citados por Sangoi *et al.*, (2003). Ela é influenciada diretamente pelos fatores que determinam o fluxo de água no solo e pela concentração de NO_3^- na solução, conforme White (1987), citado por Sangoi *et al.* (2003). Fatores como sistema de preparo do solo, tipo de solo e forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados podem influenciar tanto o fluxo de água quanto a concentração de nitrato na solução do solo.

O tipo de solo pode ter grande influência na magnitude do processo de lixiviação. Solos argilosos possuem maior capacidade de retenção de nitrogênio, principalmente na forma de NH_4^+ , do que solos arenosos. A maior capacidade de armazenamento de água dos solos argilosos reduz a percolação da água pelo perfil e, conseqüentemente, o arraste de nitrato para camadas inferiores do solo. Além da textura, o conteúdo de matéria orgânica (MO) também pode interferir na lixiviação de nitrato, em função da maior disponibilidade de nitrogênio decorrente da decomposição da MO, principalmente quando a área não está sendo cultivada (SANGOI *et al.*, 2003, CITANDO BORTOLINI, 2000; CAMARGO *et al.*, 1989).

Outro fator que pode influenciar as perdas de N por lixiviação é a forma de aplicação do adubo nitrogenado. Perdas de amônia (NH_3) por volatilização são potencialmente maiores quando os fertilizantes amoniacais e amídicos são aplicados em superfície e em solos secos, conforme Boweester *et al.*, (1985), citados por Sangoi *et al.* (2003). Além disso, a volatilização pode ser intensificada quando os resíduos culturais ficam sobre a superfície do solo. Desta forma, a lixiviação de N pode ser maior quando se incorpora o adubo nitrogenado devido à redução na possibilidade de perdas de N por volatilização, resultando em maiores concentrações deste nutriente na solução do solo (SANGOI, 2003).

No ciclo de cana-soca, as maiores perdas do N-uréia no sistema solo-planta ocorrem quando o fertilizante é aplicado na superfície (TRIVELIN *et al.*, 2002).

2.5 FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA

As principais vantagens dos fertilizantes de liberação lenta, de acordo com Shaviv (2001), citado por Bono *et al.* (2008) são: fornecimento regular e contínuo de nutrientes na época necessária para as plantas; menor frequência de aplicações; redução de perdas de nutrientes por lixiviação, desnitrificação, imobilização e ainda volatilização; eliminação de danos causados a sementes e raízes devido à alta concentração de sais; maior praticidade no manuseio dos fertilizantes; redução da poluição ambiental pelo nitrato, atribuindo valor ecológico à atividade agrícola (menor contaminação de águas subterrâneas e superficiais); redução nos custos de produção.

Segundo Bono *et al.* (2008), umas das alternativas de redução de perdas por volatilização seria o envolvimento da molécula da ureia, por algum produto menos

higroscópico, que permitisse aplicá-la na superfície do solo (N de liberação lenta), possibilitando uma maior penetração, sendo que o processo de hidrólise ocorre no interior do solo, reduzindo consideravelmente as perdas de N na forma de gás amônia. O N de liberação lenta é um produto obtido pela extrusão da mistura de amido e ureia. No processo de extrusão ocorre pré-cozimento do amido sob temperatura elevada e alta pressão. A molécula da ureia fica então retida pelo amido gelatinizado, característica que confere ao produto grande estabilidade e que no solo pode apresentar uma degradação lenta e simultânea de seus componentes.

Trabalhando com diferentes dosagens e diferentes épocas de aplicação, Bono *et al.* (2008), concluíram que a fonte N de liberação lenta proporciona melhoria na qualidade fisiológica das sementes de milho. A emergência a campo é o teste de vigor mais recomendado para ser utilizado, pois é o que está mais correlacionado com a semeadura no campo. Para os mesmos autores, o emprego da adubação nitrogenada aumentou a porcentagem de emergência a campo, principalmente para a fonte N de liberação lenta, a qual foi superior em relação à ureia a partir da dose de 60 kg ha⁻¹ de N na semeadura, 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Conforme Sá, (1993) citado por Cruz *et al.*, (2008), a maior perda de N no Sistema Plantio Direto (SPD) pode ser compensada pela liberação lenta e gradual do material orgânico. Uma alternativa para minimizar o problema, segundo Gonçalves *et al.* (2000), citado por Cruz *et al.* (2008), é manter sempre o solo com cobertura vegetal, com a função de ciclagem de nutrientes na sua biomassa e de cobertura do solo.

Resultados de pesquisas, em condições edafoclimáticas diferentes e que apresentam considerável acúmulo de palha, maior teor de matéria orgânica do solo e maior tempo de adoção do SPD, têm influenciado na recomendação de manejo da adubação nitrogenada no milho, para as condições de cerrado. Isto implica a necessidade de mais estudos, para o entendimento da dinâmica e recuperação do N no sistema solo-planta, e possibilita a tomada de decisão quanto a formas de manejo, para que a disponibilidade de N ocorra em sincronia com a necessidade da cultura (LARA CABEZAS *et al.* 2004; FIGUEIREDO *et al.* 2005).

No sistema plantio direto, tem havido maior preocupação em elevar a disponibilidade de N no início do crescimento do milho, por ser ele, na maioria dos sistemas de produção, cultivado em sucessão a gramíneas. Isto pode significar

comprometimento da quantidade de N disponível para o milho, pois segundo Salet *et al.* (1997), a imobilização de N mineral pela biomassa microbiana é a principal causa da menor disponibilidade de N. Por isso, Bayer (1993) ressalta que a adubação nitrogenada no sistema plantio direto é feita de forma idêntica àquela do sistema tradicional com revolvimento de solo, aplicando-se de 20 a 30% a mais de N na semeadura no sistema plantio direto.

Trabalhando com roseiras e usando arenito zeolítico misturado à ureia, Souza Junior *et al.* (2008) avaliaram, por período de seis dias consecutivos após aplicação dos tratamentos, as perdas de NH_3 por volatilização, e concluíram que a mistura reduziu as perdas de NH_3 por volatilização em média de 35% , demonstrando que o arenito zeolítico apresenta características favoráveis para uso em desenvolvimento de “fertilizantes zeolíticos” de liberação lenta, principalmente com objetivo de proporcionar redução nas perdas de NH_3 por volatilização.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental da Fundação de Ensino Superior de Passos (FESP), Passos – MG , com latitude 20°76'54 S ; longitude 46°63'39 W; altitude 875 m, sob um latossolo vermelho distrófico, tendo o milho como cultura anterior, e primeiro ano do plantio direto no área.

Amostras foram retiradas à profundidade de 0 – 10 e de 10 – 20 cm para realização de análise química e física, e foram enviadas ao laboratório de análises de solo e tecido vegetal da FESP, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização química e física do solo da área experimental

	MO	PH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V
	g/dm ³	CaCl ₂	mg/dm ₃	-----	-----	-----	Cmol _c /dm ₃	-----	-----	-----	%
0-10	19	5	43	2,2	15	6	1	25	23	48	48
0-20	13	4,7	5	1,3	11	4	3	29	16	45	36

	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Saturação de Bases (%)				
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	K	Ca	Mg	Al	H
0-10	4	0,16	1	38	3,2	3,1	4,6	31,1	12	1,7	50,2
0-20	6	0,15	0,7	22	2	0,7	2,8	24,3	8,8	5,7	58,3

	Argila	Silte	Areia	SBCS
	-----g / kg-----	-----	-----	-----
0-10	270	163	567	Franco-argiloarenosa
0-20	288	170	541	Franco-argiloarenosa

Com base na saturação por bases inicial (V%) do solo , ele foi corrigido utilizando calcário dolomítico (PRNT de 80%), na dose de 1,0 ton ha⁻¹, com objetivo

de elevar a saturação de bases do solo (V%) a 60%, conforme Alves *et al.* (1999). A calagem foi realizada 90 dias antes do plantio (15-09-2009), com o calcário sendo aplicado em superfície.

A área foi dessecada em 30 de outubro de 2009, utilizando dessecante a base de glifosato, na dose de 5,0 litros ha⁻¹ do produto comercial e reaplicado à véspera do plantio, usando a mesma dosagem.

Utilizou-se a semeadura direta em 21 de dezembro de 2009 para implantação do estudo, com 5 cm de profundidade e utilizando o híbrido BM – 207. A densidade de semeadura foi de 55.000 plantas por hectare, com 3,8 plantas por metro linear.

A adubação foi de fósforo, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e potássio 60 kg ha⁻¹ de K₂O, tendo como fonte de fósforo, o superfosfato simples (18% P₂O₅) e o como fonte de potássio, o cloreto de potássio (58% de K₂O). A ureia convencional (46% de N) e ureia protegida (40% de N) como fonte de nitrogênio, com as dosagens variando de acordo com os tratamentos propostos. A ureia protegida é produzida pela empresa Agroplanta, com sede em Batatais – SP.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Cada parcela foi composta por 6 linhas, espaçadas entre si de 70 cm, por 10 metros de comprimento, tendo 42 m², sendo as linhas laterais, uma em cada lado, e dois metros em cada ponta, consideradas como bordadura, perfazendo uma área útil de 16,80 m², colhendo-se os 4 metros centrais da parcela.

Os tratamentos T3, T4, T5, T6, T7 foram compostos por doses de 120, 96, 72, 48, 24 kg N ha⁻¹, respectivamente, aplicados todo no plantio. No tratamento T2, utilizou-se ureia convencional 120 kg ha⁻¹ de N, sendo 30% do N aplicado no plantio e 70% aplicado em cobertura, tendo as plantas 15 dias de germinadas, incorporando-a a 5 cm de profundidade e a uma distância de 20 cm das plantas e testemunha, T1, sem aplicação de N.

A adubação foi ajustada para que se obtivessem mesmos níveis de fósforo e potássio em todos os tratamentos, seguindo os critérios de adubação para alcançar uma produtividade de 6 a 8 toneladas de grãos por hectare, conforme recomendação de Alves *et al.* (1999).

A adubação foi complementada com fertilizante foliar, usando-se produto quelatizado com micronutrientes na dose de 2,0 L ha⁻¹, aplicados no dia 12 de janeiro de 2010, associados a inseticida fosforado, para controle de lagarta do

cartucho na dose de 600 ml ha⁻¹ e volume de calda de 200 L ha⁻¹, quando as plantas estavam com 16 dias de germinadas. Para controle de plantas daninhas, trabalhou-se com Soberan (240 ml ha⁻¹) mais Áureo (960 ml ha⁻¹) mais Atranex (2,0 l ha⁻¹) aplicados dia 15 de janeiro de 2010, com volume de calda de 300 litros ha⁻¹, tendo as plantas 19 dias de germinadas.

A colheita foi realizada em 17 maio de 2010, quando os grãos apresentavam teor de umidade de 15%. As espigas colhidas foram identificadas, levadas ao laboratório, onde foram debulhadas com auxílio de um debulhador elétrico. Os grãos foram pesados em balança eletrônica com capacidade de 20 kg e divisão de 100 gramas e a umidade ajustada para 13%.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2003), com as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial, sendo apresentados na Tabela 2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao concluir o trabalho observamos que os resultados apresentaram uma tendência de aumento linear de produtividade de grãos de milho em função do aumento das doses de fertilizante nitrogenado de liberação lenta, conforme podemos observar na Figura 1.

O tratamento que recebeu 120 kg N ha^{-1} utilizando-se a ureia de liberação lenta, teve uma produtividade cerca de 40% maior do que o tratamento testemunha ou seja produziu 34 sacas ha^{-1} a mais do que a testemunha.

Araújo *et al.* (2004), trabalhando com milho, observaram que houve efeito das doses de N na produtividade, nos teores e quantidade total de N nos grãos e na massa de matéria seca da parte aérea da planta. Segundo os mesmos autores, a produtividade de grãos e o total de N acumulado aumentaram com o aumento das doses de N aplicadas e o efeito das doses de N na produtividade foi linear. Esse aumento indica que a disponibilidade de N foi limitada nas parcelas testemunhas. A aplicação de 240 kg ha^{-1} de N proporcionou a maior produtividade e, em relação à testemunha, aumento de 2.448 kg ha^{-1} (28%) na produtividade de grãos. Esta dose está próxima das citadas por Cantarella (1993) e por Coelho & França (2001), citados por Araújo *et al.* (2004). O primeiro cita que, em várias partes do mundo, a recomendação de N para culturas de milho de alta produtividade, ou seja, maior do que 9.000 kg ha^{-1} , varia de 150 a 300 kg ha^{-1} , e os segundos recomendam o uso de 100 a 200 kg ha^{-1} de N para a cultura de milho irrigada. Segundo Teixeira Filho (2008), o nitrogênio aumentou a produtividade de grãos de trigo até a dose de $118,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, em média, independente do cultivar, fonte de N e época de aplicação.

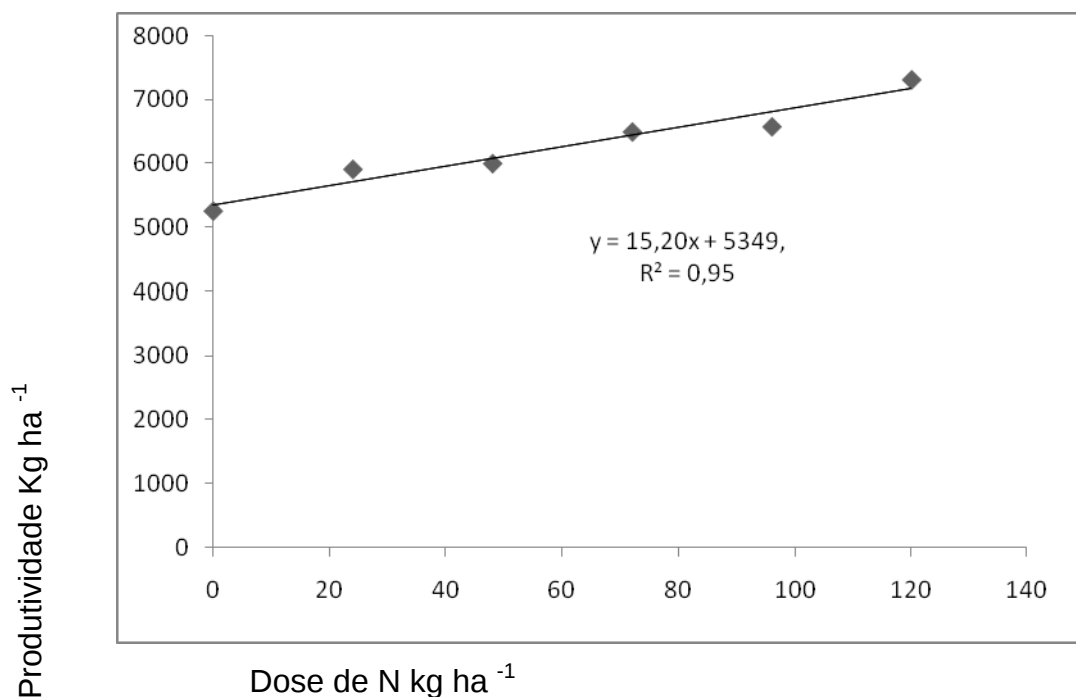


FIGURA 1: Efeito do fertilizante nitrogenado de liberação lenta na produtividade do milho

Tabela 2. Produtividade do híbrido de milho BM 207, comparando a produção de um tratamento com ureia convencional com diferentes doses de ureia de liberação lenta.¹

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)
T1 - Sem N	5259,2 d
T2 - Ureia convencional plantio + cobertura (120 Kg N ha ⁻¹)	6733,5 ab
T3 - Ureia LL (120 Kg N ha ⁻¹)	7314,6 a
T4 - Ureia LL (96 Kg N ha ⁻¹)	6579,2 bc
T5 - Ureia LL (72 Kg N ha ⁻¹)	6498,5 bc
T6 - Ureia LL (48 Kg N ha ⁻¹)	6003,1 c
T7 - Ureia LL (20 Kg N ha ⁻¹)	5912,5 cd
DMS	723,8
CV (%)	4,89

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Nos tratamentos T1(sem N) e T7 (24 kg ha⁻¹ de N, aplicado no plantio com ureia de liberação lenta), as plantas apresentaram menor crescimento que nos demais tratamentos. As plantas dos tratamentos T2 (uréia convencional 120 kg ha⁻¹ aplicado 30% no plantio e 70% aplicado em cobertura) e T3 (120 kg ha⁻¹ de N, aplicado no plantio com ureia de liberação lenta), apresentaram maior crescimento que nos demais tratamentos. Ulloa *et al.*, (1982) e Yamada (1997), citados por Mar *et al.* (2003) comprovaram que dentre os nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, destaca-se o papel que o N desempenha no milho, como constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes de proteínas. Como a formação dos grãos depende de proteínas na planta, a produção do milho está diretamente relacionada com o suprimento de N.

Nos tratamentos T3 e T5, a aplicação de 72 kg ha⁻¹ de N empregando –se uréia de liberação lenta, teve uma produtividade de grãos cerca de 10% menor do que o tratamento que recebeu a maior dose de N de liberação lenta ou seja aproximadamente 13 sacas ha⁻¹ (Figura 2), a menos para uma redução de 48 kg de N ha⁻¹, com uma redução de R\$4,00 na margem líquida, que pode ser visto na Tabela 3.

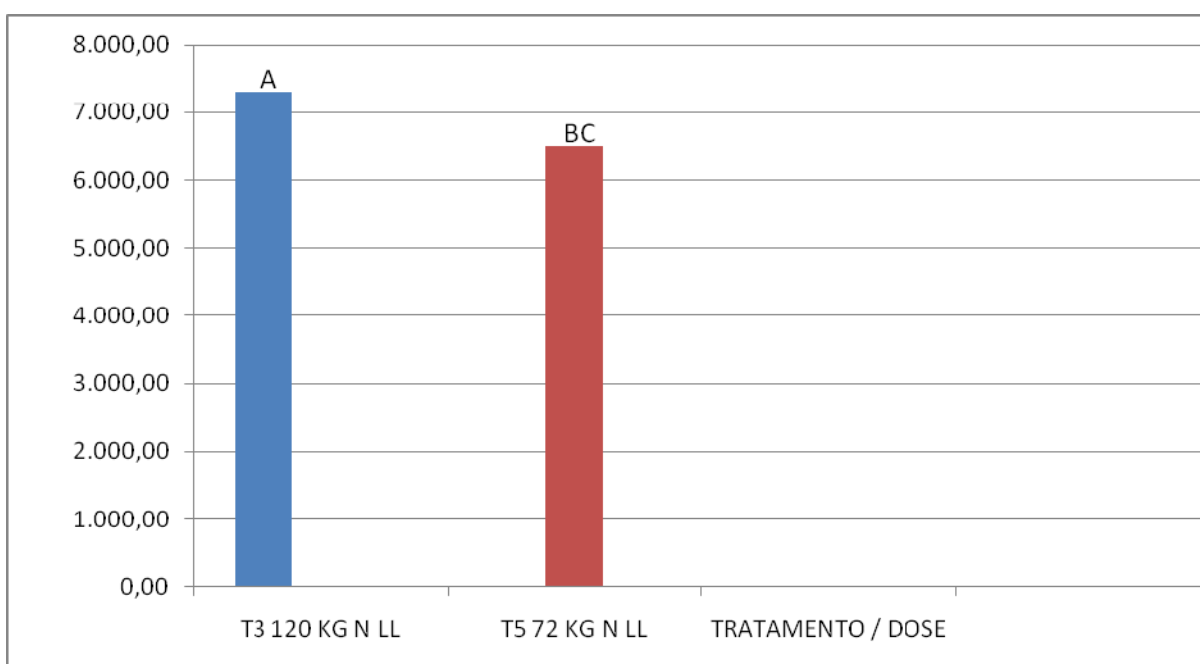


FIGURA 2: Comparativo tratamentos T3 e T5. Produtividade x Dose.

KG N LL (quilos nitrogênio liberação lenta por hectare)

Comparando os resultados entre os tratamentos T2 (ureia convencional 120 kg há⁻¹, aplicado 30% no plantio e 70% aplicado em cobertura), e T5 (72 kg há⁻¹ de N liberação lenta), observou-se que a produção não diferiu, (Figura 3). A diferença de N aplicado entre os tratamentos foi de 48 Kg ha⁻¹, e não diferindo a produção, nos permite deduzir que houve uma maior eficiência do fertilizante nitrogenado de liberação lenta em relação à ureia convencional e que seria possível reduzir em até 40% a dosagem de N em T2, caso não houvesse perda de N, ou fosse utilizado fertilizante nitrogenado de liberação lenta. Como em T2 a ureia foi incorporada ao solo a 5 cm de profundidade, isto nos evidencia que houve perda de 40% do N aplicado, o que confere com as observações de Raun & Johnson, 1999, que dizem que a eficiência mundial estimada de uso do N em cereais é de apenas 33%. Mesmo com redução de 48 Kg N ha⁻¹, a adubação do tratamento T5 se mostrou mais cara em R\$190,80 ha⁻¹, evidenciando o alto custo da ureia de liberação lenta em relação à ureia convencional.

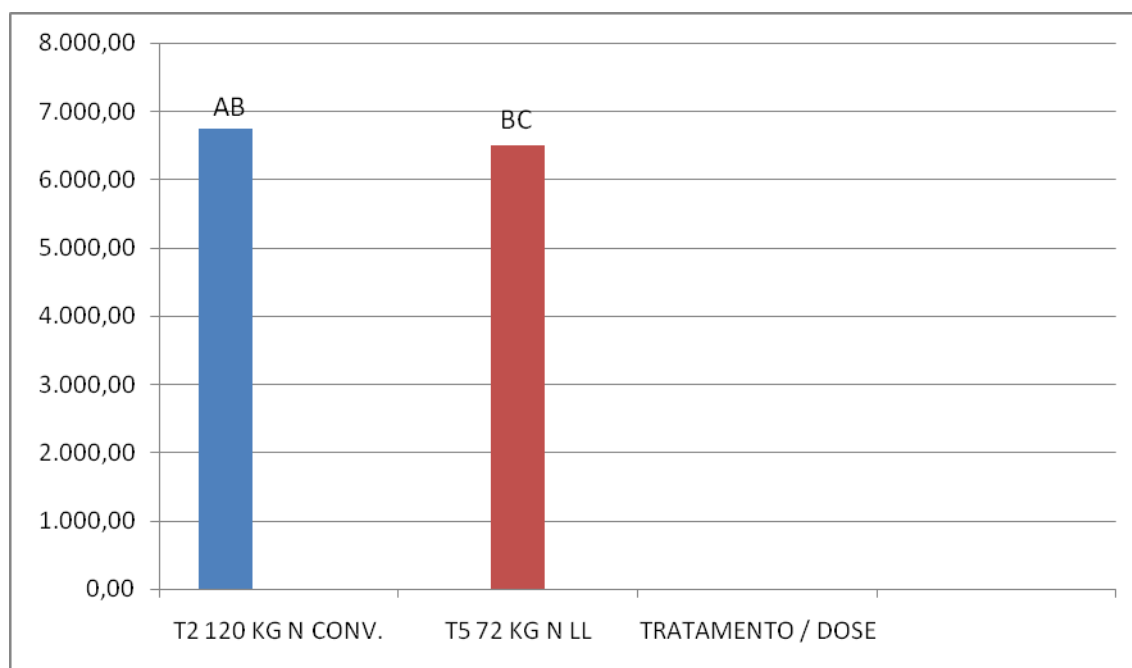


FIGURA 3: Comparativo entre tratamentos T2 e T5. Produtividade x Dose KG N CONV. (quilos nitrogênio convencional por hectare)

Teixeira Filho (2008) cita estudos conduzidos por Machado e Magalhães (1973) sobre fontes de N de liberação lenta (uréia recoberta), em comparação com formas mais solúveis (ureia e sulfato de amônio), não evidenciaram diferenças na produtividade de arroz e nos teores de NH_4^+ e NO_3^- , no solo. Resultados

equivalentes foram também obtidos por Magalhães (1976) e, segundo Grove *et al.* (1980), citados por Teixeira Filho, (2008), a ureia recoberta com enxofre e o nitrato de amônio revestido com calcário não promoveram produtividades superiores às obtidas com a ureia e com o sulfato de amônio.

Também Marcelino, (2009), conduzindo experimento em campo, observou que o tratamento da ureia com dicianodiamida (DCD) também aumentou a eficiência de uso do N da uréia pelas plantas de milho, porém, o inibidor não proporcionou incrementos no rendimento de grãos.

Não houve diferença significativa na produtividade de grãos de milho quando se compara a aplicação de 120 kg N ha⁻¹ de diferentes maneiras: todo no plantio, utilizando a uréia de liberação lenta ou parte no plantio e o restante em cobertura e enterrada, empregando a ureia comum (Figura 4). Observa-se uma vantagem em favor da ureia convencional tanto em custo quanto em margem líquida, que pode ser verificado na Tabela 3. Este resultado deixa claro a necessidade de continuar trabalhando nesta linha de pesquisa, para que os fertilizantes de liberação lenta possam se tornar mais competitivos, visto que a facilidade de manejo da cultura com o uso destes se torna mais fácil.

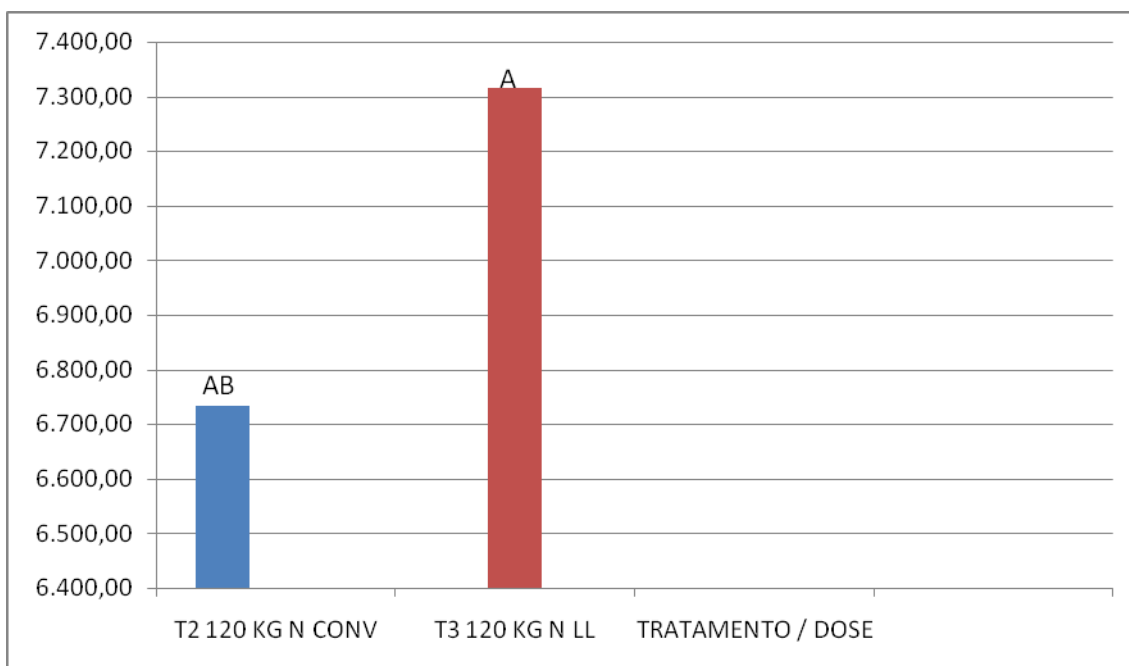


FIGURA 4 – Comparativo entre T2 e T3. Produtividade x Dose
Kg N LL (quilos nitrogênio Liberação Lenta por hectare - ureia)
Kg N CONV. (quilos nitrogênio convencional por hectare- ureia)

Tabela 3 – Custo de adubação, custo por saca com 60 kg de peso, receita por hectare, margem líquida.

Trat.	Custo adubação	Produtividade	Custo	Receita	Margem líquida ¹
	R\$ / ha	(kg / ha)	R\$ /sc	R\$ / ha	R\$ / há
T1	319,00	5.259,20	R\$ 3,64	R\$ 2.191,33	R\$ 1.872,33
T2	632,20	6.733,50	R\$ 5,63	R\$ 2.805,63	R\$ 2.173,43
T3	1.159,00	7.314,60	R\$ 9,51	R\$ 3.047,75	R\$ 1.888,75
T4	991,00	6.579,20	R\$ 9,04	R\$ 2.741,33	R\$ 1.750,33
T5	823,00	6.498,50	R\$ 7,60	R\$ 2.707,71	R\$ 1.884,71
T6	655,00	6.003,10	R\$ 6,55	R\$ 2.501,29	R\$ 1.846,29
T7	487,00	5.912,50	R\$ 4,94	R\$ 2.463,54	R\$ 1.976,54

¹Margem líquida = Receita – custo adubação.

Para que os custos de adubação (R\$ / saca) entre os tratamentos T2 e T3 fossem iguais, a produtividade do tratamento T3 deveria ser cerca de 68% maior que a produtividade de T2.

A utilização de ureia + polímero na dose de 30 kg de N ha⁻¹ proporcionou maior retorno econômico. É o que ficou demonstrado nos trabalho conduzido por Santos *et al.*, (2009), onde se avaliaram técnica e economicamente , doses e fontes de N convencional e protegido, aplicado em cobertura na cultura do milho.

Embora os fertilizantes nitrogenados de liberação lenta possam ter sua dose aplicada toda no plantio, o que facilita sobremaneira o manejo da cultura, constatou-se que, mesmo tendo a produtividade aumentada, o custo apresentado foi superior aos obtidos com o tratamento convencional (parcelamento do N em plantio + cobertura), reduzindo assim a margem de lucro obtida. Civardi *et al.* (2011), trabalhando com ureia convencional e uréia revestida, concluíram que a ureia comum incorporada ao solo propicia maior rendimento de grãos de milho e maior lucratividade do que a ureia revestida aplicada em superfície e que a redução da

dose de ureia revestida com polímeros promove redução no rendimento de grãos do milho.

Analisando ainda o Tabela 3 , observando os tratamentos em que foi aplicada ureia de liberação lenta,ou seja T3, T4, T5, T6, T7, verificou-se que a rentabilidade foi maior quando a dose de fertilizante foi menor, evidenciando que o incremento na produtividade não cobriu os gastos com a ureia de liberação lenta, mostrando que lucratividade não é sinônimo de lucratividade.

6. CONCLUSÕES

- A) Dos tratamentos em que se utilizou ureia de liberação lenta, o que apresentou maior receita líquida foi o que recebeu a menor dose de fertilizante.
- B) Há a possibilidade de aumento na capacidade operacional das máquinas, visto que todo N pode ser aplicado no plantio, não sendo necessário voltar para realizar a adubação em cobertura.
- C) Mesmo tornando mais fácil o manejo da cultura e permitindo melhores produtividades, o alto custo do fertilizante nitrogenado de liberação lenta diminuiu a margem de lucratividade, mostrando ser necessário trabalhar para que essa tecnologia de produção de fertilizante possa ser utilizada em maior escala.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, V. M. C. et al. Sugestões de adubação para grandes culturas anuais e perenes: Milho, In: **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. cap.18, pag. 314 – 316,

ARAUJO, L. A. N. ; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M.C . P.. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira** , Brasília, v. 39, n. 8, ago. 2004.

BAYER, C. Manejo da fertilidade do solo na cultura do milho. In: BRESOLIN, M., ed. **Contribuição para a cultura do milho para o estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação de Ciência e Tecnologia-CIENTEC, 1993. p.71-93.

BENITES, V. de M. Eficiência no uso de fertilizantes em sistema de plantio direto, In: **Centro Tecnológico Comigo: resultados 2009**. Rio Verde – Go, 2009. p.15-19.

BONO, J A. M.;*et al* . Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agrarian**, v.1, n.2, p.91-102, out./dez. 2008. Disponível em <br/conabweb/download/safra/2graos_09.10.pdf.>. Acesso em: 30 nov. 2009.

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Normas e padrões de nutrição e alimentação animal**: revisão 2000. Brasília, 2000. 152 p.

BULL, L. T. ; CANTARELLA, H. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. 301p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. *et al*. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CIVARDI, E. A.; *et al.* Uréia de liberação lenta aplicada superficialmente e uréia comum incorporada ao solo no rendimento do milho, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, jan./mar. 2011.

Disponível em <www.agro.ufg.br/pat> Acesso em: 16 set. 2011.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 101, mar. 2003. (Encarte técnico).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** : 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2009/2010: intenção de plantio: segundo levantamento: novembro/2009. [Brasília], 2009. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 16 set. 2011.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo primeiro levantamento, Agosto/2009 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2009. 39 p.

CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; FILHO, I. A. P.; **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**: Circular Técnica. Sete Lagoas: MG: MAPA, 2009. 15p.

CRUZ, S. C. S. *,et al.* . . Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, Feb. 2008 .

DUETE, R. R. C., *et al.* Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa , v. 32, n. 1, Feb. 2008 .

FANCELLI, L. A ; DOURADO NETO,D. **Produção de milho** 2. ed. Piracicaba - SP , 2004. 360p.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L.; CARVALHO, L. A. Internal drainage and nitrate leaching in a corn-black oat-corn succession with two split nitrogen applications. **Sciencia agrícola**, (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 63, n. 5, Oct. 2006 .

FERREIRA, A. C. B. *et al.* Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Sciencia agricola** , Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131 – 138, Mar. 2001.

FIGUEIREDO, C.C. de; *et al.* Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p.279-287, 2005.

HALL,W. Benefits of enhanced-efficiency fertilizers for the environment. In: INTERNATIONALWORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005 Frankfurt. **Proceedings...** Paris: International Fertilizer Industry Association, 2005. CD-ROM.

HAUCK, R.D. ; KOSHINO, M. Slow release and amended fertilizers. In: OLSON, R. .A. ed. **Fertilizer technology and use**. 2.ed. Madilson, Soil Science Society of America, 1971. p. 455 - 495.

LAMMEL, L. Cost of the different options available to the farmers: Current situation and prospects. In: : INTERNATIONALWORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005 Frankfurt. **Proceedings...** Paris: International Fertilizer Industry Association, 2005. CD-ROM.

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

- LARA CABEZAS, W.A.R.; *et al.* Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciencia Rural**, v.34, p.1005-1013, 2004
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L.R.G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas**: aspectos agronômicos. 3. ed. São Paulo: ANDA, 2000. 72p. (Boletim Técnico, 4)
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral das plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MAR, G. D. ; *et al.* Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia** [online], v.62, n.2, pp. 267-274, 2003.
- MARCELINO, R. **Inibidor de nitrificação em fertilizantes nitrogenados e rendimento de milho**.2009. 81 f. Dissertação (mestrado)- IAC, Campinas, 2009.
- MUZILLI, O. Gestão da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Anais ... Águas de Lindoia**, 2002.p. 171.
- RAMBO, L ., SILVA, *et al.* Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, Oct. 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?>>>. acesso em 07 set.2011.
- RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, v.91, p.357-363, 1999.
- SALET, R.L.;*et al.* Por que a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. **Anais...** Passo Fundo, 1997. p.217-219.

SANGOI, L. *et al.* . Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes.

Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 1, fev. 2003.

SANTOS, E. A. *et al.* Avaliação técnica e econômica de doses de nitrogênio convencional e protegido, em cobertura, na cultura do milho, In: **Centro Tecnológico Comigo: Resultados 2009**. Rio Verde. 2009, p.39 – 45.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: INTERNATIONALWORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. **Proceedings...** Paris, International Fertilizer Industry Association, 2005. CD-ROM.

SOUZA JÚNIOR, H.C.M, Volatilização de N-NH₃ do solo após adição da mistura de uréia com zeolita natural aplicada na cultura da roseira. In: **FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental**. [s. l : s. n], 2008.

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

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. ; **Doses, fontes e épocas de aplicação do nitrogênio em cultivares de trigo sob plantio direto no cerrado**, 2008. 80 f.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

TRENKEL, M.E. **Improving fertilizer use efficiency: Controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture**. Paris, International Fertilizer Industry Association, 1997. 151p.

TRIVELIN, P. C. O. *et al* Perdas do nitrogênio da uréia no sistema solo-planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 2, fev. 2002 .

USDA, 2009.

USDA, 2011.

www.portaldoagronegocio.com.br matéria de 07-04-2009, acesso em 19 set.2009.

www.portaldoagronegocio.com.br matéria de 15-08-2008; acesso em 19 set. 2009.

YAMADA, T. O nitrogênio e o potássio na adubação da cultura do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 78, p. 1-4, jun. 1997.

APÊNDICE

Custo por Hectare (insumos + serviços)

INSUMOS	L ou Kg/há	Preço Unitário	Preço / ha
Calcário	1000 kg	R\$ 0,116 / kg	R\$116,00
Glifosato	5 L	R\$ 6,00 / L	R\$30,00
Semente	20 kg	R\$ 15,00 / kg	R\$300,00
Grafite	40 gr	R\$ 6,00 /kg	R\$0,24
Conj. Disco / anel	3 conjuntos	R\$20,00 / conjunto	R\$60,00
Superfosfato Simples	400 kg	R\$0,54 /Kg	R\$216,00
Cloreto de Potássio	103 kg	R\$1,00 /kg	R\$103,00
Uréia convencional	261 kg	R\$1,20/ kg	R\$313,20
Uréia Liberação Lenta	Variável de acordo com o tratamento	R\$2,80 / kg	R\$840,00
Atrazina – herbicida	2,5 L	R\$ 10,00 / L	R\$25,00
Soberan + áureo	0,2 L	R\$ 343,00 / L	R\$68,60
Lannate – inseticida	0,6 L	R\$ 20,00 / L	R\$12,00
Quimifol Arrank	2 L	R\$ 7,00 / L	R\$14,00
agroquímico (EPI)		R\$ 80,00 / unidade	R\$80,00
Total insumos			R\$1.338,04
SERVIÇOS			
Calagem	40 min.	R\$ 60,00 / hora	R\$40,20
Roçagem	1 hora	R\$ 60,00 / hora	R\$60,00
Dessecação	1 hora	R\$ 60,00 / hora	R\$60,00
Plantio	1,5 horas	R\$ 70,00 / hora	R\$105,00
Adubação cobertura	1,5 hora	R\$ 60,00 / hora	R\$90,00
Aplicação herbicida / inseticida / ad. Foliar	1 hora	R\$ 60,00 / hora	R\$60,00

Colheita e debulha	1,5 horas	R\$140,00/ hora	R\$210,00
Total serviços			R\$625,20
Custo total ¹			R\$1.963,24
Produtividade convencional (T2)			112,22 sc/ha
Custo/SC			R\$17,49 / SC
Custo total LL ²			R\$2.400,00
Produtividade LL (T3)			121,91sc / ha
Custo / sc			R\$19,68

¹Custo total utilizando ureia convencional = R\$1963,24/ ha

²Custo total utilizando ureia Liberação Lenta = R\$2400,00 / ha (deduzindo gasto com aplicação em cobertura).