

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

DIEGO FRANCISCO FUENTES AGUILERA

UREIA CONVENCIONAL E REVESTIDA NA CULTURA DO MILHO

**Uberlândia-MG
Setembro-2013**

DIEGO FRANCISCO FUENTES AGUILERA

UREIA CONVENCIONAL E REVESTIDA NA CULTURA DO MILHO.

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

Orientador: Césio Humberto de Brito

Uberlândia-MG

Setembro-2013

DIEGO FRANCISCO FUENTES AGUILERA

UREIA CONVENCIONAL E REVESTIDA NA CULTURA DO MILHO.

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 no dia de de 2013.

Wender Santos Resende

Luciano Ferreira da Fonseca

Prof. Dr. Césio Humberto de Brito
Orientador

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados em coberturas	20
Tabela 2. NH ₃ volatilizado em g.ha ⁻¹ em diferentes dias de avaliação.....	28
Tabela 3. Produtividade e peso de 1000 grãos	30
Tabela 4. Teor de clorofila A,B e Total nas folhas de milho.....	31
Tabela 5. Diâmetro de colmo	32
Tabela 6. Matéria seca	33
Tabela 7. Número de grãos por linha, números de fileiras por espiga e IAF.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados pluviiais no período de amostragem.....	19
Figura 2. Visão geral da área experimental	21
Figura 3. Coletor semi-aberto de PVC	22
Figura 4. Coleta da lâmina de espuma com nitrogênio volatilizado	23
Figura 5. Material verde na casa de vegetação.....	23
Figura 6. Medição da largura da folha de milho	25
Figura 7. Perda de NH ₃ por volatilização em g.ha ⁻¹ por amostragem	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITARATURA.....	10
2.1 Cultura do milho.....	10
2.2 Importância do nitrogênio para a cultura do milho	11
2.3 Nitrogênio no solo	13
2.4 Ureia como fonte de nitrogênio	16
2.5 Fertilizantes revestidos	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Localização do experimento e características do local.....	19
3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	19
3.3 Instalação do experimento	20
3.4 Avaliações	21
3.4.1 Volatilização de nitrogênio.....	21
3.4.2 Medida indireta no teor de clorofila (SPAD)	23
3.4.3 Diâmetro de colmo	24
3.4.4 Matéria Seca	24
3.4.5 Número de grãos por linhas e fileiras por espigas.....	24
3.4.6 Índice de Área Foliar	25
3.4.7 Massa de 1000 grãos	25
3.4.8 Produtividade de grãos	26
3.5 Análises estatísticas	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Volatilização de nitrogênio.....	27
4.2 Produtividade e peso de 1000 grãos	29
4.3 Medição indireta de clorofila (SPAD).....	30
4.4 Diâmetro de colmo	32
4.5 Matéria Seca	33
4.6 Número de grãos por linha, número de fileira por espiga e IAF.....	34
5 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37

RESUMO

Atualmente a cultura do milho (*Zea mays* L.) está entre as de maior importância nacional e mundial, principalmente pela sua participação na economia juntamente com seu lado social, sendo a principal fonte de alimentação animal em diversos países. Apesar do alto potencial produtivo há muitos fatores que contribuem para baixos níveis de produtividades no Brasil como condições adversas a cultura, a utilização de híbridos não adaptados a determinadas condições edafoclimáticas, o manejo inadequado da população de plantas e manejo inadequado de fertilizantes. Assim este trabalho objetivou verificar a volatilização de amônia e avaliar aspectos biométricos e a sua produtividade da cultura do milho, em função da aplicação de ureia convencional e a revestida com polímeros. O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental da empresa Basf, localizada a 18°54'05" S e 48°09'43" O, à 920 m de altitude, situada no município de Uberlândia (MG), às margens da BR 365, em uma área experimental, sob o plantio convencional. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com 5 repetições com parcelas de 20m². Os tratamentos consistiram na aplicação de ureia revestida com polímeros e ureia convencional a uma contração de 45% de nitrogênio. As duas formas de fertilizantes foram aplicadas nas doses de 90 e 150 kg.ha⁻¹ de ureia. A ureia foi pesada na quantia correspondente as doses programadas para cada entrelinha de todas as parcelas. A aplicação foi feita manualmente quando as plantas de milho estavam no estágio V4, tomando todos cuidados para que o fertilizante fica-se uniformemente distribuído. As avaliações realizadas foram volatilização do nitrogênio, índice de área foliar, clorofila, diâmetro de colmo, matéria seca, número de grãos por linha, número de fileira por espiga, peso de 1000 grãos e produtividade da cultura do milho. Nas condições não houve redução na quantidade de amônia volatilizada com ureia revestida e não houve diferença entre os tratamentos de ureia convencional e revestidas em aspectos biométricos e produtividade da cultura do milho.

Palavras chaves: *Zea mays* L; Nitrogênio; Volatilização

ABSTRACT

Currently the maize (*Zea mays L.*) is among the most important national and world mainly for its participation in the economy along with its social side , the main source of animal feed in several countries . Despite the high yield potential there are many factors that contribute to low levels of productivity in adverse conditions such as Brazil culture , the use of hybrids not adapted to certain environmental conditions , improper management of plant population and inadequate management of fertilizers . This study aimed to verify ammonia volatilization and evaluate biometric aspects and productivity of maize , depending on the application of conventional urea and polymer coated . The test was conducted at the Experimental Farm of the company BASF , located at 18 ° 54'05 " S and 48 ° 09'43 " W, at 920 m altitude , located in Uberlândia (MG) , the BR 365 , in experimental under conventional tillage . The experimental design was a randomized block with 5 replicates with plots of 20m² . Treatments consisted of application of polymer coated urea and conventional urea to a contraction of 45 % nitrogen . The two types of fertilizers were applied at doses of 90 and 150 kg ha⁻¹ of urea. The urea was weighed in an amount equal doses programmed for each spacing of all parcels . The application was made manually when maize plants were at the V4 stage , taking all precautions so that the fertilizer is uniformly distributed. The evaluations were volatilization of nitrogen, leaf area index , chlorophyll, stem diameter , dry weight , number of kernels per row and number of rows per ear, 1000-grain weight and yield of maize . Conditions there was no reduction in the amount of ammonia volatilized with coated urea and no difference between the treatments and conventional urea coated in biometric aspects and productivity of maize .

Key words : *Zea mays L.* ; Nitrogen ; Volatilization

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a cultura do milho (*Zea mays* L.) está entre as de maior importância nacional e mundial, principalmente pela sua participação na economia juntamente com sua função social, sendo a principal fonte de alimentação animal em diversos países. O milho na agricultura brasileira tem papel fundamental no manejo de rotação de cultura, principalmente com soja e algodão, sendo incorporado a diferentes sistemas de produção brasileiros.

Apesar do alto potencial produtivo, evidenciado pelos tetos de produtividades chegando a 15 t ha⁻¹ de grãos, no Brasil a média de produtividade do milho ainda é baixa não chegando a 6 t ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2013). Os fatores que contribuem para baixos níveis de produtividades no Brasil são condições adversas a cultura de algumas regiões, a utilização de híbridos não adaptados a determinadas condições edafoclimáticas, o manejo inadequado da população de plantas e manejo inadequado de fertilizantes (EMBRAPA, 2002).

A utilização incorreta de fertilizantes tem interferência direta na nutrição eficiente da planta de milho, sendo um dos fatores primordiais para o alcance de altas produtividades. Nesse contexto, Deve-se ter maior atenção ao manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho, pois juntamente com o potássio são os nutrientes mais extraídos pela planta, proporcionando maior interferência na produtividade. Então o manejo correto dos fertilizantes nitrogenados tem papel fundamental para disponibilizar o nutriente no momento exato que a planta necessita.

A adubação nitrogenada em cobertura é um dos manejos mais complexos e difíceis realizados na cultura, pois esse nutriente apresenta diversas reações químicas que ocorrem no solo que também se relacionam a condições climática, como chuvas ou secas, que ocasionam uma grande quantia de perdas no sistemas de cultivos e seu menor aproveitamento pela planta. Para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, a utilização de fertilizantes de liberação lenta por inibidores e polímeros que dificultam a transformação do N em uma estrutura menos estável no ambiente, pode ser a saída mais eficiente no manejo desse fertilizante. (CANTARELLA, 2007).

Os adubos nitrogenados de liberação lenta se caracterizam por disponibilizar em quantias menores os nutrientes para a planta por um maior tempo para a sua absorção e menor perda. Os grânulos de fertilizantes são recobertos por uma película de polímeros de diferentes substâncias, sendo que esse revestimento atualmente é uma grande opção

para o revestimento da ureia, que é o principal adubo nitrogenado utilizado atualmente na cultura do milho e que apresenta perdas por volatilização.

O trabalho objetivou quantificar a volatilização da amônia, avaliar aspectos biométricos e a produtividade da cultura do milho em função da utilização de ureia revestida com polímeros e ureia convencional.

2 REVISÃO DE LITARATURA

2.1 Cultura do milho

Pertencente a família *Poaceae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* é uma monocotiledônea, monóica, alógama e que apresenta $2n=2x=20$ cromossomos. (DOURADO NETO; JUNIOR, 2008)

O Centro de origem da cultura do milho é o continente americano, sendo que a partir desse ponto houve a dispersão para outros continentes, atualmente cultivado em quase todas as regiões do mundo. São aceitas três hipóteses para a origem do milho, a primeira relata que o milho, teosinte (*Euchlaena mexicana*) e tripsacum originaram-se de um ancestral comum, a segunda suposição descreve a origem do milho a partir do teosinto e a terceira conjectura prevê que o teosinto é originado do milho (MANGELSDORF, 1974 apud DOURADO NETO & JUNIOR, 2008)

Os grãos do milho são constituídos em sua maioria por 70% de carboidratos, 10% de proteínas sendo sua composição distribuída entre albuminas, globulinas e glutelinas e 4% de lipídios sendo o restante de minerais e vitaminas (FORNASIERI FILHO, 2007). Devido a sua constituição de nutrientes, o grão de milho apresenta grande importância econômica por ser matéria prima para alimentação animal e humana, além de servir para outros fins como indústrias farmacêuticas, têxtil, bebidas, papel, óleos e além da demanda desse grão para produção de biocombustível (SILVA et al., 2009)

Com o aumento da demanda mundial de grãos, que segue em ritmo crescente, principalmente pelo fato da população dos países emergentes aumentar o consumo per capita de proteína animal, sendo o milho o principal componente da ração fornecido aos animais, a previsão que na safra 2014/2015 haverá o consumo e produção de um bilhão de toneladas de milho (BRANDALIZZE, 2013).

Nos anos dois mil o milho ultrapassou o trigo como o grão mais produzido no mundo, sendo que através dessa década o volume produzido vem crescendo linearmente, para safra 2012/13 (BRANDALIZZE, 2013). United State Department of Agriculture prevê a produção mundial de milho em 857 milhões de toneladas, seguida pelo trigo com aproximadamente 655 milhões de toneladas. O EUA apesar da seca que atingiu importantes áreas produtoras, como o Corn Belt, continuam como o maior produtor mundial de milho com 273,8 milhões de toneladas de milho na safra 2012/13

seguido pela China com 208 milhões de toneladas e Brasil com 76 milhões de toneladas (USDA, 2013).

A planta de milho é altamente especializada na produção de grãos, sendo que em condições ideais de água, luz e nutrientes, ela pode expressar seu potencial produtivo (BULL, 1993).

Assim quando essa planta sofre perturbação do ambiente, seja ela condições estresse hídrico, deficiência nutricional, ataque de pragas e doenças e interferências de plantas infestantes sendo a expressão do potencial produtivo reduzida (FORNASIERI FILHO, 2007).

Uma das variáveis que determinam um bom desempenho na produção de grãos pelo milho é a disponibilidade de nutrientes para a planta, dentre os quais se destaca o nitrogênio que participa da constituição de proteínas e enzimas fundamentais para o desenvolvimento e crescimento da planta (MARSCHNER, 1995).

2.2 Importância do nitrogênio para a cultura do milho

A cultura do milho é extremamente exigente ao nitrogênio, em diferentes quantidades no decorrer dos seus estádios fenológicos (FANCELLI, 2000). Segundo Cobucci (1991) a planta de milho é muito responsiva a adubação nitrogenada por interferir em diversas características direta e indiretas, como o crescimento da planta e sua produtividade.

A planta de milho exige uma quantidade de nitrogênio para que possa se desenvolver, pois esse nutriente é essencial na estrutura da planta fazendo parte de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas, sendo ainda ativador de muitas enzimas (MALAVOLTA, 2006). Além disso, a planta necessita desse macronutriente para processos vitais em seu metabolismo como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995)

A utilização do nitrogênio no metabolismo da planta ira resultar vegetação verde e abundante, aumento na área foliar e dos teores de proteínas das plantas alimentícias, rápido crescimento (MALAVOLTA, 2006). Bull (1993) relata que a concentração ideal de nitrogênio na folha de uma planta de milho em torno de 27,5 e 32,5 g.kg⁻¹. Segundo Killorn e Zourarakis (1992) a concentração de nitrogênio foliar é afetada pela eficiência do adubo aplicado durante o manejo da cultura, sendo que a análise foliar é uma ferramenta a ser trabalhada para posteriores safras.

Plantas bem nutridas com nitrogênio têm maior capacidade assimilar o CO₂ e sintetizar fotoassimilados, pois o nitrogênio faz parte das proteínas que mantêm a integridade estrutural e funcional da fotossíntese, além de compor a estrutura das clorofilas. As plantas C₄ como o milho necessitam menos nitrogênio que plantas de metabolismo C₃, destinado a fotossíntese, sendo que a rubisco constitui 25% da proteína foliar solúvel e a PEP carboxilase corresponde a 10% da mesma (KERBAUY, 2008).

A produtividade do milho é intimamente ligada ao ciclo do carbono e do nitrogênio, sendo esses determinantes diretamente no acúmulo de matéria seca pelos grãos (MACHADO et al.,1992)

Segundo Gomes et al. (2007) o nitrogênio é o elemento que mais impacta o potencial produtivo do milho, ou seja sem esse elemento a planta de milho sofre grande deficiência em seu metabolismo não conseguindo desenvolver satisfatoriamente. Para produção de 1 tonelada de grãos, a cultura do milho necessita absorver aproximadamente 18 a 20 kg de nitrogênio dos quais 15 kg são exportados nos grãos (FANCELLI, 2000).

A planta de milho absorve os adubos nitrogenados na forma nítrica (NO₃⁻), que posteriormente será reduzido a amônia, envolvendo duas enzimas, a redutase de nitrato que é ativada pelos micronutrientes molibdênio e ferro, e a redutase de nitrito que transforma nitrito em amônio para sua assimilação em aminoácidos (YAMADA, 1996).

A absorção de nitrogênio pela planta de milho inicia-se em pequenas quantidades na germinação e emergência, sendo que quando a planta atinge quatro folhas completamente desdobradas, o sistema radicular em desenvolvimento já apresenta uma quantidade satisfatória de pêlos absorventes que estimulam a absorção de nitrogênio em maior quantidade. Nessa fase ocorre o início do processo de diferenciação floral originando-se os primórdios da panícula e da espiga, estágio no qual o milho define seu potencial produtivo, implicando na necessidade de 30 a 50kg de N.ha⁻¹ disponível nesse momento (IOWA STATE UNIVERSITY apud FANCELLI, 1997). Posteriormente há um aumento linear de absorção, sendo seu pico entre 40 e 60 dias após a germinação, decaindo até o florescimento, onde a planta poderá absorver mais uma quantia de nitrogênio (FRANÇA et al.,1994).

Utilizando ¹⁵N Gava et al.,(2006) verificaram que do total do nitrogênio acumulado na parte aérea de plantas aproximadamente 25% proveniente do fertilizante, sendo o restante proveniente em outras fontes. Lara Cabezas et al. (2000) obtiveram valores de recuperação de 31 e 28% pela planta.

Assim o nitrogênio tem um papel extremamente importante na produtividade do milho, pois limita o crescimento da planta (MALAVOLTA, 1977) diminuindo assim a área foliar e número de grãos por planta. Ferreira et al.(2001) avaliaram as doses de 0, 70, 140 e 210 kg.ha⁻¹ de nitrogênio na cultura do milho observou um aumento no número de espiga por plantas, peso da espiga com palha, peso de 1000 grãos e produção de grãos com o incremento das doses de nitrogênio.

Vários fatores podem influenciar a adubação nitrogenada na cultura do milho destacando: o perfil do solo em que se encontra a raiz, o tempo de cultivo desse solo, rotação de cultura, intensidade chuva, disponibilidade de outros nutrientes se destacando o molibdênio e o teor de matéria orgânica do solo (SOUSA;LOBATO, 2004).

Por sofrer grande influência das características do solo e clima, a aplicação do adubo nitrogenado ocorre em parcelas sendo colocado de 1/5 a 1/3 no sulco de semeadura e o restante em cobertura (SOUSA;LOBATO, 2004). Ensaio em safras consecutivas conduzidos por Suhet et al. (1985) citado por Souza e Lobato (2004) mostrara que o parcelamento da dose de nitrogênio resultou no incremento da produtividade da cultura do milho.

2.3 Nitrogênio no solo

O macronutriente nitrogênio apresenta alto dinamismo no solo, passando por diversas transformações químicas e biológicas. Devido a rapidez de modificação do seu estado físico, a adubação nitrogenada tem baixa capacidade residual, assim não permitindo uma maior extração da cultura, que no caso do milho necessita altas doses desse fertilizante (LANGE, 2002).

Por apresentar versatilidade nas reações de oxirredução, ele se oxida e reduz com grande facilidade, sendo encontrada desde formas muito reduzidas como a amônia até oxidadas como o nitrato, sendo um fator importante nos ciclos biogeoquímicos e no metabolismo da plantas (CANTARELLA, 2007)

Naturalmente o nitrogênio é disponibilizado no solo de duas maneiras, a primeira pela conversão do nitrogênio atmosférico em óxidos por descargas elétricas e a segunda é a fixação biológica do nitrogênio presente no ar por bactérias principalmente do gênero *Rhizobium* (RAIJ,1991).

O nitrogênio no solo está em sua grande maioria na forma orgânica, sendo esse estado muito pouco absorvido pelas plantas, e muito pouco na forma inorgânica na qual

encontra-se assimilável pela planta. A grande supridora de nitrogênio para a o solo é a atmosfera, rica em um gás inerte que quando fixado bioquimicamente fica disponível para a solução do solo (SOUZA;LOBATO, 2004).

A dinâmica do nitrogênio é bem intensa, podendo ocorrer vários processos dentre eles: Nitrificação, mineralização, imobilização, volatilização e lixiviação (STEWART;JARAMILO, 2009).

A mineralização é o processo em que o nitrogênio contido na matéria orgânica do solo, ou seja, em compostos orgânicos através da atividade de microrganismos presentes no solo decompõem esses compostos disponibilizando assim o nitrogênio para as plantas (STEWART;JARAMILO, 2009).

A imobilização é a rota inversa da mineralização onde o microrganismo por algum tempo imobiliza o nitrogênio orgânico e inorgânico em seu corpo posteriormente quando completam seu ciclo disponibilizam esse nitrogênio para o ambiente (SOUZA&LOBATO,2004).

A imobilização e a mineralização ocorre ao mesmo tempo no solo, a proporção de ocorrência esta intimamente ligada a constituição dos restos culturais onde a relação de carbono e nitrogênio baixa ocorrerá maior mineralização da matéria orgânica e relação alta favorece a imobilização do nitrogênio. Lara Cabezas et al. (2005) visando identificar a imobilização do nitrogênio realizada por microrganismo em solos argilosos do cerrado utilizaram como fontes a ureia e o sulfato de amônio aplicados em pré semeadura na sucessão de aveia preta, verificando em seu experimento que o N imobilizado não foi fator limitante na disponibilidade de N para a planta de milho.

A nitrificação é o processo que através de bactérias nitrificadoras há transformação nitrogênio amoniacal e nitrogênio nítrico. Essa transformação ocorre melhor em solos drenados, onde há boas condições de crescimento da bactéria e das plantas cultivadas. Já o processo de desnitrificação ocorre na ausência de oxigênio, sendo muito comum em solos alagados, onde o nitrogênio na forma nítrica é transformado pelas bactérias em N_2 (SOUZA&LOBATO,2004).

A lixiviação ocorre com NO_3^- no solo por movimentar-se livremente na solução do solo. Devido a sua carga negativa, o nitrato apresenta adsorção nos solos praticamente nula. Assim essa forma mineral de nutriente que é predominante nos solos sem deficiência de oxigênio é lixiviado através do perfil do solo pela água (CERETTA;FRIES,1997). Suhet et al. (1985) estimaram o índice de lixiviação de NO_3^- entre 1 e 1,5 mm através do perfil do solo, por mm de chuva em solo argiloso. Esse

nitrogênio além de ocasionar queda da fertilidade do solo, pode resultar em riscos ambientais para os lençóis freáticos (BOLOGNA et al., 2006)

Em solos que tem um bom arejamento, com condições aeróbicas e altas temperatura, há maior oxidação do N amoniacal para nitrato em menor tempo, assim segundo Cantarella (2007) os adubos amoniacais são disponibilizados na forma de nitrato em um tempo menor. Souza e Lobato (2004) relatam que depois de 3 semanas o adubo amoniacal é convertido na forma nítrica depois de aplicado no solo, e disponível para a planta de milho.

Outro processo que resulta em perdas de nitrogênio para o ambiente é a volatilização do gás NH_3 , sendo um dos principais fatores pela baixa eficiência da ureia na adubação por cobertura (CANTARELLA et al., 1999).

A atividade humana ocasionou o aumento da emissão de amônia para atmosfera (ANEJA et al., 2003), sendo a agricultura responsável por até 80% da emissão de NH_3 proveniente em sua maioria de estrume animal e fertilizantes (ANEJA et al., 2008)

A quantidade volatilizada de amônia na superfície onde foi aplicado adubos nitrogenados é controlada por vários fatores de interação, como a característica do solo e fatores climáticos que são pouco estimáveis (McGINN; JANZEN, 1998).

A volatilização do NH_3 depende do pH, poder tampão e tipo de solo, a temperatura e umidade, sendo a quantidade de restos vegetais nesse solo um dos fatores que mais influenciam a volatilização, devido a enzima urease (HARGROVE, 1988)

A perda de nitrogênio por volatilização da amônia é um dos fatores que proporcionam uma menor eficiência no aproveitamento da ureia aplicada sobre a superfície sem sua incorporação no solo (STUMPE, 1985). Para a volatilização da ureia é necessária a enzima urease, que é sintetizada por bactérias e fungos do solo que se originam de restos culturais, assim a ureia aplicada pode ser rapidamente hidrolisada em 2 a 3 dias, sendo dependente também da temperatura e umidade do solo.

Essa amônia que volatilizada é resultado de dois processos, primeiro ocorre na mineralização da matéria orgânica, e o segundo da hidrólise de fertilizantes aplicado, sendo que a proporção de volatilização aumenta com o pH mais alto (MELO, 1978 apud ZAVACHI, 2010)

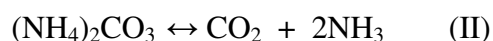
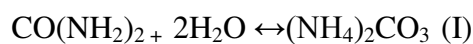
2.4 Ureia como fonte de nitrogênio

As principais fontes de nitrogênio atualmente utilizadas no Brasil são nitrato de amônio, sulfato de amônio, diamôniofosfato e o monoamônio fosfato e a ureia, sendo a última o fertilizante nitrogenado mais comercializado no Brasil (IPNI, 2008).

A ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ apresenta em sua formulação a concentração média de 45% de nitrogênio na forma amídica. O primeiro relato de utilização da ureia ocorreu em 1935 intensificando a partir dos anos de 1960 (WATSON, 2000). O processo de produção da ureia sintética necessita elevadas temperaturas e pressões (WATSON, 2000).

A ureia quando aplicado sobre a palhada apresenta menor eficiência agrônômica, resultando em perdas de amônia por volatilização (TRIVELIN et al. 2002).

O processo de volatilização de amônia quando aplicada ureia ao solo envolve inicialmente a hidrólise da fonte de nitrogênio por meio de microrganismo e da enzima urease presente na palhada, resultando em carbonato de amônio. O carbonato de amônio sintetizado na primeira reação não é estável e desdobra-se em NH_3 , CO_2 e água (RAIJ, 1991). Abaixo as três reações químicas que ocorre com a ureia no solo:



Parte da NH_3 formado reage com íons H^+ da solução do solo resultando no cátion NH_4^+ . Essa reação acarreta elevação do pH que pode atingir valores maiores que 7 próximo aos grânulos de fertilizantes aplicados (RODRIGUES; KIEL, 1992). Assim em solos com o pH elevado haverá maior volatilização do NH_3 , pois não haverá formação de íons NH_4^+ (BYRNES, 2000).

Para diminuição das perdas por volatilização da ureia, estão surgindo novas tecnologias nos fertilizantes como a utilização de polímeros, inibidores de urease e de ureia supergrânulo e pelas mistura de com outros sais inorgânicos (CARROW, 1997).

2.5 Fertilizantes revestidos

A utilização de adubos revestidos tem por finalidade disponibilizar os nutrientes para a cultura por um maior período de tempo aumentando a absorção pela planta com uma menor perda (MORGAN et al., 2009). Esses fertilizantes têm como principal característica disponibilizar lentamente os nutrientes para a cultura, a medida que a planta irá necessitando.

Os fertilizantes revestidos por películas de enxofre ou polímeros de natureza diversa são designados de liberação controlada (“controlled release fertilizer”) e os produtos de degradação microbiana como ureia-formoaldeído são denominados fertilizantes de liberação lenta (“slow release fertilizer”) (TRENKEL, 1997).

Segundo Bockman e Olf (1998) a utilização de inibidores de urease podem reduzir a hidrólise da ureia, diminuindo assim as perdas por volatilização desses fertilizantes.

Bono et al. (2008) observaram que para eficiência da adubação nitrogenada, reduzindo assim as perdas de nitrogênio, o envolvimento do grânulos de ureia por produtos menos higroscópicos que permitem a liberação lenta do nitrogênio pode ser uma alternativa para o manejo da cultura trabalhada. Assim as utilizações de adubos encapsulados de liberação gradual permitiram que o nitrogênio fosse liberado lentamente no solo, diminuindo a possibilidade de perdas de N (SHAVIV;MIKELSEN,1993).

A intensidade de liberação e durabilidade de adubos estão ligados intimamente com o material utilizado para o recobrimento, da espessura, das fissuras em sua cobertura, e o tamanho dos grânulos além do processo de encapsulação que influencia diretamente o mecanismo e intensidade de liberação (GIRARDI;FILHO,2003). Outro fator que pode interferir na disponibilidade do nutriente para o ambiente é a quantidade de água presente no solo e a temperatura ambiente (CHITOLINA, 1994)

Os primeiros fertilizantes de liberação lenta utilizados eram revestidos de enxofre (“sulfur coated urea”) sendo as primeiros ureias revestidas em escala comercial (ZAVASCHI,2010). Esses grânulos revestidos com enxofre apresentam alta solubilidade, mas funcionam como protetores para controlar a entrada de água e reduzir a dissolução do nutriente contribuindo também pela disponibilidade de enxofre em sua formulação (TRENKEL,1997).

Pereira et al. (2009) trabalhando com ureia revestida com polímeros de liberação lenta e ureia revestida com inibidores de urease em milho safrinha observaram redução de até 50% na volatilização de NH_3 em relação a ureia comum aplicada em cobertura.

Cheng et al. (2002) avaliaram a eficiência de fertilizantes revestidos em culturas agrícolas, observou que ureia recoberta influenciou positivamente o peso de repolho quando comparado com a aplicação de ureia convencional.

Bono et al. (2008) observaram melhoria na qualidade das sementes de milho com a aplicação de ureia recoberta com polímeros em comparação a convencional, sendo o fato explicado principalmente pela liberação gradual de N, provendo a planta nutriente durante todo seu crescimento.

Segundo Shaviv (2001) as principais vantagens dos fertilizantes de liberação lenta ou controlada são fornecimento contínuo de nutrientes em épocas diferentes, menor frequência de aplicações, redução de perdas de nutrientes por volatilização, eliminação de danos causados a semente e redução de custo de produção.

Assim a utilização de ureia revestida com polímeros é uma das opções na redução da volatilização do nitrogênio, mas ainda necessita mais pesquisas para mais informações sobre o seu funcionamento no campo (ZAVASCHI,2010)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento e características do local

O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental da empresa Basf, localizada a 18°54'05" S e 48°09'43" O, a 920 m de altitude, situada no município de Uberlândia (MG), às margens da BR 365, em uma área experimental, sob o sistema de plantio convencional. O clima da região é classificado como Cwa (Köppen), com inverno seco, verão chuvoso e temperatura média 18 e 22°C. Os dados de pluviosidade dos dias da amostragem são visualizados na Figura 1.

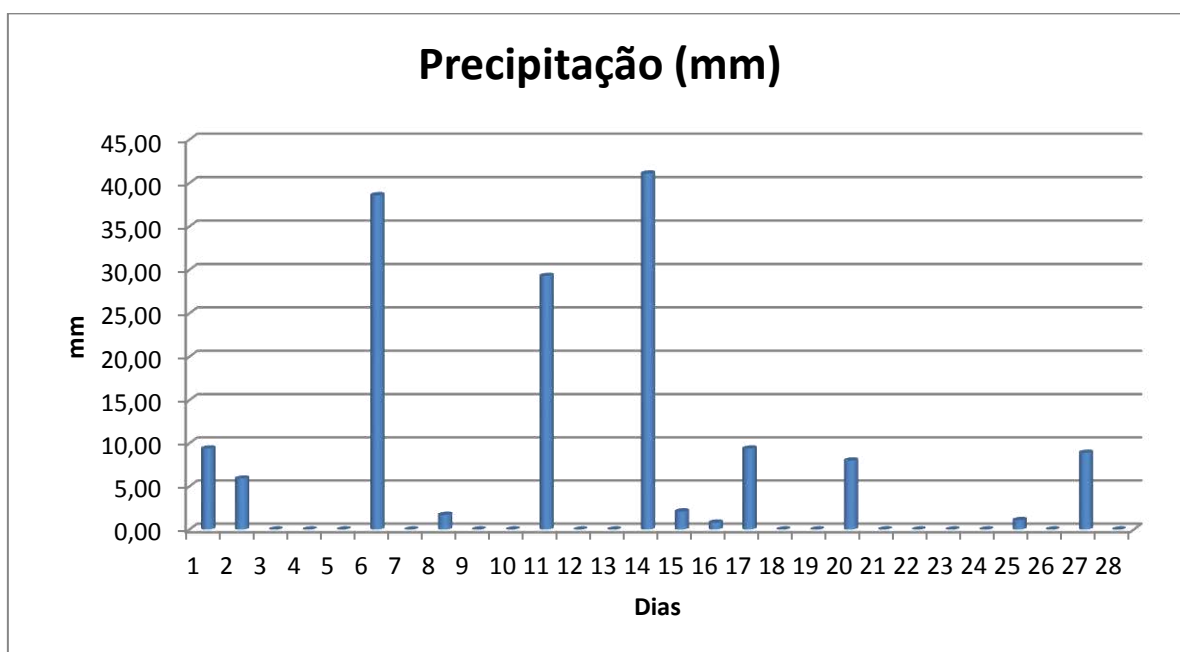


Figura 1- Dados pluviométricos no período de amostragem

3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 15 tratamentos e 5 repetições, totalizando 75 parcelas. Cada parcela apresentava 5 metros de comprimento e 4 metros de largura sendo a parcela composta por 8 linhas espaçadas 0,5 metros. A área total do experimento foi de 3600 m². A área da parcela onde foram feitas as avaliações correspondia as 4 linhas centrais.

Os tratamentos consistiram na aplicação de ureia revestida com polímeros e ureia convencional a uma concentração de 45% de nitrogênio. As duas formas de fertilizantes foram aplicadas nas doses de 90 e 150 kg ha⁻¹ de ureia (Tabela 1).

A ureia foi pesada na quantidade correspondente as doses correspondente para cada entrelinha de todas as parcelas. A aplicação foi feita manualmente quando as plantas de milho estavam no estágio V4. As ureias codificadas utilizadas no experimento foram disponibilizadas pela empresa Basf, cujo seus grânulos são revestido por camadas de polímero.

Tabela 1- Descrição dos tratamentos utilizados em coberturas, Uberlândia-MG, 2013.

TRAT.	FERTILIZANTES	DOSE DE N (kg ha ⁻¹)
1	TESTEMUNHA	0
2	UREIA CONVENCIONAL	150
3	LAB6687	150
4	LAB6688	150
5	LAB6689	150
6	LAB6690	150
7	LAB6691	150
8	SUPER N	150
9	UREIA CONVENCIONAL	90
10	LAB6687	90
11	LAB6688	90
12	LAB6689	90
13	LAB6690	90
14	LAB6691	90
15	SUPER N	90

3.3 Instalação do experimento

Em fevereiro de 2013 realizou-se a semeadura do híbrido simples P30F53 HX, na densidade de semeadura de 70000 sementes .ha⁻¹ em um espaçamento de 0,5m. Na adubação de semeadura foi aplicado o formulado 4-32-16 +0,35% de Zn e 0,4% de B na dose de 390 kg ha⁻¹, sendo a semeadura realizada como uma semeadora-adubadora.

O manejo com plantas infestantes foi realizado em pré-emergência com a aplicação de Atrazine, e depois da emergência da cultura foi realizada a capina em toda área do experimento. Foi realizado a aplicação em V4 do inseticida clorpirifós para um controle da *Spodoptera frugiperda*. Para o controle de fungos fitopatogênicos foi

realizada a aplicação dos fungicidas Epoxiconazol e Piraclostrobina nos estádios VT, R2 e R3.

Na figura 2 tem-se a visão ampla do experimento na época de aplicação dos fertilizantes nitrogenados.



Figura 2- Visão geral da área experimental

3.4 Avaliações

3.4.1 Volatilização de nitrogênio

A avaliação das perdas de nitrogênio por volatilização foi realizada pelo método de coletor semi-aberto desenvolvido por Nommik (1973) e adaptado por Lara Cabezas (1999). O método indireto é o mais comum para o cálculo de eficiência do uso de fertilizantes. Segundo Dobermann (2007) por meio do método indireto há a possibilidade de cálculo de diversos índices.

O material utilizado consistiu de uma estrutura tubular de PVC de coloração branca que fixava a parte proveniente da garrafa pet, apresentava 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, fixado no meio da entrelinha e parcela sendo enterrada no solo até a profundidade de 3 cm aproximadamente (Figura 3). Em cima dessa estrutura foi acoplada uma garrafa pet cortada uma das suas extremidades que serviu como cobertura para evitar a incidência de chuvas no interior do coletor, a uma distancia que permitia a troca gasosa. Para sustentar a estrutura foi colocado um vergalhão de ferro de 30 cm, na qual era amarrada com o arame a estrutura utilizada.



Figura 3- Coletor semi-aberto de PVC

Cada coletor tinha em seu interior um arame que em uma das extremidades se fixava ao bico da garrafa pet e na outra servia de suporte para um pote de 50 mL. No fio de arame de 1,5mm havia uma lâmina de espuma de poliuretano ($0,017\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}$) com aproximadamente 3 mm de espessura, 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento. No pote de 50 mL foram adicionados 10 mL de solução de H_2SO_4 1 mol. dm^{-3} + glicerina (2%v/v). A solução foi feita no LAFER-UFU sendo posteriormente colocada em potes e levada para o campo. No momento do preparo do sistema absorvedor de NH_3 a lâmina de espuma foi acondicionada dentro do frasco com a solução ácida de forma a absorver a maior parte da solução. A lâmina de espuma permaneceu no frasco fechado até o momento do seu posicionamento no campo. Esse método é ideal para a quantificação da volatilização da ureia tanto em casa de vegetação como em experimento no campo (ARAÚJO, 2009). A amostragem dos potes que estavam no campo foram realizadas com todo cuidado para que não houvesse contaminações e eram substituídos por outros potes com solução.

Foram realizadas 9 amostragem de volatilização de NH_3 que ocorreram nos dias 4, 6, 8, 10, 13, 16, 19, 22 e 25 após a adubação nitrogenada de cobertura, sendo as 4 primeiras coletas em intervalos de dois dias e nas ultimas em intervalos de 3 dias.

Após as coletas realizadas as espumas que continham o NH_3 volatilizado do solo os potes eram tampados, devidamente identificados e armazenados sob refrigeração até o momento da análise. Todos os manuseios com a espuma foram realizados com luvas e pinças, para que não ocorresse contaminação das amostras (Figura 4).



Figura 4- Coleta da lâmina de espuma com nitrogênio volatilizado.

3.4.2 Medida indireta no teor de clorofila (SPAD)

As Medidas indiretas da clorofila foram realizadas com o aparelho Falker CFL 1030. Esse aparelho possibilita a obtenção indireta do teor de clorofila presente na folha sem que haja a destruição da mesma. O funcionamento do aparelho acontece com dois diodos que emitem luz a 650 nm (vermelho) e a 940nm (infravermelho). A primeira luz está próxima as duas intensidades de luz que é captada pela clorofila (645 e 663 nm). Segundo Argenta et al.,(2001) citado por Zavaschi (2010) a concentração total de

nitrogênio na folha está intimamente correlacionados com o resultado de teor de clorofila na folha.

A amostragem foi realizada nos estádios V7, VT e R2 utilizando 5 plantas de cada parcela e amostrando a terceira folha de cima para baixo da planta de milho, sendo o aparelho posicionado no terço médio da folha e distante da nervura central.

3.4.3 Diâmetro de colmo

Para a mensuração do diâmetro médio de colmo foi utilizado um paquímetro digital, sendo medido o primeiro entrenó a partir da base em 10 plantas

3.4.4 Matéria Seca

. A matéria seca foi feita retirando-se a parte da planta acima do solo, posteriormente armazenada em sacos de papéis que ficaram na casa de vegetação e por bloco eram acondicionados em estufas e secos por 48 horas a 64°C (figura 5).



Figura 5 – Material verde na casa de vegetação.

3.4.5 Número de grãos por linhas e fileiras por espigas

A contagem do número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos por fileira foi realizada no campo manualmente no momento da colheita avaliando 5 espiga por parcelas.

3.4.6 Índice de Área Foliar

O índice de área foliar foi realizado medindo-se a largura e o comprimento de todas as folhas de 5 plantas da parcela (Figura 6). Segundo Ellings (2000) o fator de correção para milho de regiões tropicais é de 0,75. Então para chegar a área foliar das 5 plantas de milho foi realizada com a equação:

$$\text{Área foliar} = \text{Largura} * \text{Comprimento} * 0,75$$

Depois foi feita a relação da somatória da área de todas folhas da 5 planta e a área de solo em que as 5 plantas ocupavam, chegando assim no IAF.



Figura 6- Medição da largura da folha de milho

3.4.7 Massa de 1000 grãos

Para essa avaliação coletou-se uma amostra de milho debulhado, contou-se 1000 grãos e pesou-se a amostra em uma balança digital com precisão centesimal.

3.4.8 Produtividade de grãos

A colheita foi realizada manualmente e a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) foi obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos provenientes da 4 linhas úteis da parcela, totalizando 20 metros lineares por parcela. As amostras foram pesadas e feitas a aferição da umidade, posteriormente os dados foram extrapolados para a quantia em hectares a 13% de umidade.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância aplicando-se o teste F ($p \leq 0,05$). A comparação de medias foi realizada pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,005$). Foi utilizado o programa de análise estatística Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Volatilização de nitrogênio

Pode-se observar que as maiores taxas de volatilização da ureia ocorreram entre 4 a 6 dias depois da aplicação da cobertura nitrogenada (Figura 6). Esses resultados corroboram com os observados por Connor e Hendrickson(1987) onde o pico de volatilização da ureia ocorreu entre 4 e 6 dias com a temperatura variando de 15 a 25°C.

As taxas de volatilização diária de nitrogênio após o 8º dia de amostragem mostram um decréscimo em todos os tratamentos (Tabela2). As primeiras amostragens apresentaram maiores quantias de NH_3 volatilizado, sendo que os tratamentos com doses de $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ureia em sua maioria obtiveram médias maiores dos tratamentos com $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Isso pode ser explicado pela concentração de nitrogênio na superfície do solo sendo uma dos fatores que determinam a taxa de volatilização da ureia (MA et al.,2010)

Na segunda e terceira amostragem pode-se observar que o tratamento com a ureia convencional na maior dosagem apresentou menores taxas de volatilização de nitrogênio se comparado com a ureia revestidas com polímeros, isso pode acontecer em decorrência da ausência de umidade na época de coleta das amostra, assim sem uma umidade elevada não houve o processo de hidrólise da ureia. Lara Cabezas (1992) observou que a hidrólise da ureia em solo seco é praticamente nula.

Na taxa total de perdas de nitrogênio das ureias revestidas na maior dose foram maiores as obtidas pela ureia convencional também na em sua maior dose. Zavaschi (2010) obteve os mesmos resultados, onde na dose de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ureia convencional teve menor taxa de volatilização se comparada as ureia revestidas com polímeros

Na terceira amostragem o tratamento com a ureia LAB 6687 na maior dose de aplicação teve menores perdas se comparados aos outros tratamentos de ureia revestidos, mas não diferindo estatisticamente do tratamento onde não foi aplicado nenhum fertilizante e onde foi aplicada a ureia convencional.

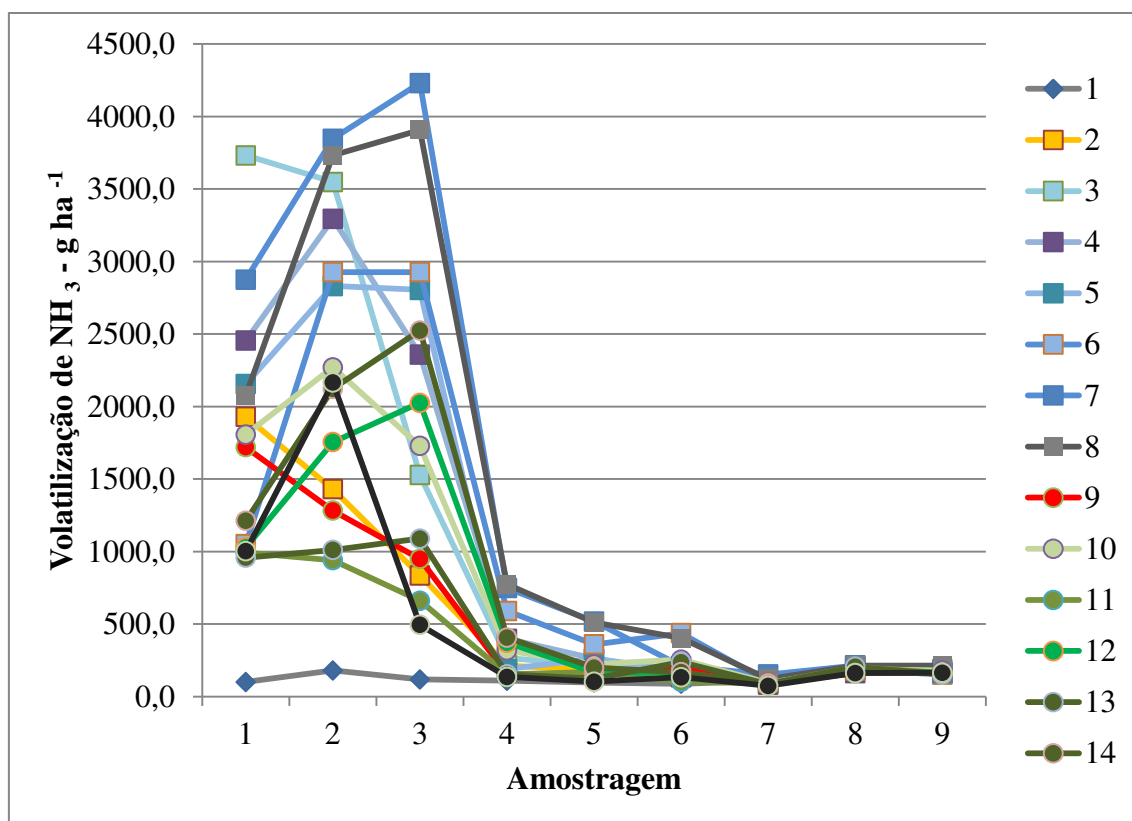


Figura 7- Perda de NH_3 por volatilização em $\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$ por amostragem.

Tabela 2: NH_3 volatilizado em $\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$ em diferentes dias de avaliação, Uberlândia-MG, 2013.

Trat.	Períodos de Avaliações (Dias após a aplicação)									Total
	4	6	8	10	13	16	19	22	25	
	$\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$ de NH_3 volatilizado									
Test.	100 A	179A	118A	109A	97A	87A	108A	188A	161A	1151 A
Ureia	1929B	1430A	835A	214A	183 A	132A	82A	214A	170A	5193 A
6687	3731B	3548B	1526A	266A	213A	165A	116A	179A	153A	9901 B
6688	2454B	3294B	2358B	398A	260A	178 A	88 A	161A	161A	9355 B
6689	2154B	2830B	2804B	188A	261A	166A	97A	205A	188A	8896,B
6690	1050A	2926B	2926B	590B	359B	437A	102A	179A	153A	8726 B
6691	2874B	3845B	4230B	748B	517B	210A	151A	214A	161A	12953B
Sup.N	2078B	3731B	3906B	774B	511B	402A	121 A	214A	161A	11954B
Ureia	1739B	1281A	949A	153A	157A	202A	87A	196A	214A	4901 A
6687	1806B	2270A	1728A	317A	221A	254A	95 A	188A	153A	7061 A
6688	993A	940A	660A	153A	170A	101A	89A	205A	179A	3476 A
6689	1028A	1754A	2025B	371A	167A	165A	90A	188A	161A	5953 A
6690	958A	1010A	1089A	153A	122A	237A	86 A	205A	153A	4015 A
6691	1208A	2121A	2524B	406A	199A	167A	85A	161A	161A	7041 A
Sup.N	1001A	2165A	494A	135A	102A	133 A	73A	161A	164 A	4432 A
$P \leq$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	ns	ns	ns	ns	0,05
CV%	70,32	69,94	82,13	81,05	66,24	84,04	33,44	18,36	20,47	44,92

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste Scott Knott a 0,05de significancia

Os resultados obtidos discordam de Tasca (2011) e Leão (2008) onde a taxa de volatilização da ureia convencional foi até 45% maior se comparada a ureia revestida com polímeros e inibidores de urease.

Depois do décimo sexto dia pode-se observar que as perdas por volatilização da ureia aplicada praticamente cessaram, estabilizando as perdas posteriores, sendo que nessas amostragens não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos das duas doses aplicadas. Segundo Cantarella (2007) em condições ideais praticamente todo nitrogênio da ureia aplicada ocorre nos primeiros dias depois de aplicado o adubo.

A relação entre o nitrogênio perdido através de volatilização e o nitrogênio aplicado na forma de ureia mostra que os tratamentos na dose de 90 kg.ha⁻¹ em sua maioria tiveram maiores perdas se comparados a maior dose sendo os tratamentos com LAB 6687 E 6691 com maiores porcentagens de perdas de 17,2% e 17,3% respectivamente. Na dose de 150 kg.ha⁻¹ os tratamentos que obtiveram maiores porcentagens de perdas por volatilização foram o LAB6691 e o SUPER N de 17,7% e 19,18% , sendo que a menor foi da ureia convencional com apenas 7,5 % de perdas. Segundo Lara Cabezas (1997) a relação do nitrogênio aplicado com o volatilizado em certas condições pode chegar a 80%.

Os dados obtidos demonstram que em uma condição de segunda safra, onde o índice pluviométrico é baixo na região do cerrado e que as temperaturas são relativamente amenas, o revestimento do fertilizante revestido não alterou significativamente a quantidade de nitrogênio volatilizado proveniente da ureia.

4.2 Produtividade e peso de 1000 grãos

Para o peso de 1000 grãos foi observado que não houve diferença estatísticas entre os tratamentos tanto na maior como na menor dose (Tabela3). Segundo Nehimi et al.,(2004) a restrição ao nitrogênio, causa um decréscimo na densidade de grãos de milho. Assim de acordo com Melgar et al.,(1991) o nitrogênio atua diretamente no aumento da massa de 1000 grãos.

A produtividade seguiu a mesma tendência das médias encontradas na massa de 1000 grãos, não diferindo estatisticamente (Tabela3). Pode ser observado que as médias de produtividades se mantiveram uniformes não diferindo entre doses aplicadas. As médias de produtividades baixas podem ser explicadas pelo ensaio ser conduzido em 2^a safra, onde as condições climáticas não são favoráveis para o crescimento e

desenvolvimento do milho e pelo ataque severo de lagartas da espécie *Spodoptera frugiperda*, mesmo sendo utilizado um híbrido com a tecnologia Bt e aplicado um inseticida organofosforado.

A não diferença estatística entre as médias de produtividade dos tratamentos com ureia revestida com polímeros e a convencional corroboram com Leão (2008) e Zavaschi (2010) que não encontram diferenças de produtividades em relação aos fertilizantes utilizados em seus ensaios. Já Barbosa et al. (2010) trabalhando com doses de 120 e 150 kg.ha⁻¹ encontram diferença entre a ureia convencional e a revestida com polímeros

Tabela3: Produtividade e peso de 1000 grãos Uberlândia-MG, 2013.

Trat.	Peso de 1000 grãos (g)	Produtividade (Kg.ha⁻¹)
Test.	190,48A	3344,5A
Ureia	180,48A	3167,4A
6687	184,42A	3345A
6688	181,89A	3301,3A
6689	176,18A	3712,6A
6690	184,94A	3130,2A
6691	177,65A	3451,3A
Sup.N	180,01A	3275,4A
Ureia	193,77A	3882,7A
6687	188,44A	3651,9A
6688	194,73A	4047,8A
6689	205,07A	3720,5A
6690	178,4A	3400,3A
6691	182,9A	3667,9A
Sup.N	179,68A	3467A
P≤	ns	ns
CV%	7,52	24,95

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere pelo Teste Scott Knott a0,05 de significância

4.3 Medição indireta de clorofila (SPAD)

As médias dos tratamentos obtidos na medição indireta de nitrogênio foliar mantiveram o mesmo padrão nas três amostragens realizadas. Pode-se observar que as médias não apresentaram diferença entre as doses utilizadas, isso mostra que a quantidade de nitrogênio foliar é afetada não só pela fertilidade do solo mais também por fatores como materiais genéticos e mudanças das condições climáticas (BULL,1993).

Na terceira amostragem ocorrida no estádio R2 pode-se observar que os valores médios diminuíram se comparados com as duas primeira amostragens que ocorreram em V7 E VT respectivamente. Isso pode ter ocorrido devido a translocação de nutrientes para o enchimento de grão. Segundo Rambo (2004) o nível nutricional de uma planta pode ser melhor avaliado quando se sabe os níveis de nutrientes foliares, sendo que as medidas obtidas pelo SPAD são positivamente correlacionas as concentrações de nitrogênio foliar (ARGENTA, 2001).

Tabela4: Teor de clorofila A, B e total nas folhas de milho, Uberlândia-MG, 2013.

TRAT.	V7			VT			R2		
	Clorofila								
	A	B	TOTAL	A	B	TOTAL	A	B	TOTAL
Test.	35,44A	16,3A	51,74A	39,3A	15,93A	55,24A	33,18A	12,42A	45,6A
Ureia	38,28A	20,5A	58,78A	42,39A	13,46A	55,85A	32,32A	12,25A	44,57A
6687	39,82A	20,42A	60,25 A	42,63A	12,99A	55,63A	33,5A	12,98A	46,39A
6688	38,72A	19,43A	58,15A	40,46A	15,65A	56,12A	34,54A	14,1A	48,65A
6689	38,99A	20,27A	59,26A	39,39A	17,9A	57,3A	34,73A	14,48A	49,21A
6690	39,63A	19,51A	59,14A	42,14A	12,29A	54,43A	47,5A	13,07A	60,57A
6691	38,4A	18,45A	56,85A	41,58A	17,42A	59A	34,52A	15,16A	49,68A
Sup.N	39,19A	20,09A	59,29A	39,53A	22,83A	62,36A	33,41A	12,56A	45,97A
Ureia	41A	22,07A	64,04A	41,07A	15,8A	56,88A	33,75A	13,13A	46,89A
6687	40,3A	22,07A	62,38A	41,49A	14,67A	56,16A	33,56A	12,97A	46,54A
6688	39,39A	19,67A	59,07A	41,98A	12,07A	54,05A	34,22A	14,56A	48,78A
6689	40,4A	20,59A	60,99A	42,74A	12,9A	55,64A	33,88A	13,87A	47,75A
6690	39,5A	21,54A	61,05A	39,47A	16,86A	56,34A	31,36A	9,67A	41,01A
6691	39,84A	19,86A	59,71A	41,28A	15,97A	57,26A	33,75A	12,54A	46,29A
Sup.N	38,01A	18,85A	56,86A	40,49A	12,8A	53,29A	33,55A	12,95A	46,5A
P _≤	ns	ns	0,05	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV%	5,74	17,87	9,2	5,7	49,47	11,68	25,61	20,38	20,87

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere pelo Teste Snott Knott a 5% de probabilidade

Os tratamentos com ureia revestida com polímeros não apresentaram diferenças se comparadas com a ureia convencional e com a testemunha que não foi aplicado fertilizante em cobertura. Esses resultados discordam dos avaliados por Zavaschi (2010) onde a ureia convencional e o controle obtiveram menores valores das médias totais de clorofila. Segundo Zotarelli et al .,(2003) o método de SPAD pode representar o estado nutricional da planta de milho.

4.4 Diâmetro de colmo

Não houve diferença entre as médias de diâmetro de colmo (Tabela5). As medias de diâmetro de colmo nas quatro amostragens realizadas não apresentou diferenças dos tratamentos em relação as doses de 150 kg.ha⁻¹ e 90 kg.ha⁻¹ de ureia aplicados em cobertura. Zavaschi(2010) encontro médias de diâmetro de colmo maiores nos tratamentos com a utilização de ureia revestida com polímeros se comparadas a ureia convencional e a testemunha.

Tabela5: Diâmetro de colmo do milho, Uberlândia-MG, 2013

TRAT.	Diâmetro de colmo (mm)			
	V4	VT	R2	R6
Test.	19,41A	21,08A	18,16A	16,66A
Ureia	18A	22,29A	19,5A	17,58A
6687	19,66A	20,03A	18,84A	17,97A
6688	19,53A	21,63A	18,84A	18,08A
6689	19,72A	22,79A	18,45A	16,28A
6690	15,21A	22,71A	18,88A	16,53A
6691	16,85A	21,48A	19,05A	18,72A
Sup.N	17,34A	21,97A	19,3A	18,5A
Ureia	16,67A	22,77A	19,69A	18,69A
6687	16,13A	21,75A	19,2A	18,4A
6688	17,78A	22,82A	19,22A	17,15A
6689	16,1A	21,77A	19,56A	17,82A
6690	18,03A	22,68A	19,48A	19,72A
6691	18,09A	21,63A	18,83A	17,6A
Sup.N	18,67A	23,06A	19,83A	16,89A
P _≤	ns	ns	ns	0,05
CV%	28,12	7,23	5,47	8,5

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere pelo Teste Snott Knott a 5% de probabilidade

As médias de diâmetro de colmo da segunda amostragem que ocorreu no estágio VT apresentaram maiores médias, esse fato está relacionado que o crescimento do colmo de uma planta de milho é maior entre a emissão da oitava folha até o florescimento (FANCELLI;DOURADO NETO, 2000).

A partir da terceira amostragem e quarta que ocorreram nos estádios R2 e R6 respectivamente as médias de diâmetro de colmo diminuíram em todos os tratamentos e nas duas doses avaliadas. Esse fato pode ser decorrente da translocação dos nutrientes e soluções para o desenvolvimento das sementes.

4.5 Matéria Seca

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de acúmulo de massa seca das plantas inteiras de milho em função dos tratamentos e três períodos de avaliações

Ocorreu o aumento no acúmulo de massa seca com idade das plantas dentre as fontes estudadas na mesma proporção.

Tabela6: Matéria seca do milho. Uberlândia-MG, 2013

TRAT.	Matéria seca (g)		
	V4	Amostragem	
		R2	R6
Test.	34,56A	259,72A	297,28A
Ureia	33,85A	215,2A	252,06A
6687	37,93A	232,44A	273,37A
6688	36,13A	232,11A	271,25A
6689	38,51A	233,28A	274,79A
6690	32,25A	195,79A	231,04A
6691	35,67A	220,71A	259,38A
Sup.N	36,44A	245,14A	284,59A
Ureia	38,41A	183,68A	225,1A
6687	31,21A	244,71A	278,93A
6688	36,99A	190,21A	230,2A
6689	28,86A	197,28A	229,14A
6690	38,87A	200,95A	242,82A
6691	38,98A	224,28A	266,27A
Sup.N	37,09A	254,98A	295,08A
P _≤	ns	ns	ns
CV%	16,41	24	20,81

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere pelo Teste Snott Knott a 5% de probabilidade

Nas avaliações pode-se observar que não houve interação das doses de 150 e 90 kg.ha⁻¹ aplicadas de ureia com as médias de massa seca entre os tratamentos. No acúmulo de massa seca pela planta de milho é elevado, sendo uma planta de metabolismo C4 ela tem grande capacidade de sintetizar fotoassimilados e transformá-los em massa verde, mas segundo Arnon (1975) citado por Zavaschi(2010) plantas mal nutridas em nitrogênio apresentam menor capacidade de assimilar CO₂ e de sintetizar fotoassimilados, resultando assim em um menor acúmulo de biomassa.

Nenhuma diferença encontrada entre os tratamentos com revestimento de ureia polimerizada e convencional pode ser resultado das condições climáticas ocorridas na

região, houve baixa pluviosidade acarretando na liberação desuniforme do nitrogênio proveniente da ureia revestida. Ferreira(2012) testando a eficiência da ureia revestida com polímeros, avaliou a biomassa acumulado entre tratamentos com ureia convencional e revestida com polímeros. As conclusões que o autor chegou foram que ao final do ciclo da cultura do milho, a fitomassa na parte aérea da planta foi maior nos tratamentos em que o nitrogênio se encontrava prontamente disponível, como a ureia convencional em relação aos produtos de liberação lenta e não havendo diferença entre os tratamentos utilizados quanto ao acúmulo de fitomassa do sistema radicular.

4.6 Número de grãos por linha, número de fileira por espiga e IAF

Os resultados médios observados no número de grãos por linha demonstram que não houve diferença significativa entre as fontes de ureia utilizadas, tanto a convencional como a revestida com polímeros (Tabela 7). A quantidade aplicada também não interferiu no caractere avaliado.

As avaliações do índice de área foliar ocorreram nos estádios V4 e R2, sendo que não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos nas duas avaliações. Pode-se notar que na segunda avaliação as quantias aplicadas não interferiram na área foliar sintetizada pelo milho. Segundo Fancelli (2000) o nitrogênio é essencial para a construção da parte aérea da planta, aumentando assim o IAF da cultura do milho. Esse fato esta relacionado a interceptação de luz e fixação de CO₂ pela planta de milho.

Os resultados de IAF estão dentro da faixa crítica avaliada por Fancelli,(2000) que situa entre 3 a 5 variando de acordo com o genótipo, região e sistema de produção.

Tabela7: Número de grãos por linha, números de fileiras por espiga e IAF, Uberlândia-MG, 2013.

TRAT.	Nº de grãos/linha	Nº fileiras/espiga	(continua)	
			V4	R2
			IAF	
Test.	29,24A	16,92A	0,1A	2,65A
Ureia	30,36A	16,08A	0,098A	3,26A
6687	33,44A	16,6A	0,106A	3,19A
6688	30,08A	16A	0,108A	3,22A
6689	32,16A	16,68A	0,106A	2,9A
6690	31,04A	23,64A	0,09A	2,87A
6691	29,84A	16,84A	0,094A	3,39A
Sup.N	28,36A	16,36A	0,098A	3,31A

(Conclusão)				
Ureia	32,04A	17,09A	0,11A	3,16A
6687	31,28A	17,16A	0,096A	3,3A
6688	35,52A	16,48A	0,106A	3,28A
6689	31,72A	16,8A	0,094A	3,24A
6690	31,6A	16,04A	0,096A	3,24A
6691	27,36A	16,76A	0,104A	3,24A
Sup.N	32,8A	15,96A	0,11A	3,29A
P _≤	0,05	ns	ns	ns
CV%	9,69	26,14	13,55	13,37

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere pelo Teste Snott Knott a 5% de probabilidade

5 CONCLUSÕES

Assim conclui-se que nas condições analisadas não houve redução na quantidade de amônia volatilizada utilizando tanto a ureia revestida com polímeros e convencional. Na produtividade do milho, peso de 1000 grãos, índice de área foliar, matéria seca, número de grãos por linha, números de fileiras por espiga, diâmetro de colmo e clorofila não houve diferença entre os tratamentos avaliados.

REFERÊNCIAS

ANEJA, V.P.J.; BRUNDEN, K.; JAMES, W.H.; SCHLEISNGER, R.; KNIGHTON, W. **Ammonia assessment from agriculture: US status and needs**. 2008

ANEJA, V.P.; NELSON, P.; ROELLE and WALKER. **Agricultural ammonia emission and ammonium concentrations associated with aerosols and precipitation in the southcast**. United States J.Geophys , 2003.

ARAÚJO, E.S.T.; MARSOLA , M.; MIYAZAWA, I.H.B SOARES, S. Calibration of a semi-opened static chambre for th quantification of votalized ammonia from soil. **Pesq. Agropec. Brasileira** p.469-776, 2009.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BARTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L.; Relação da leitura do clorofilômetro com teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.13 n.2 p.158-167, 2001.

BARBOSA, F.; SILVA, Adriane de Andrade ; LANA, R. M. Q. . Fontes de Uréia revestida com polímeros de liberação gradual na cultura do milho de alta produtividade. In: XVIII Reunião Brasileira de manejo e conservação do solo e da água, 2010, Teresina. **Anais da XVIII RBMCSA**. Teresina: EMBRAPA MEIO NORTE, 2010. v. unico.

BOCHMAN, O.C.; OLFS, H.W. **Fertilizers, agronomy and NO₂. Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.52 p.165-170, 1998.

BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; LANGE, A.; TRIVELIN, P.C.O. Perdas de nitrogênio pela parta aérea de plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.1106-1111, 2006.

BONO, J.A.M.; RODRIGUES, A.P.D.C.; MAUAD, M.; ALUQUERQUE, J.C. de; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S.; FREITAS, M.E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agriarian**, Dourados, v.1 n2, p.91-102, 2008.

BULL, L.T. Nutrição do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 63p

BYRNES, B.H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: **Fertilizer manual**. Alabama: Kluwer Academic, 2000, p.20-44.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.; BARROS N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, p.375-470, 2007.

CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W.; PENNA, M.J.; RESENDE, L.C.L. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar á adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7 Londrina, **Anais**. 1999.

CARROW, R.N. Turfgrass response to slow-release nitrogen fertilizers. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, p.491-496, 1997.

CERETTA, C.A.; FRIES, M.R. Adubação nitrogenada no sistema de plantio direto In: NUERNBERG, N. J. **Plantio Direto: Conceitos fundamentais e práticas culturais**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Núcleo Regional Sul, cap.7 p.111-120 1997.

CHENG, W.; NAKAGINA, Y.; SUDO, S.; AKIYAMA, H.; TSURUTA, H. NO₂ and NO emission from field of Chinese cabbage as influenced by band application of urea or controlled-release urea fertilizers. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.63, n2, p.231-238, 2002.

CHITOLINA, J.C. **Fertilizantes de lenta liberação de N: conceitos. Uréia coberta com enxofre**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994. p.16

COBUCCI, T. **Efeitos de doses e épocas de aplicação em cobertura do adubo nitrogenado no consórcio milho-feijão**. P.94 Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 1991.

DOBERMANN, A. Nutrient use efficiency- measurement and management In: **INTERNATIONAL WORKSHOP ON FERTILIZER BEST MANAGEMENT PRACTICES**, 2007. Brussels Proceedings, Belgium, 2007, 97 p.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L.; LOPES, P. P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Coord.). **Milho: tecnologia da produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 120-125.

ELINGS, A. Estimation of leaf area in tropical maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 436-444, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FANCELLI, A.L. **Nutrição e adubação de milho**. Piracicaba: Departamento de Agricultura ; ESALQ/USP, 2000, p.43.

FERREIRA, D.A. **Eficiência agrônômica da ureia revestida com polímeros na adubação do milho** Piracaba, 2012 Dissertação (Mestrado em Agronomia) USP- Campus Piracicaba, 2012.

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G.P.; CARDOSO, A.A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.131-138, 2001.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W.; HEINRICH, R.; SILVA, M.A. Balanço do nitrogênio de ureia no sistema soloplantão na implantação da semeadura direta na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v. 65 n.3, p.477-486, 2006.

GIRARDI, E.A.; FILHO, F.A.A.M.; Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.24 n.2, p.507-518, 2003.

GOMES, R.F.; SILVA, A.G.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sobre plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.31, n.5, p.931-938, 2007.

HARGROVE, W.I. **Soil environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions**. In: BOCK, B.R.; KISSEL, D.E. Ammonia volatilization from urea fertilizer. Alabama: NFDC, TVA, p.17-36 1988.

INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION, Fertilizer use by crop. 5th ed. Disponível em : www.fertilizar.org IPNI, 2008.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2008.

KILLORN, R.; ZOURARAKIS, D. Nitrogen fertilizer management effects on corn grain yield and nitrogen uptake. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.142-148, 1992.

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedade do solo e rendimento de milho em sistema plantio direto no Cerrado**. Lavras: UFLA, 2002, p.148.

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

LARA-CABEZAS, W.A.R.; KORNDORFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.21, p.481-496, 1997.

LARA-CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.O.C.; BENDASSOLLI, J.A.; GASCHO, G.J. Calibration of a semi-open static collector for determination of ammonia volatilization from nitrogen fertilizers. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v.30 n.3 p.389-406, 1999.

LARA-CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDORF, G.H.; PERREIRA, S. Balanço na adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.14, n.2 p.363-376, 2000.

LEÃO, A.F. **Volatilização de amônia resultante da aplicação de ureia na cultura de milho**. Jataí, 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Goiás- Campus Jataí, 2008.

MA, B.L.; WU, T.Y.; TREMBLAY, N.; DEEN, W.; MCLAUGHLIN, N.B.; MORRISON M. J. & STEWART, G. On-farm assessment of the amount and timing of nitrogen fertilizer on ammonia volatilization. **Agron. J.**, 102:134-144, 2010.

MACHADO, E.C.; SILVEIRA, J.A.G.; VITORELLO, V.A.; RODRIGUES, J.L.M. Fotossíntese, remobilização de reservas e crescimento de grãos em dois híbridos de milho sob deficiências hídricas na fase de enchimento dos grãos. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p.151-159, 1992.

MALAVOLTA, E. O Potássio e a planta. Piracicaba, **Instituto do Potássio e do Fósforo**, Boletim técnico, 1977.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 130p.

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995

McGINN, S.M.; JASEN, H.H. Ammonia sources in agriculture and their measurement. **Cn.j.SoilSci.**, 78 p.139-148, 1998.

MELGAR, R.J.; SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S.; SANCHEZ, P.A. Doses e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenado para milho em latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.15, n,3 p.289-296, 1991.

MORGAN, K.T. CUSHMAN, K.E.; SATO, S. Release mechanism for slow and controlled release fertilizer and strategies for their use in vegetable production. **Horttechnology**, Alexandria, v.19, n.1 p.10-12, 2009.

NHEMI, I.M.D.; FERRAZ, J.V.; NHEMI FILHO, V.A. SILVA, M.L.M. Milho: a diferença aparece no manejo . **Agrianual** 2004, Argos, 2004 p.377-378.

O'CONNOR, M.J. & HENDRICKSON, L.L. Effect of phenylphosphorodiamidate on ammonia volatilization as affected by soil temperature and rates and distribution of urea. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 51:1062-1066, 1987.

PEREIRA, H.S.; LEÃO, A.F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M.A.C. Ammonia volatilization of urea in the out of season corn. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.33, n4 p. 1685-1694, 2009.

RAIJ, B. van; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991 343p.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de plantas para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5 p. 1637-1645, 2004.

RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Distribuição e nitrificação da amônia proveniente da ureia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.16, p.403-408, 1992.

SILVA, G.J.; GUIMARÃES, C.T.; PARENTONI, S.N.; RABEL, M.; LANA, U.G.P.; PAIVA, E. Produção de haplóides androgenéticos em milho. **EMBRAPA Milho e Sorgo**, 2009. 17p. (Documentos 81).

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizer. *Advances in Agronomy*, San Diego, v.71, p.1-49, 2001. **Fertilizer Research, The Communications in soil science an plant analysis**, New York, v.32 n.7 p.1051-1070, 2001.

SHAVIV, A.; MIKKELSEN, R.L. **Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation- a review.**

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção de solo e adubação**. Planaltina-DF: EMBRAPA Cerrados, 2002. 416 p.

STEWART, D. W.; DWYER, L. M. Mathematical characterization of leaf shape and area of maize hybrids. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 422- 427, 1999.

TASCA, Francis Alex ; ERNANI, P. R ; ROGERI, D. A. ; GATIBONI, L.C. ; CASSOL, P. C. . VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DE UREIA CONVENCIONAL OU COM INIBIDOR DE UREASE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** , v. 35, p. 493-502, 2011.

TRENKEL, M.F. Improving fertilizer use efficiency. Contrlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. **International Fertilizer Industry Association**, Paris 1997.

TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA,M.W.; VITTI,A.C.; GAVA, G.J.C.; BENDASSOLLI, J.A. Perdas de nitrogênio no sistema solo-lanta em dois ciclos de cana de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.193-201, 2002.

UNITED STATE DEPARTAMENT OF AGRICULTURE ,USDA Acesso em :12 julho2013,
<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1860>

VIEIRA JÚNIOR, P. A. ; DOURADO NETO, Durval ; CICERO, S. M. ; JORGE, L. A. C. ; MANFRON, P. A. ; MARTIN, T. N. . Estimativa da área foliar em milho através de análise de imagens. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n.1, p. 58-66, 2006.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. Quanto, como e quando aplicar? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.74 p.1-5, 1996.

WATSON, C.J. Urease activity and inhibition – Principles and practice. **The International Fertilizer Society Meeting**, 28/11/2000. London, The International Fertilizer Society Proceedings, n. 454, 39p. 2000.

ZAVASCHI, E. **Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de uréia revestida com polímeros**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Solos e Nutrição de plantas. Piracicaba, 2010.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E.G.; PICCININ, J.L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; TORRES, E.; ALVES, B.J.R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38 n.9 p-1117-1122, Sept. 2003.