



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

RAFAEL OTONI SARMENTO

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DO MILHO VERDE EM SISTEMA IRRIGADO
NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

Araguatins - TO

2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

RAFAEL OTONI SARMENTO

**ADUBAÇÃO NITROGENADA DO MILHO VERDE EM SISTEMA IRRIGADO
NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia do Tocantins –
IFTO/Campus Araguatins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profº. Dr. Marcus
André Ribeiro Correia.

Araguatins - TO

2016

RAFAEL OTONI SARMENTO

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM MILHO VERDE EM SISTEMA IRRIGADO
NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus* Araguatins, sob a orientação do Professor Doutor Marcus André Ribeiro Correia.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Dr. Marcus André Ribeiro Correia – Professor Orientador
IFTO – *Campus* Araguatins

Dr. Wyratan da Silva Santos
IFTO – *Campus* Araguatins

Dr. Nelson Rafael da Silva
IFTO – *Campus* Araguatins

DEDICATÓRIA

A Deus, por ter me proporcionado a oportunidade de realizar e concluir este trabalho. A toda minha família e em especial a minha mãe Sueli Magalhães Otoni Sarmento, meu pai e em memória de minha avó Octália Nunes Siqueira Pimentel, que estiveram sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo sustento espiritual e por ter me dado coragem e força para não desistir.

Em especial a minha família, que lutou junto de mim nesta conquista, meus pais; Messias Sarmento e Sueli Sarmento que com a força do trabalho proporcionaram condições financeiras para que eu pudesse estudar e concluir o curso de Agronomia.

A meu orientador, pela contribuição neste trabalho, e na minha formação nas disciplinas lecionadas. A todos os professores e funcionários que contribuíram à minha formação acadêmica e ao IFTO-Campus Araguatins, por ter me acolhido e contribuído na minha formação, em especial aos professores; Sergio Alves de Sousa, Wyratan da Silva Santos, Nelson Rafael da Silva, Raimundo Laerton e Roberta de Freitas, que juntos foram referências fortes e influentes na minha formação profissional.

Por fim, agradeço toda parceria aos amigos do grupo de pesquisa; Luis Gustavo, Gerson Dias, Melquisedec Almeida, Thiago Santana, Will Kennedy e Sebastião Feitosa, que trabalharam juntos e determinados para desenvolver a pesquisa em nossa região.

O sucesso é um professor perverso. Ele seduz as pessoas inteligentes e as faz pensar que jamais vão cair.

(Bill Gates)

RESUMO

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades pela cultura do milho, desempenhando uma série de papéis importantes na planta. Objetivou-se estudar os efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho verde irrigado, avaliando os efeitos deste nas características biológicas indicativas de crescimento das plantas, na produção e no estado nutricional com reflexos na qualidade da espiga colhida. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Kairós, o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, a etapa de execução em campo se deu na estação seca coincidindo com o momento de maior demanda de produto colhido. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de nitrogênio, na forma de sulfato de amônia, em cinco doses: D1: 0, D2: 25, D3: 50, D4: 75 e D5: 100 kg há⁻¹ de nitrogênio com o objetivo de avaliar o desenvolvimento da planta; altura, diâmetro e AIPE, e da espiga; tamanho, diâmetro e peso da massa de grãos. A aplicação de nitrogênio influenciou significativamente na maioria dos parâmetros estudados. Portanto, conclui-se que a aplicação do nitrogênio incrementou os índices de desenvolvimento durante todo o ciclo de crescimento das plantas de milho verde, principalmente no diâmetro e altura das plantas. Para produção de milho verde irrigado, indica-se a aplicação 78 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfato de amônio, estando esta dose relacionada com as melhores características de qualidade das espigas.

Palavras-chave: Adubação Nitrogenada, Qualidade tecnológica, *Zea mays L.*

ABSTRACT

Nitrogen is the nutrient absorbed in greater amounts by the maize crop, playing a number of important roles in the plant. The objective of this study was to study the effects of nitrogen fertilization on the irrigated green corn crop, evaluating its effects on the biological characteristics indicative of plant growth, production and nutritional status with reflections on the quality of the harvested spike. The experiment was conducted in the experimental area of Fazenda Kairós, the experimental design was randomized blocks with five treatments and four replications. The field execution stage occurred in the dry season coinciding with the moment of higher demand of harvested product. The treatments consisted of the application of nitrogen doses in the form of ammonium sulphate in five doses: D1: 0, D2: 25, D3: 50, D4: 75 and D5: 100 kg ha⁻¹ of nitrogen with the objective of Evaluate the development of the plant; Height, diameter and AIPE, and the spike; Size, diameter and weight of the grain mass. Nitrogen application influenced significantly in most of the parameters studied. Therefore, it was concluded that the application of nitrogen increased the rates of development during the whole growth cycle of green maize plants, mainly in the diameter and height of the plants. For the production of irrigated green maize, it is indicated the application of 78 kg ha⁻¹ of nitrogen in the form of ammonium sulphate, this dose being related to the best quality characteristics of the spikes.

Key-words: Nitrogen fertilization, technological quality, *Zea mays* L.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Atributos químicos da área experimental.....	18
TABELA 2	Características indicativas de desenvolvimento das plantas de milho verde cultivadas em sistema irrigado sobre efeitos de doses de nitrogênio: Altura, diâmetro do colmo e altura da inserção da primeira espiga (AIPE).....	22
TABELA 3	Valores médios de produtividade das espigas: peso, diâmetro, tamanho e número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), em função da adubação nitrogenada.....	25
TABELA 4	Teor de nitrogênio na folha diagnóstica do milho verde cultivado em sistema irrigado.....	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Efeito da aplicação de nitrogênio sobre a altura das plantas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.....	23
FIGURA 2	Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo das plantas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.....	24
FIGURA 3	Efeito da aplicação de nitrogênio sobre a altura da inserção da primeira espiga em plantas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.....	25
FIGURA 4	Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o peso da massa de grãos das espigas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.....	26
FIGURA 5	Efeito da aplicação de nitrogênio o diâmetro das espigas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.....	27
FIGURA 6	Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o comprimento das espigas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. Objetivo geral	14
3.2. Objetivos específicos	14
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
4.1. Aspectos gerais da cultura	15
4.2. Respostas do milho-verde à aplicação de nitrogênio	17
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1. Caracterização da área experimental	20
5.2. Delineamento experimental	20
5.3. Condução do experimento	21
5.4. Parâmetros avaliados e análise estatística	23
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.1. Efeito dos tratamentos no crescimento das plantas de milho verde:	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos alimentos vegetais mais importantes para a humanidade, devido a sua elevada produtividade, valor nutritivo e pelas diversas formas de utilização na alimentação humana e animal, *in natura* e na indústria de alta tecnologia. Explorada em todo território brasileiro, essa cultura se destaca por estar entre os cereais mais produzidos no Brasil, com grande influência na renda do meio agropecuário.

Embora os números relativos à produção de milho-verde sejam mais modestos do que os relativos à produção de grãos, seu cultivo no Brasil cresce a cada ano devido ao valor agregado ao produto e seus derivados (VIEIRA, 2007). O mercado de milho para alimentação humana é promissor, em especial na região Nordeste do País, onde o cultivo de milho-verde ocorre, atualmente, durante todo o ano, inclusive sob condições de irrigação.

O mercado tem se tornado tão promissor que produtores tradicionais de milho para grãos, feijão e café, entre outras culturas, estão se transferindo para a exploração de milho-verde ou diversificando suas atividades de modo a incluí-lo entre seus cultivos (PEREIRA FILHO, 2003). Os maiores produtores mundiais de milho-verde são os Estados Unidos, seguidos da Nigéria e da França, sendo esta a detentora das maiores produtividades de milho-verde (VIEIRA, 2007).

Vários fatores implicam no desenvolvimento e na produção da cultura do milho, como o clima, o fator hídrico, o material genético, a nutrição entre outros. A nutrição em especial, quando adequada para as plantas, implica em respostas crescentes do desenvolvimento e produção das culturas. Assim as espécies vegetais, a exemplo do milho verde, e mesmo as variedades, são afetadas de forma diferenciada por cada nutriente, influenciando na expressão do potencial de crescimento e produção da planta (MALAVOLTA, 2006).

Neste sentido para alcançar maior crescimento, desenvolvimento e produtividade é necessário o conhecimento do estado nutricional da planta para uma recomendação mais adequada de fertilizantes com viabilidade econômica ao produtor. A eficiência agrônômica de um fertilizante é a sua capacidade de fornecer ao sistema solo-planta os nutrientes de que é portador, refletindo na produtividade do sistema, ou em outras palavras, a relação entre o

rendimento da cultura e a quantidade de unidades do nutriente (RAIJ et al., 2011). Por isso, é necessário que essa eficiência seja estabelecida por pesquisas em nível de campo nas condições edafoclimáticas da região, com observações de vários ciclos de cultivo.

Desta forma o manejo otimizado do nitrogênio para a cultura do milho verde torna-se relevante, tendo em vista a baixa disponibilidade do mesmo em solos tropicais e pelo fato que, os resultados de pesquisa que avaliaram a respostas desta cultura à aplicação da adubação nitrogenada ainda inexistem no Estado do Tocantins, especialmente quando se trata do cultivo do milho verde em sistema irrigado.

2. JUSTIFICATIVA

A agricultura brasileira enfrenta algumas limitações, a exemplo da baixa fertilidade apresentada pelos solos da região do Brasil Central, que ainda sofrem com a realização de manejos inadequados da adubação o quê compromete a produtividade das culturas, como o milho, que é cultivada desde os pequenos aos grandes produtores.

O cultivo do milho verde no Estado do Tocantins está muito aquém do seu potencial. A maioria dos trabalhos sobre nutrição de plantas publicados na literatura refere-se ao cultivo de milho grão, ocasionando poucas informações sobre o manejo da adubação nitrogenada no cultivo do milho verde, principalmente em sistema irrigado.

A adubação nitrogenada tem influência direta na expressão do potencial produtivo das plantas e importante componente no custo de produção da adubação, portanto, o seu uso adequado é de suma importância para a exploração da cultura, visando um maior retorno econômico e respeito ao meio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar os efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho verde irrigado, com o intuito de recomendar uma dose mais eficiente.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da aplicação das doses de nitrogênio nas características biológicas indicativas de crescimento das plantas na produção e na qualidade da espiga colhida.
- Avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio na nutrição das plantas de milho verde, através da diagnose foliar.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Aspectos gerais da cultura

O milho (*Zea mays*) é uma planta de metabolismo C4 pertencente à família *Poaceae*, sendo o terceiro cereal mais cultivado no planeta. E de acordo com arqueólogos já era utilizado pelo homem como alimento de 7 a 10 mil anos atrás no México - América Central. Sobre a origem do milho existem evidências que suportam diferentes hipóteses, porém as mais consistentes são aquelas que demonstram que o milho descende do teosinto, por possuírem genomas semelhantes e se cruzarem facilmente, porém o teosinto possui características que conferem menor grau de domesticação que as variedades modernas de milho (SILVA e SILVA, 2002).

A espécie *Zea mays* é um dos vegetais superiores mais estudados possuindo a caracterização genética mais detalhada dentre as espécies cultivadas. É uma espécie diploide, alógama, de caráter monoico com morfologia característica atual resultante da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das *Poaceas* e que por meio da seleção natural e domesticação da cultura ao longo do tempo se transformou em uma planta anual, robusta e ereta, com um a quatro metros de altura especializada na produção de grãos (MAGALHÃES et al., 2002; SILVA e SILVA, 2002).

O milho é uma das principais culturas cultivadas no mundo, pois, além de fornecer produtos largamente utilizados pelo homem e pelos animais, é importante matéria-prima para a indústria, em razão da quantidade e da natureza das reservas acumuladas em seus grãos (DOURADO NETO, 2000).

Cultivo dos mais tradicionais, o milho tem assumido importante papel socioeconômico no Brasil, colocando-se em posição de relevância no que se

refere a valor da produção agropecuária, área plantada e volume produzido, em especial nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Entretanto, apesar da evolução gradativa ocorrida nas quantidades totais produzidas, a produção de grãos por unidade de área ainda não expressa todo o potencial genético dos materiais recomendados pela pesquisa (DOURADO NETO, 2000).

No mercado nacional a importância desse cereal reside em sua capacidade de gerar mão-de-obra, visto que em virtude de suas características de produção, essa cultura tem grande participação na geração de emprego no setor rural. O milho é ainda o principal insumo para a confecção de rações para animais domésticos (cerca de 80% do milho produzido), para alimentação humana (cerca de 13 %) e o restante constitui-se como matéria-prima para diversos produtos industrializados, movimentando grandes complexos industriais e gerando empregos (MAGALHÃES et al., 2002).

O milho cumpre, ainda, papel técnico importante para a viabilidade de outras culturas, como a soja e o algodão, por meio da rotação de culturas, minimizando possíveis problemas como nematóides de galha, nematóide de cisto e doenças como o mofo branco e outras, dando sustentabilidade para diferentes sistemas de produção em muitas regiões agrícolas do Brasil e do mundo (SILVA e SILVA, 2002).

O milho é uma cultura que deve ser cultivada em áreas com pH em torno de 5,5 ou 6,0 e precipitação anual variando de 300 a 5000 mm, pois consome em torno de 600 mm durante seu ciclo (MAGALHÃES et al., 2002).

Quanto a extração de nutrientes pelo milho, experimentos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo mostraram que a maior exigência do milho se refere a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo. Porém, mesmo que as exigências do milho em fósforo sejam em quantidades bem menores que as de nitrogênio e potássio, as doses recomendadas normalmente são altas, em função da baixa eficiência (20 a 30 %) de aproveitamento desse nutriente pela cultura.

O milho verde é colhido entre os estádios de desenvolvimento de grão leitoso e pastoso. A planta de milho pode ser agrupada de acordo com o seu ciclo em superprecoce, precoce, semi-precoce e normal, sendo o ciclo da cultura, determinado em número de dias da semeadura até a colheita do milho (CRUZ et al., 2004).

As cultivares de milhos comuns podem ser agrupadas de acordo com a textura do grão em dentados ou moles, semidentados, semiduros e duros ou cristalinos. Nos dentados os grânulos de amido são densamente arranjados nas laterais dos grãos, formando um cilindro aberto que envolve parcialmente o embrião. Na parte central desses grãos, os grânulos de amido são menos densamente dispostos e farináceos. O grão é caracterizado pela depressão ou “dente” na sua parte superior, resultado da rápida secagem e contração do amido mole. Os grãos duros ou cristalinos são aqueles que apresentam reduzida proporção de endosperma amiláceo em seu interior. A textura dura é devido ao denso arranjo dos grânulos de amido com proteína. Grãos semiduros são os que apresentam características intermediárias (CRUZ et al., 2004).

4.2. Respostas do milho-verde à aplicação nitrogênio

A adubação é reconhecidamente o fator que mais afeta a produtividade e a sustentabilidade da atividade, de modo que o consumo de adubo pela cultura do milho no país tem crescido acentuadamente nos últimos anos, principalmente em função do aumento por unidade de área, porém o nível ainda é baixo, de modo que a participação do custo médio da adubação (NPK) na receita bruta média da cultura do milho é de, aproximadamente, 24%, embora maior quando comparada a algumas culturas como arroz e soja (PRADO; FERNANDES e QUE, 2001).

O nitrogênio (N) é o nutriente mineral exigido em maior quantidade pelo milho, sendo ainda o maior limitador da produtividade de grãos, de modo geral, é necessário, a utilização de uma adubação nitrogenada complementar aos teores fornecidos pelo solo, com vistas a obter produtividades elevadas (POTAFOS, 2010).

O manejo inadequado da lavoura, especialmente da adubação nitrogenada na cultura do milho, pode resultar tanto em redução da produtividade da cultura quanto na qualidade do produto colhido, reduzindo, por conseguinte, o número de espigas por planta e o número de grãos por espiga. Neste sentido, o manejo inadequado da adubação nitrogenada na lavoura do milho pode resultar na redução da produtividade da cultura (SILVA e SILVA, 2003).

De acordo com PEREIRA FILHO; CRUZ e COSTA (2011), a adubação nitrogenada em cobertura é um fator de grande importância na cultura do milho doce e que interfere substancialmente na produtividade. As recomendações estão situadas entre 80 kg e 120 kg ha⁻¹ de N. No entanto, alguns produtores têm evidenciado variações e aumentos de produtividade com a utilização de diferentes fontes e doses mais elevadas.

Para AMADO; MIELNICZUK e AITA (2002), as doses baixas e o manejo incorreto do nitrogênio (N) são fatores responsáveis por baixas produtividades nessa cultura. Enquanto no Brasil a quantidade utilizada de N no milho é, em média, de 60 kg ha⁻¹, nos EUA é de 150 kg ha⁻¹ e na China, de 130 kg ha⁻¹.

Um dos principais fatores responsáveis pelos baixos rendimentos do milho obtidos em algumas regiões é o manejo incorreto do nitrogênio, cuja eficiência de utilização pela planta é influenciada pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas AMADO; MIELNICZUK e AITA (2002)

Resultados de pesquisa com experimentos em campo talvez sejam o ponto crítico para recomendações mais eficientes das adubações NPK na cultura do milho verde, haja visto que, as recomendações seguidas no Estado do Tocantins para o cultivo do milho verde foram obtidas em regiões com diferentes condições edafoclimáticas, necessitando assim de pesquisas nas regiões produtoras do Estado.

Estudando os efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho verificaram que os maiores rendimentos ocorrerão quando a aplicação da adubação nitrogenada foi parcelada ao longo do ciclo da cultura.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Kairós, com coordenadas geográficas 5°45'6.17"S e 47°29'36.55"O, a precipitação média local é de 1501 mm ano⁻¹, temperatura de 26.2 °C e altitude de 134 m segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo As, apresentando duas estações distintas, seis meses de período chuvoso e seis meses de período seco.

O tipo de solo onde o experimento foi implantado é do tipo LATOSSOLO AMARELO, textura média, segundo a classificação da Embrapa (2013). Antes

da implantação do ensaio foram coletadas 15 subamostras de terra, para compor a amostra composta, na camada de 0-20 cm de profundidade, para a análise química para fins de fertilidade (Tabela 1) conforme indicação de Raij et al. (2001).

Tabela 1. Atributos químicos da área experimental.

pH (ClCa ₂)	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
5,5	19	4	3,3	11	22	25	0,1	61,4	59

A cultivar de milho verde utilizada no experimento foi a AG 1051, por apresentar maior aceitação no mercado regional e apresentar características favoráveis para a indústria de alimentos na produção de pamonha devido seu empalhamento ser de tamanho adequado e produção de massa vantajosa para a produção da mesma, o espaçamento utilizado foi de 60 cm entre linhas com população média de 60 mil plantas por ha e cultivada em sistema de irrigação 100% automatizado com período de rega diário nos períodos de menor temperatura e de menor ocorrência de ventos do dia.

5.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Cada unidade experimental continha cinco linhas de milho verdes espaçadas a 0,6 m entre si com comprimento de 5 metros, possuindo uma área de 12 m², sendo as três linhas centrais utilizadas para avaliações, desprezando-se 0,6 m de suas extremidades.

O experimento consistiu na aplicação de doses de nitrogênio (N) (tratamentos) sob a forma de sulfato de amônia. Os tratamentos estão descritos abaixo:

D1 = Cultivo de milho sem a aplicação de nitrogênio (testemunha);

D2 = Cultivo de milho com a aplicação de 25 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônia;

D3 = Cultivo de milho com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônia, sendo que esta dose é a recomendada para cultivo de milho verde;

D4 = Cultivo de milho com a aplicação de 75 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônia;

D5 = Cultivo de milho com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônia.

Estas doses corresponderam, respectivamente, a zero, metade, uma vez, uma vez e meia e duas vezes a dose padrão, indicada por Van Raij; Cantarella (1997).

5.3. Condução do experimento

As doses de nitrogênio foram divididas em 3 aplicações da seguinte forma, 20 dias após a semeadura (DAS), 35 DAS e 50 DAS, com aplicação manual diretamente na linha de plantio em cada parcela. Para o controle de ervas daninhas invasoras foi utilizado o controle mecânico (capina manual) e para o controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta do cartucho) foi utilizado controle químico com base em um inseticida de ação fisiológica cujo princípio ativo é a flubendiamida, em baixo nível de infestação.

O solo da área foi preparado com uma aração e duas gradagens, para descompactação, e em seguida, foi passado o rolo para o nivelamento.

As adubações potássicas e fosfatadas foram calculadas com base na análise de solo, sendo utilizados na adubação de plantio 50 kg ha⁻¹ de potássio na forma de Cloreto de Potássio em três aplicações 0, 15 e 30 DAP e 100 kg P₂O₅ ha⁻¹ na forma de Superfosfato Simples, seguindo a recomendação de Van Raij; Cantarella (1997).

A semeadura foi feita plantadeira mecânica, utilizando-se uma média de 3,6 sementes por metro, para atingir uma densidade de 60.000 plantas ha⁻¹. A cultivar utilizada de milho verde foi o híbrido simples AG-1051 da Agrocere, caracterizado pela arquitetura foliar aberta, ciclo semiprecoce, grãos dentados amarelo, altura de planta e altura de inserção de espiga com 2,20 m e 1,12 m,

com indicação para produção de grãos, silagem e milho verde (CALONEGO et al., 2011).

O desbaste foi realizado 15 dias após a emergência. O controle de plantas daninhas foi feito com a aplicação do herbicida Primestra Gold que tem como princípio ativo a atrazina, na dosagem de 4 L/ha, sendo aplicado na mesma semana da semeadura, na pré-emergência do milho e das plantas daninhas e também 3 semanas após o plantio, na pós-emergência.

A irrigação utilizada foi por aspersão, sendo irrigados continuamente durante a condução dos ensaios experimentais, tomando-se como base a umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, acompanhado pelo método diagnóstico da tensiometria implantados na área.

Figura 1: Exposição da área experimental em processo de adubação e pré-plantio.



Fonte: Arquivo pessoal (2014).

5.4. Parâmetros avaliados e análise estatística

Para as avaliações de crescimento e/ou desenvolvimento, foi considerada o diâmetro do caule a altura das plantas avaliadas quinzenalmente e altura de inserção da primeira espiga.

O experimento foi finalizado no momento em que a planta apresentou o enchimento do grão, período no qual sessa a absorção e se inicia a translocação de nutrientes da parte vegetativa para a fonte de propagação (semente). Sendo avaliado parâmetros relacionados com a qualidade tecnológica das espigas, sendo eles: diâmetro da espiga, tamanho da espiga, peso da massa de grãos e número de fileiras de grãos por espigas. Foram coletadas amostras para análise foliar de acordo com o método de BATAGLIA et al. (1983).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p = 5\%$), com auxílio do programa Agroestat.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Efeito dos tratamentos no crescimento das plantas de milho verde:

Os resultados da análise de variância indicam os efeitos significativos da aplicação do nitrogênio nas variáveis indicativas de desenvolvimento das plantas (altura, diâmetro e AIPE) avaliadas durante o cultivo das plantas de milho verde. As médias destas variáveis estão apresentadas na tabela 2, assim como os da altura da inserção da primeira espiga.

Tabela 2 – Características indicativas de desenvolvimento das plantas de milho verde cultivadas em sistema irrigado sobre efeitos de doses de nitrogênio: Altura, diâmetro do colmo e altura da inserção da primeira espiga (AIPE). Araguatins, 2016.

Doses de Nitrogênio Kg/ha ⁻¹	Altura cm	Diâmetro mm	AIPE cm
0	207,94	22,74	109,62
25	225,28	23,42	137,88
50	227,21	25,91	119,93
75	239,60	26,70	133,04
100	239,00	28,32	130,94
(Doses)	2,79 ^{ns}	11,40 ^{**}	9,03 ^{**}
Épocas (E)	2242,44 ^{**}	954,00 ^{**}	-----
Interação (D x E)	2,53 [*]	2,88 ^{**}	-----
C.V. (%)	14,31	9,06	6,01

^{**}, ^{*} e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

Orlando Filho et al. (1999) avaliando o efeito da aplicação de adubos nitrogenados em gramínea constataram que a aplicação de nitrogênio reflete em maior vigor das plantas, e conseqüentemente aumento das variáveis indicadoras de crescimento da cultura. A função mais importante do N está relacionada à sua participação na constituição de moléculas das proteínas; além de participar da formação de compostos indispensáveis às plantas (MALAVOLTA, 2006). Dessa forma, altas doses de N tendem a provocar um crescimento vegetal acelerado.

Quanto ao diâmetro do colmo, este sofreu efeito positivo com aplicação das diferentes doses, aumentando de forma linear diante do aumento destas. Para Fancelli e Dourado Netto (2000), o colmo não possui apenas função de suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente, atua como uma estrutura dedicada ao armazenamento de sólidos solúveis que são utilizados posteriormente na formação dos grãos.

Com o estudo da regressão observa-se um ajuste quadrático para todas as épocas de avaliações da altura do milho verde (Figura 1), confirmando as expectativas de que a adubação nitrogenada aumentaria o índice de desenvolvimento das plantas.

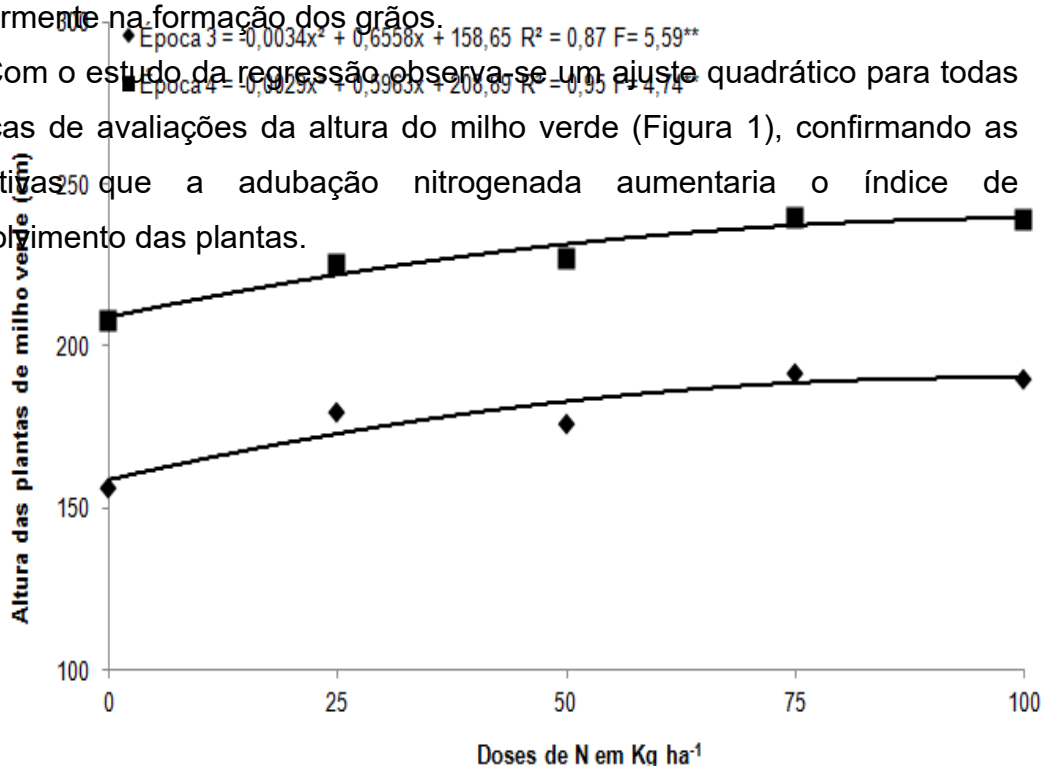


Figura 1. Efeito da aplicação de nitrogênio sobre a altura das plantas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.

As doses da adubação nitrogenadas influenciaram no incremento do diâmetro do caule do milho verde com ajuste quadrático (Figura 2), o que também confirma as expectativas que a adubação nitrogenada aumentaria o índice de desenvolvimento das plantas.

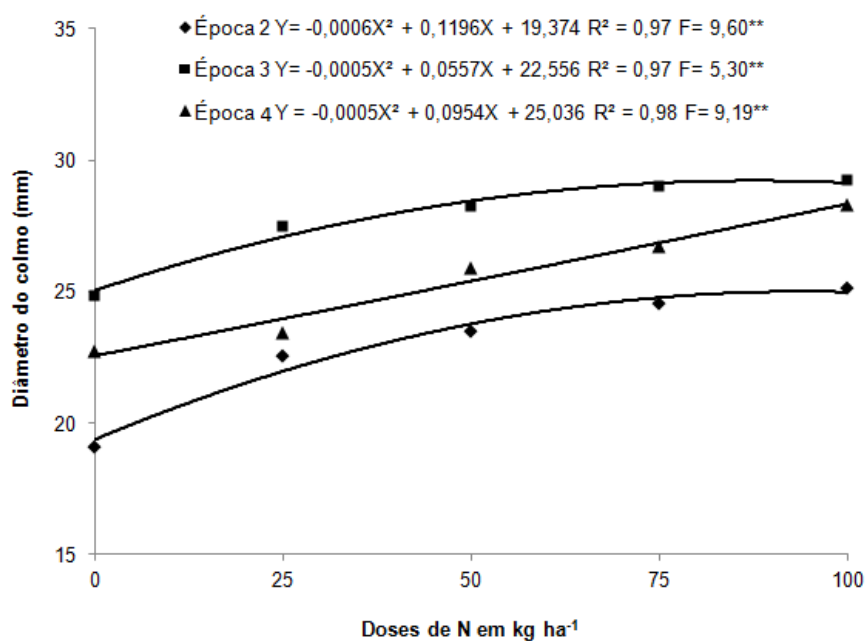


Figura 2. Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o diâmetro do colmo das plantas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.

O nitrogênio está presente em cada passo da vida das plantas, exercendo das mais variadas funções, participação na constituição de moléculas das proteínas, participação na síntese de compostos celulares, como a clorofila, além de participar da formação de compostos indispensáveis às plantas (MALAVOLTA, 2006). Dessa forma, justifica-se o aumento do diâmetro do caule com a aplicação das doses de N, devido este nutriente estar relacionado com a formação da parte estrutural dos tecidos vegetais.

Para a altura da inserção da primeira espiga, os resultados foram significativos em nível de 1% de probabilidade. Em contrapartida, nos estudos de Carmo et al. (2012) os resultados observados foram divergentes das literaturas citadas, com efeito do nitrogênio no incremento da altura da inserção da primeira espiga em função das doses de N. Isso pode ser explicado pelo fato do N atuar diretamente no desenvolvimento vegetativo influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Com estudo da regressão pode-se observar o comportamento distintos nas diferentes doses de nitrogênio aplicadas, entretanto o ajuste exponencial da equação não explica agronomicamente o comportamento desta variável (Figura 3).

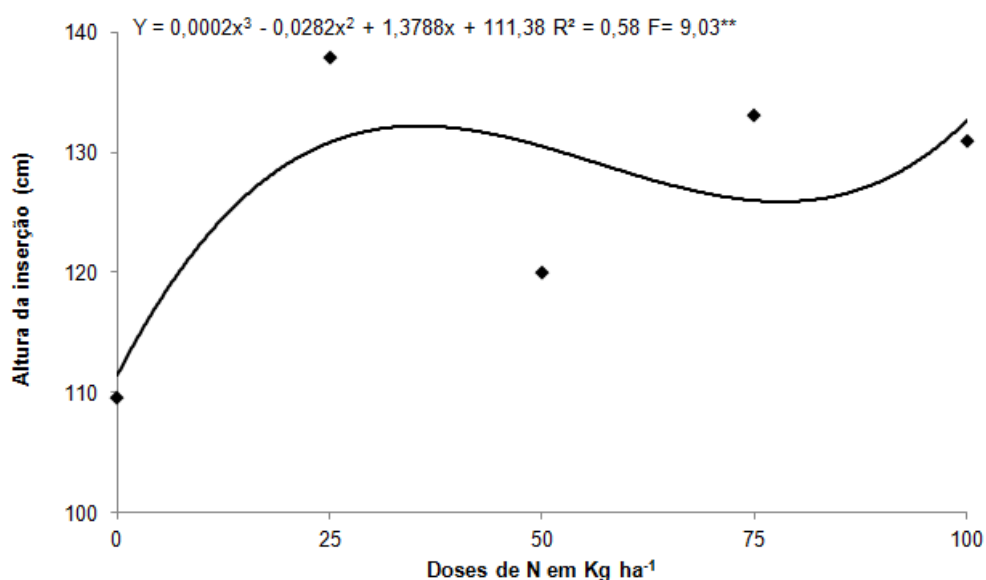


Figura 3: Efeito da aplicação de nitrogênio sobre a altura da inserção da primeira espiga em plantas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.

6.2. Efeito dos tratamentos no desenvolvimento das espigas de milho verde

O peso da massa de grãos, diâmetro e tamanho das espigas do milho foram afetados pelas doses de N aplicadas, apresentando média de 243 g planta⁻¹, 49,22 mm de diâmetro e 19,95 cm de comprimento respectivamente, as quais podem ser consideradas altas se comparadas com o rendimento médio obtido pelas produções nacionais. Para a quantidade de fileira de grãos não houve efeito significativo (Tabela 03).

Tabela 3 – Valores médios de produtividade das espigas: peso, diâmetro, tamanho e número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), em função da adubação nitrogenada. Araguatins, 2015.

Doses de Nitrogênio	Peso da massa de grão	Diâmetro	Tamanho	NFGE
Kg/ha ⁻¹	g	mm	cm	Fileiras de grãos
0	160,62	42,14	18,36	14,75
25	226,25	47,99	19,31	15,30
50	246,16	49,20	19,90	15,45
75	246,51	49,42	20,18	15,60
100	255,89	50,30	20,42	15,70
Teste F	9,02 ^{**}	8,42 ^{**}	5,02 [*]	0,68 ^{ns}
C.V. (%)	11,34	4,72	3,74	5,90

^{**}, ^{*} e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

A resposta do milho em aumento de produtividade de espigas em função ao fornecimento do N possivelmente deve-se ao fato desse nutriente causar maiores efeitos nas características sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, as quais, direta ou indiretamente afetam a produtividade, no entanto, o N deve estar disponível no período de maior demanda pela cultura (OKUMURA; MARIANO e ZACCHEO 2011).

Na comercialização das espigas segundo Damasceno et al. (2010), as espigas que apresentam menor diâmetro e comprimento tem valor comercial menor. Este fato deixa nítida a importância de um bom manejo nutricional da cultura do milho.

Ainda em relação ao desenvolvimento das espigas, observou-se um aumento quadrático conforme o aumento das doses de N para ambas as variáveis apresentadas nas figuras 4, 5 e 6.

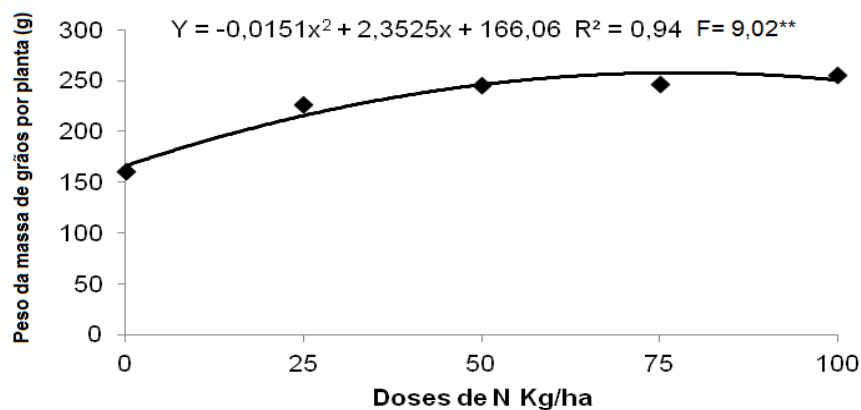


Figura 4: Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o peso da massa de grãos das espigas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.

Observou-se na figura 4 que o Ponto de Eficiência Máxima foi atingido com a dose de 78,4 kg. ha⁻¹ de N, alcançando espigas de 258,29 gramas. Dantas et al. (2014) encontrou resultados semelhantes a este, só que com a dose de 130 kg/ha de N, também na forma de sulfato de amônio. Estes valores para peso médio das espigas corroboram com os encontrados por Freire et al. (2010), e Cardoso et al. (2010), utilizando ureia como adubo fonte.

O potencial produtivo do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas em virtude da grande extração de nutrientes do solo, sendo o N exigido em maior quantidade pela cultura e o que mais comumente limita a produtividade (FORNASIERI FILHO, 2007).

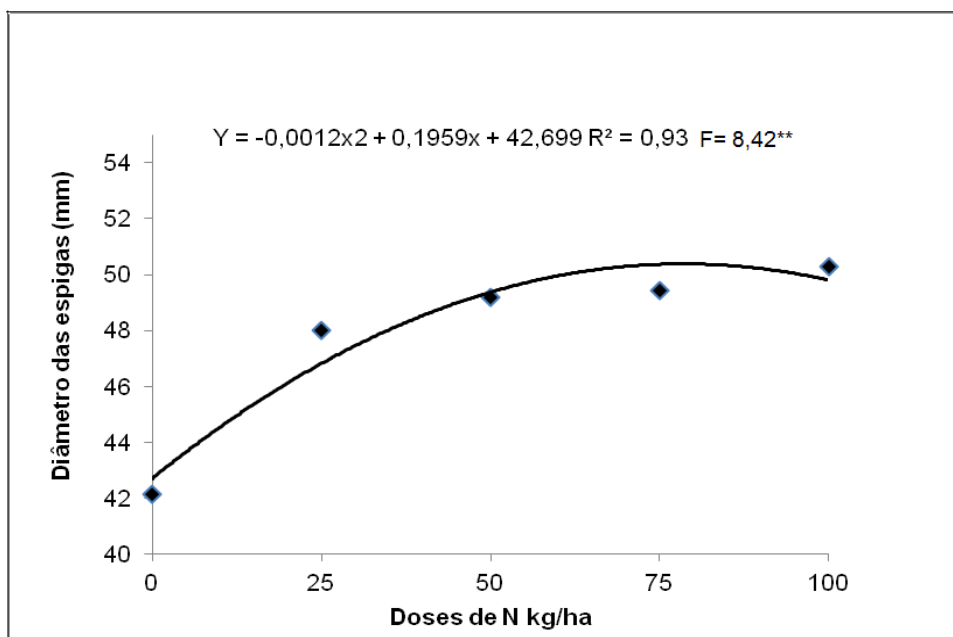


Figura 5: Efeito da aplicação de nitrogênio o diâmetro das espigas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.

Os valores máximos para o diâmetro e tamanho das espigas estimados pela derivação da equação de regressão foram de 50,47 mm e 22,13 cm obtidos com doses de 78,41 e 99,25 kg/ha⁻¹ de N respectivamente, mostrando então o Ponto de Eficiência Máxima para essas variáveis. Estes resultados são concordantes aos de Freire et al. (2010) para diâmetro e superiores aos de Carmo et al. (2012) para o tamanho das espigas.

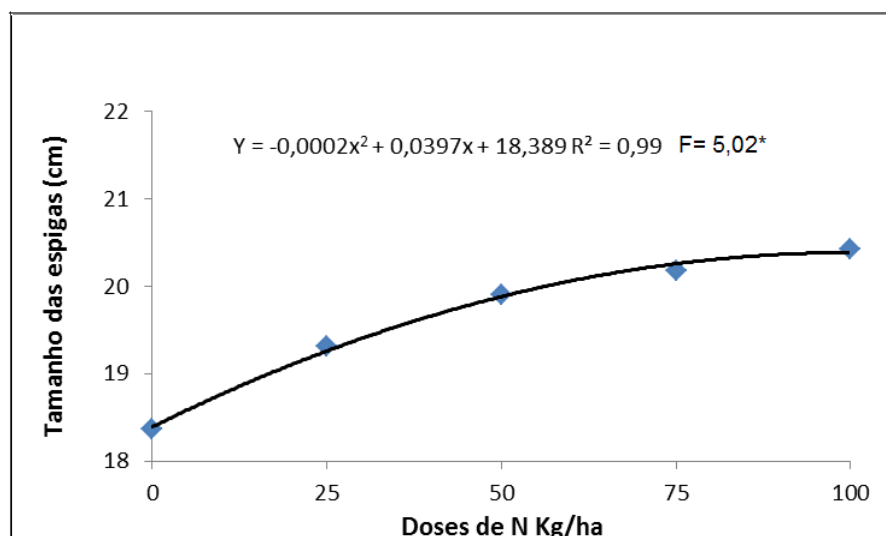


Figura 6: Efeito da aplicação de nitrogênio sobre o comprimento das espigas de milho verde, cultivado em sistema irrigado.

Para a quantidade de fileiras de grãos por espiga (tabela 3), a média geral dos tratamentos foi de 15,36 fileiras de grãos/espiga. Estes resultados são concordantes com os encontrados por Meira et al. (2009) e Silva (2002), que ao testarem doses e épocas de aplicação de nitrogênio também não verificaram diferença significativa. De acordo com Lopes et al. (2007), as relações entre algumas características de espigas são dependentes dos genótipos. Em seu trabalho, Carmo et al. (2012) encontrou dados diferentes, onde o número de fileiras de grãos sofreu um aumento linear em relação ao aumento das doses de N aplicadas.

6.3. Efeito dos tratamentos no teor de nitrogênio foliar

Para o teor de N foliar, não houve efeito significativo para as doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 4)

As exigências de N pelo milho variam consideravelmente de acordo com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e

alcançando um pico durante o florescimento até o início da formação dos grãos (OKUMURA et al., 2011). Assim, Malavolta (2006) quantificou o teor de N na folha índice do milho, verificando que os valores de 28 a 35 g kg⁻¹ de N são adequados para a cultura, coincidindo com os resultados apresentados neste trabalho (Tabela 4). Portanto, os resultados obtidos são satisfatórios para o teor de N foliar, o que possivelmente ocorreu pelo fato do híbrido utilizado responder a altas doses de N, conforme se constatou nos resultados da produtividade de espigas.

Tabela 4 – Teor de nitrogênio na folha diagnóstica do milho verde cultivado em sistema irrigado. Araguatins, 2016.

Doses de Nitrogênio	Teor de N
Kg/ha ⁻¹	g. kg ⁻¹
0	25,25
25	27,32
50	27,75
75	28,00
100	28,50
Teste F	1,72 ^{ns}
C.V. (%)	7,0

^{**}, ^{*} e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do nitrogênio incrementou os índices de desenvolvimento das plantas durante todo o ciclo de crescimento das plantas de milho verde.

Para produção de milho verde irrigado, indica-se a aplicação de 78 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfato de amônio, estando esta dose relacionada com a maior produção de massa de grãos por espiga.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- AMARAL FILHO, J. P. R. et al. **Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n.3, p. 467-473, 2005.
- ANDREOTTI M.; et al. **Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica.** Scientia Agricola, v.58, p.145-150, 2001.
- ATHAYDE, A. A. R. **Efeito da aplicação da uréia em diferentes doses e épocas sobre um híbrido de milho para silagem.** Nucleus, v.9, n.2. MG. Outubro, 2012.
- BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas.** Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; ASSUNÇÃO, E. A. **Doses e épocas de aplicação da adubação nitrogenada sobre a produção de milho cultivado em Latossolo Amarelo distrófico.** XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. **Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas.** Ciência Rural , Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- CALONEGO, J.C. et al. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p. 84-90, 2011.
- CARMO, M. S. et al. **Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (Zea mays convar. Saccharata var. rugosa).** Bioscience Journal, v. 28, Supplement 1, p. 223-231, 2012.
- CARDOSO, M. J. et al. **Produtividade de espiga verde de milho sob diferentes níveis de nitrogênio.** Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v.28, n. 2(Suplemento –CD rom),p.S3786-S3789,2010.
- CARMO, M. S. et al. **Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (Zea mays convar. Saccharata var. rugosa).** Bioscience Journal, v. 28, Supplement 1, p. 223-231, 2012.
- COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho.** Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo Ano 04 Edição 23 Abril / Maio de 2010.

COLLIER, L. S. et al. **Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1100-1105, 2006.

CRUZ, M.C.P. et al. **Adubação nitrogenada na cultura do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, ago. 2004.

DAMASCENO, T. M. et al. **Influência do espaçamento de plantio de milho na produtividade de silagem.** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, Goiás, 2010.

DANTAS, D. F. S. et al. **Produtividade de espigas e grãos verde de milho adubado com fontes e doses de nitrogênio.** Revista AGROTEC – v. 35, n. 1, p 100–105, 2014.

DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária. 2000. p. 251-254.

DUETE. R.R.C. et al. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em latossolo vermelho.** R. Bras. Ci. Solo, 32:161-171, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileira de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETTO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000.

FERREIRA, M.E.; ARAÚJO, L.A.N; CRUZ, M.C.P. **Adubação nitrogenada na cultura do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, ago. 2001.

FREIRE, F.M. et al. **Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 3, p. 213-222, 2010

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** São Paulo: Funep, 2007. 574 p.

GONÇALVES JUNIOR, A. C. et al. **Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e, ZN em argissolo vermelho-amarelo eutrófico e latossolo vermelho eutrófico.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 4, p. 1231-1236, jul./ago., 2007.

LANGE, A. et al. **Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no cerrado.** Revista Ceres, v. 53, n. 306, p. 171- 178, 2006.

LOPES, S. J. et al. **Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos.** Ciência Rural, v.37, n.6, nov-dez, 2007.

MAE, T. **Physiological nitrogen efficiency in rice: nitrogen utilization, photosynthesis and yield potential.** Plant and Soil, v.196, p. 201-210, 1997., 2006. 306p.

MAGALHÃES, P.C. et al. **Fisiologia do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (Circular técnica,22).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MEIRA, F.A.et al. **Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado.** Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2009.

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

OKUMURA, R. S; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. **Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; QUE, C. G. **Resposta da cultura do milho a modos de aplicações e doses de fósforo adubação de manutenção.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, p.83-90, 2001.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; COSTA, R. V. da. **Milho doce.** Agência de informação Embrapa Milho, 2011. Disponível em:<
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3wpdjd8h.html> >. Acesso em: 12 ago. 2016.

PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho-verde.** Brasília, DF, Embrapa, 2003. 204 p.

POTAFOS. **Brasil: consumo aparente de fertilizantes.** Disponível em: <www.potafos.org>. Acesso em: 30 set. 2016.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. **Outras culturas industriais.** In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). 2. Ed.rev. Campinas: IAC. 1997. p.233-236. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B.V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

RESENDE, A.V. et al. **Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de potássio para culturas anuais: I. Respostas da soja e do milheto.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30. Recife, Anais. Recife: UFRPE/SBCS. (CD-rom). 2005.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. **Efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no rendimento de grãos do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1057-1064, 2002.

SILVA, P.S.L.; SILVA, P.I.B. **Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 149-152, abril/junho 2003.

VIEIRA, M. A. **Cultivares e população de plantas na produção de milho-verde.** 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.