

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESENVOLVIMENTO E
PRODUTIVIDADE DO MILHO QPM**

LUIS FELIPE GARCIA FUENTES

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2016

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESENVOLVIMENTO E
PRODUTIVIDADE DO MILHO QPM**

LUIS FELIPE GARCIA FUENTES
Engenheiro em Desenvolvimento Comunitário

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

F954a Fuentes, Luis Felipe Garcia

Adubação nitrogenada em cobertura no desenvolvimento e produtividade do milho QPM / Luis Felipe Garcia Fuentes -- Dourados: UFGD, 2016.

47f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Variedade. 2. Proteína. 3. Lisina. 4. Triptofano. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

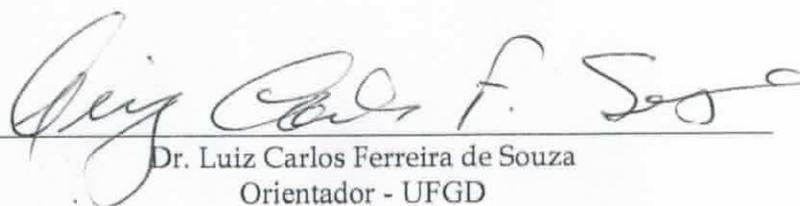
**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESENVOLVIMENTO E
PRODUTIVIDADE DO MILHO QPM**

por

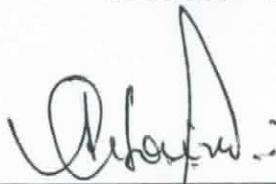
LUIS FELIPE GARCÍA FUENTES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

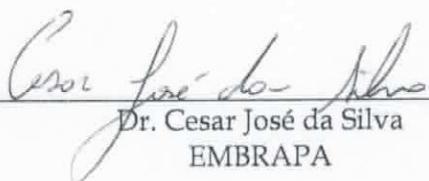
Aprovada em: 11/07/2016



Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Orientador - UFGD



Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino
UFGD



Dr. Cesar José da Silva
EMBRAPA

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por iluminar meu caminho e me guiar em todas as minhas decisões.

Aos meus pais Felipe e Ines, pelo amor, pelo exemplo de humildade, esforço, pelo carinho, pela dedicação, pela paciência e pela confiança que vocês têm em mim.

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, pela orientação, amizade, ensinamentos, e apoio durante o curso e realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Baca Maldonado e sua esposa Prof^ª. Rosalinda Arévalo Pinedo, pelo apoio brindado e pela amizade.

A Dra. Jerusa Rech pela amizade e por estar sempre disposta a ajudar.

As minhas irmãs Lirio e Mara, pelo carinho e apoio que, apesar da distância, sempre estiveram do meu lado.

A Ana Paula, minha namorada pela paciência, pela compreensão, pelo carinho e apoio, para enfrentar todos os obstáculos nesta etapa, e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não aparecer.

Ao CONACYT pela bolsa concedida.

A EMBRAPA Milho e Sorgo pela disponibilização das sementes.

A todos os funcionários da fazenda pelo apoio nos experimentos de campo.

Aos colegas e professores da Faculdade de Ciências Agrárias.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISAO DE LITERATURA	3
2.1. Milho QPM (Quality Protein Maize).....	4
2.2. Milho QPM variedade BR 473	5
2.3. Exigências de nitrogênio na cultura	7
2.4. Manejo da adubação nitrogenada no milho.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Caracterização da área experimental	10
3.2. Características agronômicas avaliadas.....	13
3.2.1. Altura de planta.....	13
3.2.2. Altura de inserção de espiga	13
3.2.3. Diâmetro do colmo	13
3.2.4. Comprimento de espiga	13
3.2.5. Diâmetro de espiga	13
3.2.6. Número de grãos por espiga	13
3.2.7. Produtividade.....	13
3.2.8. Massa de 1000 grãos.....	13
3.2.9. Teor de nitrogênio foliar	14
3.2.10. Teor de proteína nos grãos	14
3.3. Análise Estatística.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Altura de planta.....	16
4.2. Altura de inserção de espiga	19
4.3. Diâmetro de colmo	20
4.4. Comprimento de espiga	21

4.5. Diâmetro de espiga	21
4.6. Número de grãos por espiga	22
4.7. Produtividade	23
4.8. Massa de mil grãos.....	25
4.9. Teor de nitrogênio foliar	26
4.11. Teor de proteína nos grãos	28
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1. Valores médios da análise química do solo na profundidade de 0-20cm, realizada antes das épocas de semeadura do milho de segunda safra de 2015 e da safra de verão 2015/2016. Dourados – MS 2016. 10
- QUADRO 2. Caracterização do sintético amarelo precoce QPM BR 473..... 11
- QUADRO 3. Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção, teor de nitrogênio foliar e teor de nitrogênio e proteína nos grãos do milho de segunda safra em função da adubação nitrogenada em cobertura. Dourados – MS. 2015. 15
- QUADRO 4. Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção, teor de nitrogênio foliar e teor de nitrogênio e proteína nos grãos do milho de verão, em função da adubação nitrogenada em cobertura. Dourados – MS. 2016. 16

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Precipitação pluvial (mm), temperaturas máximas e mínimas (°C), por decêndio no período de fevereiro a junho de 2015. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2015. 12
- FIGURA 2. Precipitação pluvial (mm), temperaturas máximas e mínimas (°C), por decêndio no período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2016. 12
- FIGURA 3. Altura de planta (m) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS, 2015..... 17
- FIGURA 4. Altura de planta (m) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016..... 18
- FIGURA 5. Altura de inserção de espiga (m) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016..... 20
- FIGURA 6. Número de grãos por espiga do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016. 23
- FIGURA 7. Produtividade (kg ha^{-1}) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016. 24
- FIGURA 8. Teor de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS, 2015. 27
- FIGURA 9. Teor de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016..... 27
- FIGURA 10. Teor de proteína (g kg^{-1}) nos grãos do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS, 2015. 28

RESUMO

FUENTES, Luis Felipe Garcia. Universidade Federal da Grande Dourados, julho de 2016. **Adubação nitrogenada em cobertura no desenvolvimento e produtividade do milho QPM.** Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza.

Os milhos QPM (Quality Protein Maize) são milhos com qualidade proteica melhorada, apresentando cerca de 50% a mais dos teores de lisina e triptofano em relação ao milho comum, que são essenciais na dieta humana e de animais. A cultura de milho demanda grande quantidade de nitrogênio e frequentemente, é o nutriente que mais limita a produtividade de grãos. Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e produção da variedade BR 473 de milho QPM, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, foram realizados dois experimentos na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, localizada no município de Dourados – MS, sendo o primeiro implantado na segunda safra de 2015 e o segundo experimento no verão de 2015/2016. O delineamento experimental utilizado para ambos os experimentos foi o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram cinco doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura, no estágio v4, utilizando como fonte de N a uréia. As características agrônômicas avaliadas foram altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, produtividade, massa de mil grãos, teor de nitrogênio foliar e teor de proteína nos grãos. O milho QPM BR 473, semeado na segunda safra responde positivamente a adubação nitrogenada para as características altura de plantas, teor de nitrogênio foliar e teor de proteína nos grãos e para a safra de verão responde positivamente para a altura de planta, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga, produtividade e teor de nitrogênio foliar. As maiores produtividades foram obtidas na safra de verão, com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura.

Palavras-chave: Variedade, proteína, lisina e triptofano.

ABSTRACT

FUENTES, Luis Felipe Garcia. Universidade Federal da Grande Dourados, July 2016. **Nitrogen fertilization in the development and productivity of QPM maize.** Advisor: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza.

The maize QPM (Quality Protein Maize) are corns with improved protein quality, with about 50% more of lysine and tryptophan levels than the common corn, which are essential in human and animal diet. The corn crop demand large amounts of nitrogen and often is the nutrient that most limits the grain yield. With the aim to evaluate the development and production of the variety BR 473 of QPM maize submitted to different nitrogen levels in coverage, two experiments were conducted at the Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, (Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences of the Federal University of Grande Dourados – UFGD), located in Dourados - MS, the first being deployed in the second crop of 2015 and the second experiment in the summer of 2015/2016. The experimental design for both experiments was a randomized complete block design with five treatments and four replications. The treatments were five N rates (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) applied in bands on stage v4 using urea as source of N. The evaluated agronomic characteristics were plant height, ear insertion height, stem diameter, ear length, ear diameter, number of grains per head, productivity, thousand grain weight, leaf nitrogen content and protein content in the grains. Nitrogen fertilization in the second season 2015 influenced the characteristics: plant height, leaf nitrogen content and protein content in the grains and for the summer crop responds positively to the plant height, ear insertion height, number of grains per head, productivity and leaf nitrogen content. The highest yields were obtained in the summer season, with 120 kg ha⁻¹ of N applied in coverage.

Keywords: Variety, protein, lysine and tryptophan.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é sempre apontada por sua importância na absorção de emprego e na produção de alimentos, enfocando mais as funções de caráter social do que as econômicas, tendo em vista sua menor produtividade e incorporação tecnológica.

No Brasil, ao longo dos últimos anos a agricultura familiar vem ganhando importância social, econômica e política e é responsável por garantir boa parte da segurança alimentar do País, como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno. Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA (2016) a agricultura familiar participa em 87% da produção nacional de mandioca, 70% da produção de feijão, 46% do milho, 38% do café, 58% do leite, 59% da carne suína e 50% da carne de aves.

As famílias agricultoras que residem nos assentamentos no estado de Mato Grosso do Sul totalizam cerca de 27.841, ocupando uma área de 716.105,53 hectares, com um total de 204 assentamentos, de acordo com dados do INCRA (2013). Sendo o milho, uma das culturas principais produzidas por essas famílias, a importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que pode ser utilizado desde a alimentação humana, bem como para alimentação animal, até a indústria de alta tecnologia.

O uso de variedades de milho apresenta algumas vantagens sobre os híbridos comerciais, por serem menos exigentes em fertilizantes, pelo baixo custo da semente quando comparada ao custo da semente de uma cultivar híbrida; pela maior plasticidade sob condições de estresse quando comparadas aos híbridos. Além disso, podem ser multiplicadas pelos próprios agricultores, permitindo obter sua própria semente, pois, ao contrário dos híbridos, as variedades de milho não perdem o potencial produtivo quando semeadas na safra seguinte. Esses fatores colocam as variedades de milho como uma excelente opção para agricultura familiar (CRUZ e PEREIRA FILHO, 2009).

As variedades de milho denominadas de QPM (Quality Protein Maize) são aquelas que têm características nutricionais diferenciadas, com maiores teores de lisina e triptofano em comparação com os milhos comuns, que são aminoácidos essenciais na dieta humana e de animais. Isto dá como resultado uma engorda muito superior em animais monogástricos como

frangos, suínos, peixes e o próprio homem. Motivo pelo qual, estas variedades são bastante recomendadas para a agricultura familiar, sobretudo quando os pequenos produtores não adquirem ração balanceada para nutrir seus animais de subsistência (ZHAI et al., 2007).

Segundo Malavolta (2006) a exigência de nitrogênio pela cultura do milho é em consequência da sua função estrutural, pois ele faz parte de moléculas de compostos orgânicos, como aminoácidos e proteínas. A planta também depende do nitrogênio para a realização de processos vitais, como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006), proporcionando vegetação verde e abundante, aumento na folhagem e nos teores de proteínas, rápido crescimento e auxílio aos microrganismos do solo para a decomposição da matéria orgânica.

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se deseja produtividades elevadas. Na tomada de decisão sobre a necessidade de adubação nitrogenada devem ser considerados alguns fatores, tais como: condições edafoclimáticas, sistema de cultivo (plantio direto e convencional), época de semeadura (época normal e safrinha), rotação de culturas, época e modo de aplicação, fontes de nitrogênio, aspectos econômicos e operacional. Isso enfatiza a regra de que as recomendações de nitrogênio devem ser cada vez mais específicas e não generalizadas (COELHO, 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento e produção do milho QPM BR 473 submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

2. REVISAO DE LITERATURA

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais cultivado do mundo (SEAB, 2012), em função de sua produtividade, composição química e valor nutritivo, fornecendo produtos largamente utilizados para alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria assumindo relevante papel socioeconômico (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Além de gerar mais de 500 derivados. Sendo de grande importância econômica a nível mundial (PONCIANO et al., 2003).

Em 2015 foram produzidas globalmente 996,12 milhões de toneladas de milho. Estados Unidos, China e Brasil são os maiores produtores, representando 65,62% da produção mundial (USDA, 2016). Dentro deste cenário, o Brasil, com uma área cultivada com milho de 15.746,5 milhões de hectares e produção de 84.672,4 milhões de toneladas (CONAB, 2016), é hoje um país estratégico, pois, é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de milho. Atualmente sua produção, juntamente com a de soja, contribui com cerca de 80% da produção de grãos no país.

O uso do milho em grão como alimentação animal representa aproximadamente 70% do milho produzido no mundo (DUARTE, 2004) e entre 70 a 80% do milho produzido no Brasil destinado principalmente a avicultura e suinocultura (GARCIA et al., 2006).

Atualmente, dentro do cenário nacional, o estado do Mato Grosso é líder na produção de milho, respondendo por 25% da produção total. Já no cenário Internacional, segundo a Secretaria do Comércio Exterior (SECEX), vale destacar a participação dos Estados Unidos como comprador de milho brasileiro seguido por Coréia do Sul; Japão; Taiwan; Irã e o Egito (MAPA, 2013).

O milho é cultivado em praticamente todo o território brasileiro, sendo que 91,4% da produção concentram-se nas regiões Sul (32,72%), Sudeste (13,11%) e Centro-Oeste (45,61%), o restante está distribuído na região Norte (2,61%) e no Nordeste (5,93%). A participação dessas regiões em área plantada e produção vêm se alterando ao longo dos anos, com a região Centro-Oeste aumentando a sua participação em detrimento das regiões Sul e Sudeste (CONAB, 2016).

A produção no Brasil é caracterizada pela semeadura em duas épocas: primeira safra ou safra de verão e segunda safra ou safrinha. A safrinha refere-se ao milho de sequeiro, semeada

geralmente entre os meses de janeiro a março, quase sempre depois da soja precoce. A segunda safra foi introduzida pelos agricultores com o objetivo de se ter mais uma opção de cultivo para o período do outono-inverno. Em alguns estados ela se tornou tão importante que substituiu o cultivo do trigo (EMBRAPA, 2011). Com o aumento da importância da soja no mercado internacional, está passando a disputar com o milho áreas para cultivo de verão, levando mais produtores a optarem pelo cultivo da soja no verão e do milho na segunda safra, o que evidencia que a safrinha assumirá cada vez mais importância no cenário brasileiro.

2.1. Milho QPM (Quality Protein Maize)

Em 1963, pesquisadores da Universidade de Purdue, nos Estados Unidos, descobriram um gene mutante de milho (denominado “opaco 2”) com pelo menos duas vezes mais lisina que o milho normal e alto teor de triptofano. Entretanto, associadas a este gene, estavam algumas características indesejáveis, como a baixa densidade do grão, fazendo com que a versão opaca fosse sempre um pouco menos produtiva que a normal; alta suscetibilidade a pragas e doenças, tanto no campo quanto armazenado; tempo de secagem mais longo que o do milho comum; aparência opaca do grão, diferente do grão vítreo com o qual os produtores estavam acostumados (MERTZ et al., 1964).

No decorrer da década de 90, no México foi feito um trabalho por pesquisadores do CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo), com o objetivo de aumentar a frequência de genes modificadores em compostos de ampla base genética, portadores do gene “opaco 2”, e após seis a sete ciclos de seleção recorrente foi possível obter variedades estáveis de endosperma vítreo com altos teores de lisina e triptofano na proteína do endosperma. Estes progressos na seleção foram acompanhados de outros aspectos como a melhoria na produtividade, resistência a doenças e pragas e aumento na densidade de grãos. O novo tipo de milho que mescla o excelente valor nutricional do “opaco 2” com as características agrônomicas desejáveis do milho passou a ser chamado “QPM (QUALITY PROTEIN MAIZE)” (PEIXOTO et al., 1990).

Os grãos do milho comum apresentam proteínas de baixo valor biológico devido aos baixos teores de dois aminoácidos essenciais à dieta humana e de animais monogástricos: a lisina e o triptofano, já o milho QPM contém níveis médios desses aminoácidos aproximadamente 50% maiores que os do milho comum (GUIMARÃES et al., 2004).

O programa de desenvolvimento de cultivares de milho QPM começou com a introdução de 23 populações QPM, que foram desenvolvidas no CIMMYT (VASAL et al., 1980; BJANARSON e VASAL, 1992). Estes materiais foram avaliados em diversas regiões do Brasil para características agronômicas.

2.2. Milho QPM variedade BR 473

O milho QPM BR 473, variedade desenvolvida pela Embrapa/CNPMS de Sete Lagoas, é um sintético de ciclo precoce com grãos semiduros de cor amarelo alaranjada; é um alimento de alta qualidade proteica pelo seu perfil aminoacídico. A BR 473 foi sintetizada a partir de 6 linhagens (4 duras e 2 dentadas), que entraram na composição dos 3 melhores híbridos duplos avaliados na safra 1992/1993 (GUIMARÃES et al., 1994). Foi lançada no mercado em 1994 após o quarto ciclo de recombinação. Depois disso passou por dois ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos. Esse método de seleção é muito utilizado no melhoramento de milho devido a sua simplicidade e eficiência atestada em várias ocasiões na literatura (PACHECO et al., 1998).

O milho QPM BR 473 apresenta teores de aminoácidos essenciais (triptofano 0,09% e lisina 0,40%) cerca de 50% superiores aos do milho comum sendo que esses dois aminoácidos normalmente estão ausentes na dieta das famílias que vivem abaixo da linha da pobreza (ZHAI et al., 2007); e valor proteico correspondente a 83,5% das proteínas do leite. De acordo com Peixoto et al. (1990), 1g de proteína de qualidade QPM equivale a 1,5 g da proteína do milho comum. Tais dados significam que o milho QPM constitui uma fonte proteica de alto valor biológico (PAES, 1995).

O cultivo de variedades de milho QPM pelas famílias camponesas pode auxiliar sobremaneira no combate à deficiência proteica, pois esse cereal representa a maior parte de toda a proteína consumida nas regiões mais pobres do mundo (FAO, 2012).

Na Guatemala, na Colômbia, no Peru, em Gana e nos Estados Unidos, o uso do milho QPM mostrou resultados surpreendentes na recuperação de crianças desnutridas. Em Gana, um programa nacional de nutrição instituiu a utilização do mingau, produzido com o fubá do milho QPM, como alimento para a recuperação nutricional de bebês e pré-escolares acometidos pela desnutrição proteica energética e pela desnutrição proteica. Essas preparações, oferecidas como

os únicos constituintes da dieta, têm sido responsáveis pela sobrevivência de milhares de crianças naquele país (PAES e BICUDO, 1994).

A variedade de milho de alta qualidade proteica (QPM) BR 473, pode ser utilizada na produção de alimentos mais nutritivos e rações mais econômicas para animais monogástricos, com aparência e sabor similares aos de milho comum. Essa vantagem pode ser traduzida em maiores ganhos de peso quando o milho é a principal fonte de energia e proteína ou na redução dos custos de produção de carne de suínos e aves (PACHECO et al., 2000). Por esse motivo, ela é bastante recomendada para pequenos produtores, especialmente, para aqueles que não utilizam ração balanceada para tratar seus animais.

Paes e Bicudo (1994) verificaram a superioridade nutricional da BR 473 ao compararem duas cultivares de milho QPM com uma de milho normal (BR 201) por meio de ensaios biológicos com ratos; relataram que a qualidade proteica dos grãos das variedades QPM BR 451, BR 473 e do híbrido duplo normal BR 201 corresponderam respectivamente, a 86,3; 85,0 e 65,6% da caseína, que é a proteína do leite.

Bellaver e Lima (1998) compararam os desempenhos de cultivares de milho QPM (BR 473) e uma de milho normal, no crescimento e na terminação de suínos da raça Landrace x Large White x Pietrain, por meio de dietas calculadas para atender as exigências de proteína, energia, Ca, P e com o mesmo nível de N suplementado com aminoácidos cristalinos. Esses autores observaram que, nas duas fases, o desempenho dos animais foi semelhante. A vantagem do milho QPM foi o menor custo da dieta. Os autores relataram que essa vantagem do QPM não se restringiu aos maiores teores de lisina e triptofano, mas se deveu fortemente à maior energia metabolizável associada a uma maior digestibilidade da energia metabolizável. Outro fator que contribuiu para baixar o custo e aumentar a energia metabolizável foi a ligeira superioridade do cultivar QPM quanto ao teor de óleo.

Paschoalick (1998), estudando algumas características agrônomicas e componentes da produção da variedade BR 473 e o híbrido duplo BR 2121 ambos QPM, em comparação com o híbrido duplo BR 205, concluiu que as cultivares QPM foram superiores na densidade dos grãos (0,24%); teores de óleo (32%), triptofano (50%) e lisina (39%).

Avaliando o crescimento e a produtividade de duas cultivares de milho de alto valor proteico (BR 473 e BR 2121), em comparação com outras três utilizadas na agricultura

maranhense: Ferro (cultivar tradicional), BR 106 e AG 1051 em condições de baixo e médio nível tecnológico Aguiar e Moura (2003) concluíram que a cultivar BR 473 pode ser recomendada para condições tropicais e de solo ácido de baixa fertilidade. Nas regiões de período chuvoso muito extenso, porém, deve ser considerada a possibilidade de deterioração dos grãos no campo, devido a sua super-precocidade.

Como ponto negativo Bellaver e Lima (1998) destacaram o baixo teor de proteína bruta da amostra de milho QPM utilizada. Mesmo assim, em simulações de ração de mínimo custo, com base na composição dos milhos, fixando a exigência proteica e deixando livres os aminoácidos, o custo do quilograma de ração foi 1,01% mais barato com o milho QPM nas rações de menor densidade energética (3200 kcal). Aumentando a energia para 3400 kcal aumenta a vantagem do QPM com redução de 1,08 % no custo da ração.

2.3. Exigências de nitrogênio na cultura

O cultivo de milho demanda grande quantidade de nitrogênio (N), com relação à maioria das culturas agrícolas, frequentemente, é o nutriente que mais limita a produtividade de grãos (RAIJ, 1991; COSER et al., 2007). O nitrogênio é extremamente importante no metabolismo vegetal, participando diretamente na biossíntese de clorofilas e proteínas, sendo um dos nutrientes que apresenta os efeitos mais significativos no aumento da produtividade da cultura do milho. Devido a sua dinâmica no solo, seu manejo é complexo sendo, geralmente, um insumo que onera significativamente a cadeia produtiva deste grão (CANTARELLA e MARCELINO, 2008).

Segundo Amado et al. (2000) o solo possui limitada capacidade de atender essa demanda. Em anos cujas condições são favoráveis, a quantidade requerida para otimizar a produção de grãos de milho pode alcançar valores superiores a 150 kg ha^{-1} , uma quantidade que dificilmente será suprida somente pelo solo, havendo assim necessidade de usar outras fontes suplementares desse nutriente. Pode-se utilizar ação combinada ou isolada de adubos minerais, leguminosas e adubação orgânica (AMADO et al., 2002). De acordo com Melo Filho e Richetti (2002), o custo da adubação nitrogenada corresponde a 5,34% do custo total de produção.

Embora existam relatos de resposta do milho safrinha à adubação nitrogenada de cobertura, perdas que ocorrem, principalmente, por volatilização podem reduzir a eficiência da adubação nitrogenada, em especial ao utilizar como fonte a uréia (SORATTO et al., 2010).

Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos de milho varie de 20 a 28 kg ha⁻¹ (Argenta et al., 2002). Segundo Coelho (2007), a quantidade média de N utilizada em lavouras comerciais de milho, no Brasil é de 60 kg ha⁻¹, enquanto na China é de 130 kg ha⁻¹ e nos Estados Unidos de 150 kg ha⁻¹. Para a obtenção de altas produtividades é recomendado utilizar quantidades de 60-100 kg ha⁻¹ de N em cobertura, para cultivo em sequeiro, e de 120-160 kg ha⁻¹ de N, para cultivo irrigado (RAIJ et al. 1997; SOUZA et al., 2003; AMARAL FILHO et al., 2005; COELHO 2007; PAVINATO et al., 2008).

Para a cultura do milho, recomenda-se aplicar 35 a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio na semeadura, e em cobertura sugere-se aplicar em dose total ou parcelada o restante da quantidade do nutriente calculada a partir da análise de solo e a expectativa de produtividade. A aplicação de cobertura deverá ocorrer entre os estádios de quatro folhas completamente expandidas (V4) e de oito folhas completamente expandidas (V8). Porém a textura do solo (< 35% de argila), a disponibilidade hídrica e a dose de N (> 150 kg ha⁻¹) são indicadores de que se deve realizar o parcelamento da adubação nitrogenada (FANCELLI, 2010).

2.4. Manejo da adubação nitrogenada no milho

O período para aplicação do nitrogênio pode variar, sendo comum a aplicação de parte da dose na semeadura, e o restante em cobertura. Entretanto, Yamada (1995) afirma ser possível a aplicação de uma quantidade maior de nitrogênio na semeadura. Casagrande e Fornasieri Filho (2002) não verificaram diferença da forma de aplicação do nitrogênio (todo na semeadura ou todo em cobertura) e do incremento de doses de nitrogênio na produtividade de grãos de milho de segunda safra (SOUZA et al., 2011).

Outro fator importante a destacar é, que altas doses de N na semeadura (> 60 kg ha⁻¹) podem causar salinização na região próxima à raiz, que além de prejudicar a germinação das sementes (FANCELLI, 2001) também pode gerar prejuízos financeiros pela necessidade de fazer uma ressemeadura. Também é necessário considerar a dinâmica do N no solo, que sofre transformações e pode ser facilmente perdido por lixiviação, volatilização na forma amoniacal

(N-NH₃), nitrificação, desnitrificação, mineralização e imobilização (RAMBO et al., 2004), demonstrando assim que o parcelamento do N é uma alternativa para tentar diminuir as perdas e melhorar desta forma o fornecimento do nutriente para a cultura.

Segundo Coelho et al. (1991), inúmeros experimentos realizados no país, nas mais diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo têm mostrado resposta positiva à adubação nitrogenada em milho. As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada. A recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro, de modo geral, varia de 40 a 70 kg ha⁻¹ de N.

Quanto ao parcelamento e época de aplicação, existe o conceito generalizado de que se aumentando o número de parcelamento da adubação nitrogenada aumenta-se a eficiência do uso do nitrogênio e reduzem-se as perdas, principalmente por lixiviação (COELHO et al., 1992), o que faz com que seja comum o parcelamento desse fertilizante em várias vezes durante o ciclo da cultura.

Para as condições do Brasil, de acordo com as informações de Coelho et al. (1991), em geral, deve-se usar maior número de parcelamento sob as condições: altas doses de nitrogênio (120 a 200 kg ha⁻¹); solos de textura arenosa; áreas sujeitas a chuvas de alta intensidade. Uma única aplicação deve ser feita sob as seguintes condições: doses baixas ou médias de nitrogênio (60 a 120 kg/ha⁻¹); solos de textura média e/ou argilosa; plantio intensivo, sem o uso de irrigação, em que a distribuição do fertilizante é feita mecanicamente.

A alternativa de aplicar todo o N a lanço ou em sulcos, na pré-semeadura do milho, tem despertado grande interesse, porque apresenta algumas vantagens operacionais, como maior flexibilidade no período de execução da adubação, racionalização do uso de máquinas e mão-de-obra. Entretanto, Coelho et al. (2010), mencionam que devido à extrema complexidade da dinâmica do nitrogênio no solo, a qual é fortemente influenciada pelas variáveis ambientais, os resultados de experimentos de campo não são consistentes o bastante para que se possa generalizar a recomendação dessa prática. Por outro lado, de acordo com estes autores, a aplicação de N em cobertura quase sempre assegura incrementos significativos no rendimento de milho, independentemente da precipitação pluvial ser normal ou excessiva, principalmente no período inicial de desenvolvimento da cultura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

Esta pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, no município de Dourados – MS, localizada na latitude 22°13'16" S, longitude 54°48'2" W e altitude de 430 m, por meio da condução de dois experimentos, sendo o primeiro implantado na segunda safra (safrinha) de 2015 e o segundo experimento no verão de 2015/2016, utilizando-se a variedade de milho BR 473, com características de milho QPM, cuja caracterização está descrita no Quadro 2.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (SANTOS et al., 2013), de textura muito argilosa. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é o tipo Cwa (mesotérmico úmido, com verão chuvoso). Os dados da análise química do solo da área experimental amostrado na profundidade de 0-20 cm realizada em janeiro de 2015 estão no Quadro 1.

QUADRO 1. Valores médios da análise química do solo na profundidade de 0-20cm, realizada antes das épocas de semeadura do milho de segunda safra de 2015.

MO	pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
g dm ⁻³	H ₂ O	mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³				
28,38	5,72	12,8	1,53	0	5,34	2,01	6,5	8,88	15,3	57,7

Para a instalação de cada experimento foram demarcadas duas áreas próximas uma da outra contendo 6 m de largura por 120 m de comprimento, ocupando 720 m² por experimento. A semeadura do milho da segunda safra foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2015 e a colheita no dia 17 de junho de 2015. A semeadura do milho de primeira safra 2015/2016 (verão) foi realizada no dia 07 de outubro de 2015 e a colheita no dia seis de fevereiro de 2016. Na semeadura de ambos os experimentos foi utilizada uma semeadora-adubadora de seis linhas espaçadas entre si de 0,9 m, regulada para distribuir seis sementes por metro e de 250 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 08-20-20, que correspondeu a aplicação de 20 kg de N, 50 kg de P₂O₅ e 50 kg de K₂O.

O delineamento experimental utilizado para os dois experimentos foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados por cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), utilizando com fonte de N a ureia.

Cada parcela foi representada por seis linhas de milho com cinco metros de comprimento, totalizando 27 m² e a área útil da parcela foi constituída de duas linhas centrais com cinco metros de comprimento, totalizando 9 m².

A adubação de cobertura foi realizada de acordo com os tratamentos quando as plantas de milho estavam no estágio de quatro folhas (V4). A aplicação das doses de nitrogênio foi feita dentro de sulcos de aproximadamente 5 cm de profundidade abertos manualmente com enxada, localizados nas entrelinhas, distanciados em torno de 10 cm das plantas.

QUADRO 2. Caracterização da variedade sintético amarelo precoce QPM BR 473.

Altura de planta	235cm
Altura de espiga	132cm
Diâmetro de colmo	2,1cm
Florescimento feminino	63 dias
Florescimento masculino	60 dias
Comprimento da espiga	17,3cm
Fileiras de grãos	14-16
Número de grãos/fileira	35
Diâmetro da espiga	48 mm
Cor e tipo do grão	Amarelo alaranjada
Peso de 1.000 grãos	337g
Porcentagem de proteína no grão	9,53
Porcentagem de lisina no grão	0,45
Porcentagem de triptofano no grão	0,09
Produtividade	5400 kg ha ⁻¹

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (1995)

Os dados da pluviosidade e de temperatura máximas e mínimas registrados durante o período do experimento no ano 2015 são apresentados na Figura 1.

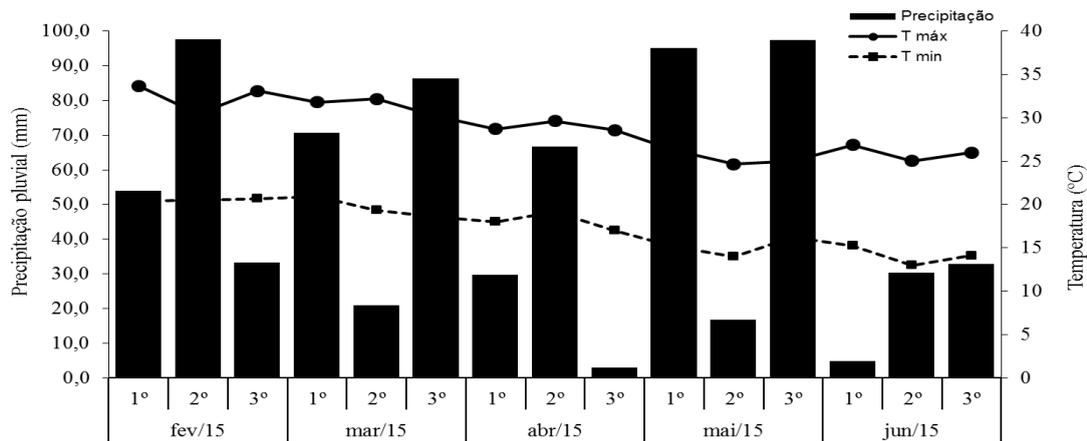


FIGURA 1. Precipitação pluvial (mm), temperaturas máximas e mínimas (°C), por decêndio no período de fevereiro a junho de 2015. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2015.

Para o controle de plantas daninhas foi aplicado $0,7 \text{ L ha}^{-1}$ de nicossulfuron para controlar plantas daninhas de folhas largas e estreitas e $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ de atrazina para controlar plantas daninhas de folhas largas. Para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), foi realizado, quando houve incidência de lagartas ou percevejos através de pulverizações com os inseticidas de princípio ativo Flubendiamida, na dose de 70 ml ha^{-1} i.a. e Beta-ciflutrina + Imidacloprido, na dose de 500 ml ha^{-1} de i. a. Os dados da pluviosidade e de temperatura máximas e mínimas registrados durante o período do experimento na safra de verão 2015-2016 são apresentados na Figura 2.

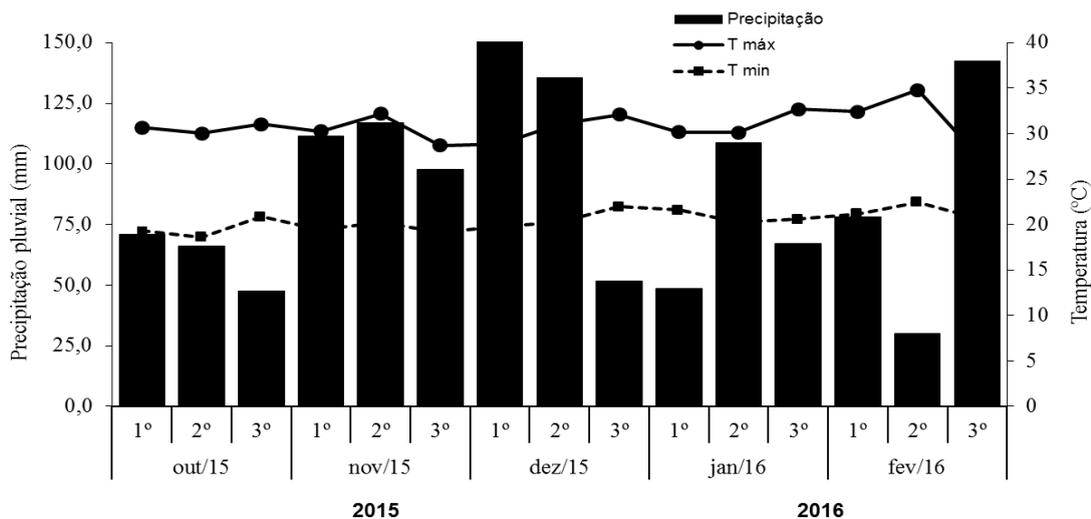


FIGURA 2. Precipitação pluvial (mm), temperaturas máximas e mínimas (°C), por decêndio no período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2016.

3.2. Características agronômicas avaliadas

No fim do ciclo da cultura do milho, foram avaliadas as seguintes variáveis ou características agronômicas:

3.2.1. Altura de planta (m): foi determinada no estágio R4 com régua graduada em centímetros, tomando-se a medida da superfície do solo até a inserção da folha bandeira. Foram medidas, ao acaso, cinco plantas por parcela.

3.2.2. Altura de inserção de espiga (m): foi determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a medida do solo até a base da espiga. Foram medidas, ao acaso, cinco plantas por parcela.

3.2.3. Diâmetro do colmo (mm): foi medido com um paquímetro digital, no terceiro nó do colmo da planta, partindo da base para o ápice. Foram medidas ao acaso, cinco plantas por parcela.

3.2.4. Comprimento de espiga (cm): foi determinado com régua graduada em milímetros, mensurada da base até o ápice da espiga. A avaliação foi feita em cinco espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela.

3.2.5. Diâmetro de espiga (mm): foi medido com um paquímetro em milímetros, tomando-se a medida na parte central da espiga. A avaliação foi feita em cinco espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela.

3.2.6. Número de grãos por espiga: foi obtido por meio da multiplicação do número de fileiras por espiga pelo número de grãos em uma fileira de grãos.

3.2.7. Produtividade (kg ha^{-1}): foi obtida após a debulha das espigas colhidas dentro da área útil, que corresponderam às duas linhas centrais com cinco metros de comprimento dentro de cada parcela, os grãos foram pesados em balança de precisão de duas casas decimais corrigindo-se o grau de umidade para 13% e posteriormente convertida em kg ha^{-1} .

3.2.8. Massa de 1000 grãos (g): foi obtida por meio da média do peso de oito sub-amostras de 100 grãos por repetição de cada tratamento. As amostras foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%. A massa dos

grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes Brasil (BRASIL, 2009).

3.2.9. Teor de nitrogênio foliar (g kg^{-1}): A amostragem foi feita na emissão plena da inflorescência masculina e início da emissão da espiga, coletando-se a primeira folha oposta imediatamente abaixo da espiga. Coletou-se cinco folhas em cada subparcela, por repetição, logo foi feita a lavagem das folhas. Depois as folhas foram levadas para estufa com circulação de ar a 65°C até alcançar peso constante. O teor de nitrogênio foi determinado após a moagem das folhas, feita em moinho de facas. Depois foi feita a digestão sulfúrica e destilação pelo método Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997).

3.2.10. Teor de proteína nos grãos (g kg^{-1}): Foi estimado por meio da multiplicação do teor de nitrogênio nos grãos pelo fator 6,25.

3.3. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, usando-se o programa estatístico Assistat, e quando houve efeito significativo para o teste F, realizou-se a análise de regressão.

Por se tratar de fator quantitativo, as médias de dose de nitrogênio em cobertura foram analisadas por regressão polinomial (BANZATTO e KRONKA, 2006), utilizando o programa estatístico SigmaPlot 12.0, ajustando-se modelos de equações significativas pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), para melhor discussão dos resultados. Na análise de regressão para dose de nitrogênio os valores reais das doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1} de nitrogênio) foram utilizados como variável “x” e, como variável “y” as variáveis dependentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados com respeito ao clima ocorrido durante a realização do presente trabalho, apresentados nas Figuras 1 e 2, são de vital importância para a análise dos resultados obtidos, principalmente quando é envolvida a adubação nitrogenada.

A análise de variância para altura de plantas, teor de N foliar, teor de N grãos e teor de proteína nos grãos foi significativa ($p < 0,01$) para as doses de nitrogênio em cobertura no milho de segunda safra de 2015 (Quadro 3).

QUADRO 3. Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção, teor de nitrogênio foliar e teor de nitrogênio e proteína nos grãos do milho, em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS. 2015.

Fonte de variação	Quadrados médios			
	Bloco	Doses de Nitrogênio	Resíduo	CV (%)
Altura de planta	0,00286 ^{ns}	0,0221**	0,0025	2,34
Altura de inserção espiga	0,00272 ^{ns}	0,0093 ^{ns}	0,0070	7,39
Diâmetro do colmo	2,34232 ^{ns}	1,1006 ^{ns}	15,802	5,72
Comprimento da espiga	1,13253 ^{ns}	1,0182 ^{ns}	0,6822	4,48
Diâmetro da espiga	2,67469 ^{ns}	1,6741 ^{ns}	36,752	4,06
Nº grãos por espiga	2560,9833 ^{ns}	2967,4250 ^{ns}	135169,16	7,04
Produtividade (kg ha ⁻¹)	173670,8992 ^{ns}	59509,7943 ^{ns}	110641,40	5,50
Massa de mil grãos	255,9241 ^{ns}	395,4159 ^{ns}	215,9493	4,88
Teor de N foliar (g kg ⁻¹)	0,6533 ^{ns}	13,4750**	20,416	4,98
Proteína grãos (%)	1,1612*	7,8859**	0,3317	5,04

ns – não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

Já para a safra de verão 2015-2016, a análise de variância para altura de planta, produtividade e teor de N foliar foi significativa ($p < 0,01$), e para a altura de inserção espiga e número de grãos por espiga foi significativa ($p < 0,05$) para as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura no milho de verão de 015/2016 (Quadro 4).

QUADRO 4. Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção, teor de nitrogênio foliar e teor de nitrogênio e proteína nos grãos do milho, em função da adubação nitrogenada em cobertura na 1ª safra de 2015/2016. Dourados – MS. 2016.

Fonte de variação	Quadrados médios			
	Bloco	Doses de Nitrogênio	Resíduo	CV (%)
Altura de planta	0.0006 ^{ns}	0.0131 ^{**}	0.0013	1.81
Altura de inserção espiga	0.0023 ^{ns}	0.0063 [*]	0.0015	3.45
Diâmetro do colmo	1.0146 ^{ns}	0.9987 ^{ns}	1.5473	5.22
Comprimento da espiga	0.6459 ^{ns}	0.3495 ^{ns}	0.3710	3.20
Diâmetro da espiga	1.8319 ^{ns}	0.6749 ^{ns}	1.1895	2.28
Nº grãos por espiga	120.7333 ^{ns}	1756.9500 [*]	429.8166	3.72
Produtividade (kg ha ⁻¹)	1328411.1077 ^{**}	769495.3180 ^{**}	41765.036	2.83
Massa de mil grãos	56.7877 ^{ns}	34.3786 ^{ns}	37.3918	2.16
Teor de N foliar (g kg ⁻¹)	2.7113 ^{ns}	68.4530 ^{**}	1.8130	6.03
Proteína grãos (%)	0,6507 ^{ns}	1,3972 ^{ns}	0,6826	8,11

ns – não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

4.1. Altura de planta

O modelo linear se ajustou aos valores de altura de planta na segunda safra de 2015, em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (Figura 3). Obteve-se com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, a maior altura de planta (2,23m), representando um aumento de 9% sobre o tratamento em que não foi aplicado nitrogênio em cobertura.

Resultados semelhantes foram observados por Soratto et al. (2010) que avaliou o efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura no milho de segunda safra, cultivado após soja no sistema plantio direto. O autor verificou que a altura da planta foi incrementada pelas doses de N em cobertura, independentemente da fonte utilizada. Souza e Soratto (2006) avaliando o efeito de fontes e doses de adubação nitrogenada em cobertura, no milho de segunda safra, em sucessão à soja, verificaram aumento da altura de plantas do milho de segunda safra, em sucessão à soja, em resposta à aplicação de N em cobertura. Os autores observaram resposta

quadrática quando a fonte de N foi a uréia e resposta linear quando a fonte de N foi sulfonitrato de amônio.

Dentro das características morfológicas do milho, geralmente a altura da planta não tem relação com a produtividade de grãos; os genótipos modernos que tem alto potencial produtivo são em sua maioria de porte baixo, mas também existem materiais de porte alto com desempenho similar aos baixos (CRUZ et al., 2008). As doses de N influenciam significativamente no desempenho fisiológico da planta de milho, pois plantas bem nutridas apresentam melhor desenvolvimento de parte aérea e sistema radicular, proporcionando maior divisão e expansão celular aumentando o processo fotossintético podendo causar aumento da altura da planta e, conseqüentemente, favorecer a maior altura de inserção da espiga (BÜLL 1993; VARVEL et al., 1997).

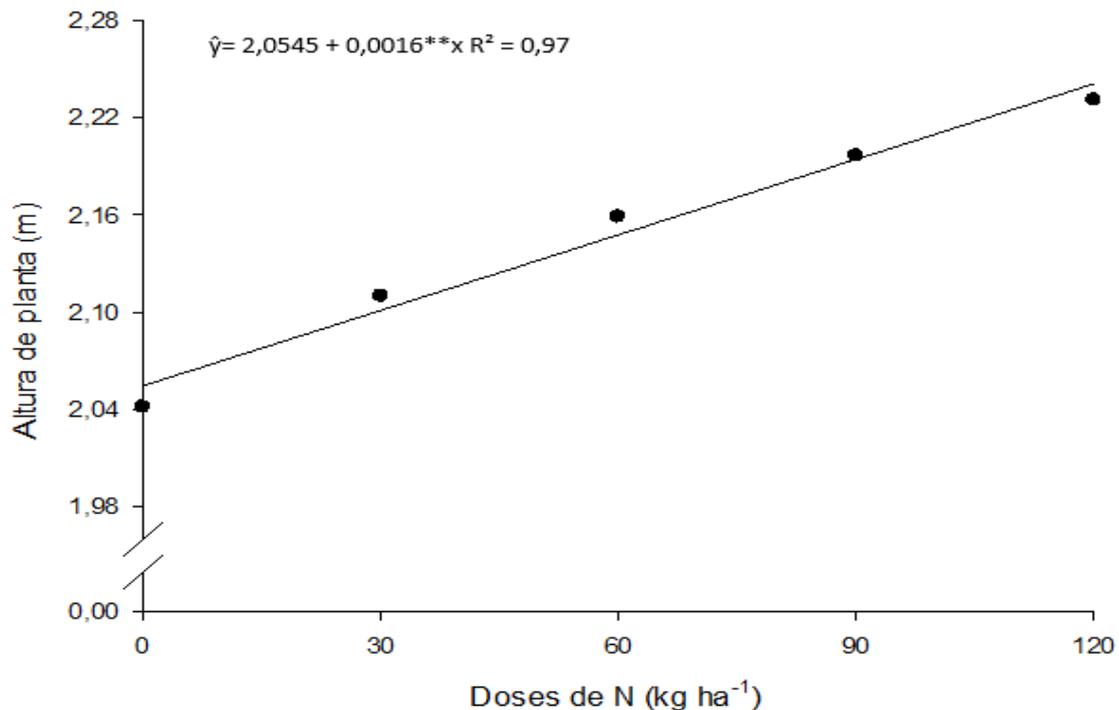


FIGURA 3. Altura de planta (m) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS, 2015.

Já no experimento da safra de verão 2015/2016, a altura de plantas foi influenciada pelas doses de N. A análise de regressão revelou comportamento linear ($p < 0,01$), em função das doses de N (Figura 4). Verifica-se que a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N proporcionou aumento de 6% na altura de plantas, em relação ao tratamento sem aplicação de N.

Oliveira et al. (2009) avaliando o efeito de quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) na altura de plantas do milho, cultivar Sertaneja, observaram um aumento linear no crescimento em altura das plantas, em função do suprimento de N. Comportamento quadrático da altura de planta em razão das alterações na dose de nitrogênio foi obtido por Kappes, (2012) quando o cultivo consorciado de milho + crotalária antecedeu o milho, cujo modelo permitiu afirmar o valor de 222,9 cm sendo a máxima altura de planta obtida com a aplicação de 63 kg ha⁻¹.

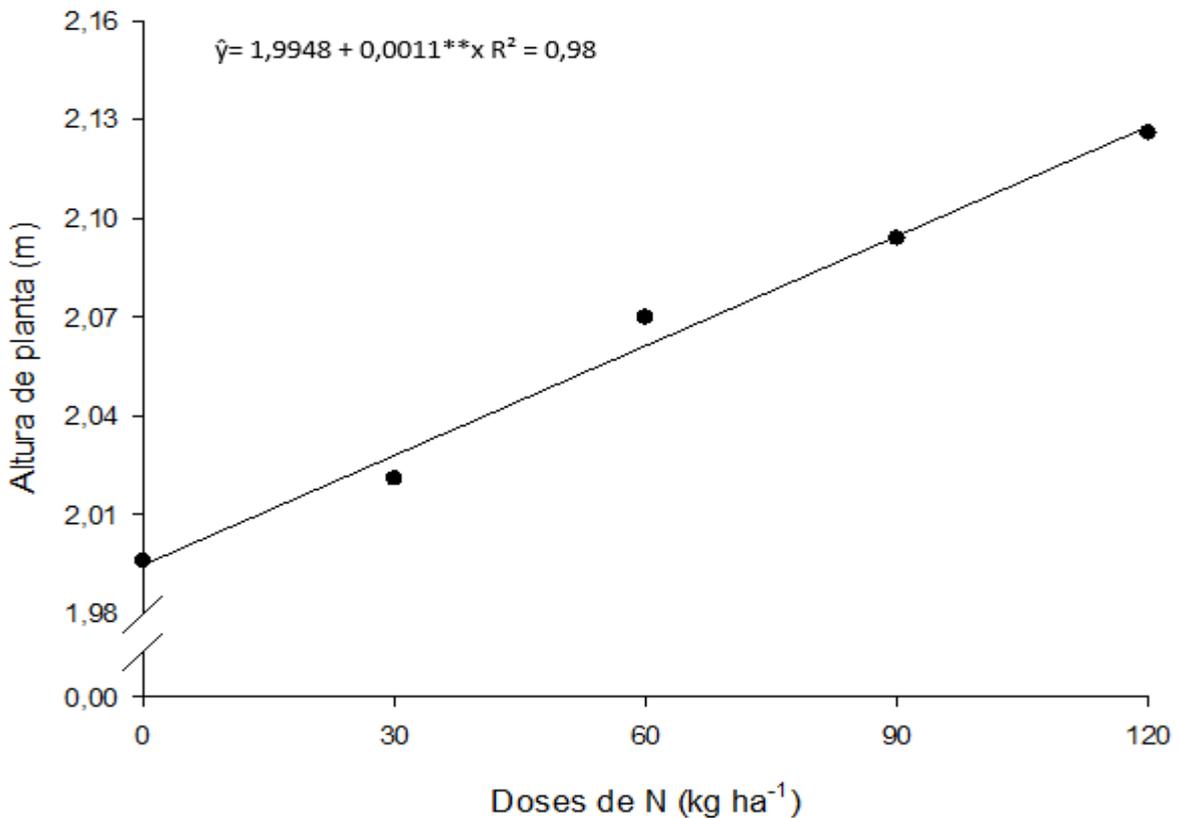


FIGURA 4. Altura de planta (m) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016.

Observa-se que na maior dose de nitrogênio aplicada, a altura de planta obtida na segunda safra de 2015 e na safra de verão de 2015/2016, foi inferior (2,23 e 2,12 m respectivamente) comparando com as características da variedade (2,35m) citadas por Lopes et al. (1995).

De acordo Kappes (2012) a menor altura de planta é uma característica desejável, porque permite reduzir o acamamento e quebramento das plantas antes do ponto de colheita. Segundo Silva et al. (2003), até determinadas doses de nitrogênio (130 kg ha⁻¹ de N), a planta continua a

crescer e depois que tais doses são atingidas, o auto sombreamento das plantas, assim como o sombreamento mútuo entre plantas, deve contribuir para a redução do crescimento.

4.2. Altura de inserção de espiga

No presente estudo, na segunda safra de 2015, para a altura de inserção de espiga não houve efeito significativo com a aplicação das doses de N em cobertura, a média geral foi de 1,11m. Gazola et al. (2014), ao estudarem os efeitos da aplicação de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) no milho de segunda safra observaram efeito linear crescente para altura de inserção de espiga com o aumento do N aplicado em cobertura. Piazzoli et al. (2012) obtiveram efeito quadrático avaliando a influência de doses de adubação nitrogenada em cobertura em diferentes densidades de plantas na cultura do milho, obtivendo a maior altura de inserção de espiga com a dose estimada de 112 kg ha⁻¹ de N.

Segundo Rizzardi e Pires (1996) a altura de inserção de espiga é muito importante por estar relacionada diretamente com a taxa de plantas acamadas e quebradas. Quanto maior é a relação entre a altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de quebra de colmo, visto que, o milho aloca cerca de 50% da massa seca total nos grãos ao final do ciclo. Deste modo, na cultura é desejável a menor altura de inserção de espiga, pois a menor distância entre o ponto de inserção da espiga e o solo contribui para o melhor equilíbrio da planta, reduzindo a quebra de colmo (SANGOI et al, 2002).

A altura de inserção de espiga, na safra de verão 2015/2016 apresentou efeito linear (Figura 5). A aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura propiciou um aumento na altura de inserção de espiga de 8% em relação ao tratamento sem aplicação de N. Neumann et al. (2005), avaliando o efeito de níveis de adubação nitrogenada em cobertura no milho, com diferentes doses de N (0, 45, 90, e 135 kg ha⁻¹), verificaram que houve aumento da altura da inserção da espiga até a dose de 90 kg ha⁻¹ com média de 1,27 m. Este valor foi superior ao obtido na variedade estudada que foi em torno de 1,18m na dose de 120kg ha⁻¹ de N

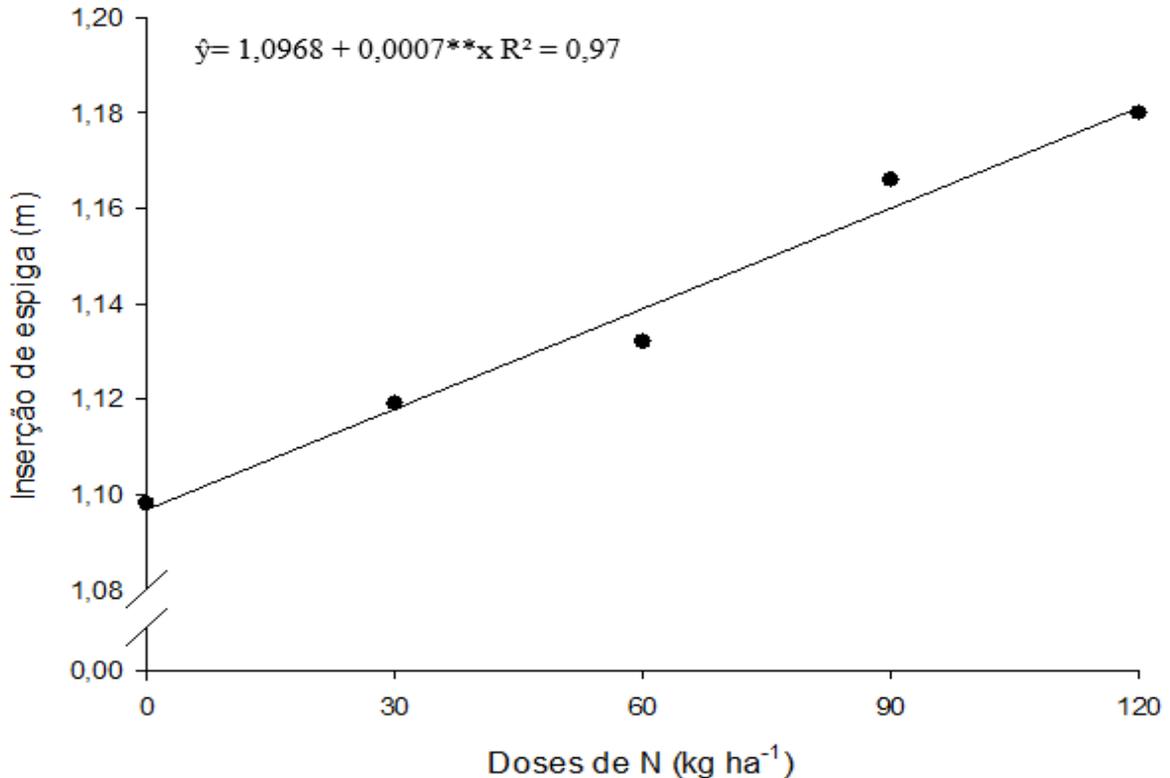


FIGURA 5. Altura de inserção de espiga (m) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016.

4.3. Diâmetro de colmo

Ao analisar o diâmetro de colmo, observa-se que para a segunda safra de 2015 e para a safra de verão de 2015/2016, não houve efeito significativo com a aplicação das doses de N em cobertura, sendo as médias obtidas de 22,34 mm e 23,85 mm, respectivamente. Dados similares são mencionados por Lopes et al. (1995) para a variedade BR 473 (Quadro 2) com 21mm. Lucena et al. (2000), avaliando os efeitos das doses de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) e de fósforo com a cultivar BR 5033, não encontraram diferenças significativas no diâmetro do colmo do milho.

No entanto, Piazzoli et al. (2012), concluíram que doses de nitrogênio em cobertura aumentam o diâmetro de colmo, assim como, Oliveira et al. (2009) constataram efeito linear, crescente, das doses de nitrogênio no diâmetro do colmo de plantas de milho, obtendo o melhor resultado na aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N (21,4mm). Carmo et al. (2012) avaliando os efeitos de diferentes fontes e doses de N no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce observaram efeito linear crescente no diâmetro do colmo em função do aumento das doses de

N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000) o colmo além de servir de suporte de folhas e inflorescências, tem importante função de armazenamento de sólidos solúveis que são utilizados posteriormente na formação dos grãos.

4.4. Comprimento de espiga

O comprimento de espiga, não foi influenciado pelas doses de N em cobertura, na segunda safra de 2015 e na safra de verão 2015/2016, com médias de 18,32cm e 19,13 cm, respectivamente. O comprimento de espiga é definido, principalmente, no momento em que as plantas apresentam doze folhas expandidas. Sendo assim, qualquer adversidade que aconteça nessa fase, como o efeito combinado da competição intraespecífica, pode resultar em redução do comprimento das espigas, provocando queda na produtividade da cultura (FANCELLI e DOURADO NETO, 1996). O comprimento da espiga é uma das características que pode interferir diretamente no número de grãos por espiga e, conseqüentemente, na produtividade da cultura do milho.

Kappes, (2012) e Soares et al. (2003) obtiveram os maiores comprimentos de espiga (16,5 e 17,97 cm) com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, que representaram aumento de 9 e 22% respectivamente, em relação aos tratamentos sem a aplicação de nitrogênio. Em pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2014) avaliando a combinação das doses de nitrogênio e fósforo, verificaram maior comprimento de espiga com aplicação de 94 kg ha⁻¹ de N combinado com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Lourente et al. (2007) constataram efeito significativo para dose de nitrogênio no comprimento de espiga, sendo a média de 18,12cm, na dose 200 kg ha⁻¹ de N. O comprimento de espiga é uma característica que afeta a produtividade do milho, pois quanto maior for, maior será o número potencial de grãos a ser formado por fileira, sendo esta característica influenciada pelo clima, solo e pelo genótipo (GOES et al., 2012).

4.5. Diâmetro de espiga

Para o diâmetro de espiga não houve efeito das doses de N para as duas épocas de semeadura do milho, com médias de 47,27 e 47,77 mm respectivamente, estando próximo do valor descrito por Lopes et al. (1995) (Quadro 2). Pesquisa desenvolvida por Goes et al. (2012)

utilizando doses 0, 20, 40, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N, não obtiveram efeito significativo dos tratamentos utilizados, observando uma média geral de 43,45mm. Por outro lado, Lourente et al. (2007) obtiveram maior diâmetro de espiga (46,54 mm) na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. Segundo Ohland et al. (2005), o diâmetro de espiga, é uma característica produtiva que está estreitamente relacionada com o enchimento de grãos, número de fileiras de grãos por espiga, e também influenciada pelo genótipo.

4.6. Número de grãos por espiga

Não houve efeito de doses de nitrogênio no número de grãos por espiga semeado na segunda safra de 2015, com média de 521 grãos. O número de grãos por espiga é uma característica importante nos componentes de produção, sendo influenciado pelas condições ambientais e genéticas. Condições adequadas de temperatura e precipitação pluviométrica durante a polinização e fertilização dos óvulos é fundamental para a confirmação do número de grãos por espiga (RITCHIE e HANWAY, 1984). Em pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2006) avaliando o efeito de culturas antecessoras e doses de nitrogênio em milho, os autores observaram que as doses de nitrogênio influenciaram o número de grãos por espiga, obtendo o máximo número de grãos (496) na dose de 230 kg ha⁻¹ de N.

Observa-se, na Figura 6, que houve resposta significativa e linear para dose nitrogênio no milho semeado na safra de verão 2015/2016, com maior número de grãos por espiga (585 grãos) na dose de 120 kg ha⁻¹ de N, que significou um aumento do número de grãos por espiga de 10% em relação ao tratamento sem aplicação de N. Pesquisa desenvolvida por Medeiros et al. (2015) em estudo sobre doses de nitrogênio no milho em sucessão ao meloeiro verificaram resposta significativa para o número de grãos por espiga, havendo acréscimo desta característica com o aumento das doses de N. Segundo Bortolini et al. (2001), o número de grãos por espiga é a característica que mais se associa ao rendimento de grãos de milho.

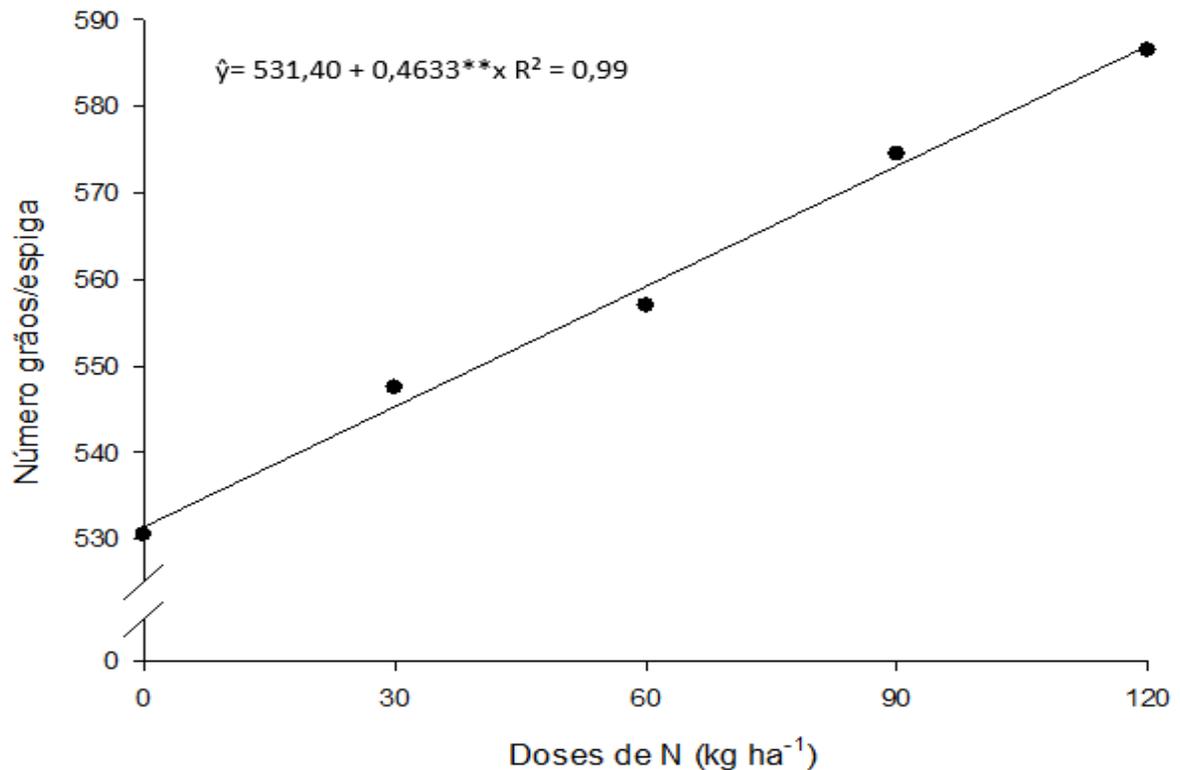


FIGURA 6. Número de grãos por espiga do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016.

4.7. Produtividade

Para a produtividade de grãos, na segunda safra de 2015, não houve efeito significativo das doses de N em cobertura, a média geral foi de 6.023,33 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos foi superior à obtida no estado de Mato Grosso do Sul na mesma safra (CONAB, 2016). A boa produtividade obtida neste experimento pode ser atribuída à fertilidade adequada do solo (Quadro 2) e da distribuição regular de chuva (Figura 1). A falta de resposta a adubação nitrogenada pode ser atribuída aos teores de matéria orgânica do solo (28,38 g dm⁻³ de solo), que contribuiu para o aporte de nitrogênio associado com os 20 kg N ha⁻¹ aplicados na semeadura. Deve-se considerar também que existe pouca informação sobre a semeadura da variedade BR 473 na segunda safra, devido ter sido recomendada na década de 90 quando nesta época a maioria dos milhos eram semeados no verão.

Na safra de verão de 2015/2016, houve efeito da dose de N na produtividade de grãos, sendo o modelo quadrático o que melhor se ajustou os dados, porém, a produtividade máxima

estimada é de 7.673,8 kg ha⁻¹ com a dose de 130 kg ha⁻¹ de N (Figura 7) e foi 17% maior que a obtida com a dose de 0 kg ha⁻¹ de N. Os valores obtidos foi superior a citada por Lopes et al. (1995) e Aguiar e Moura (2003), que trabalharam com a variedade BR 473, obtendo 5.400 kg ha⁻¹ e 3.465 kg ha⁻¹ respectivamente. Deve-se ressaltar que a produtividade obtida neste experimento pode ser considerada muito boa por se tratar de uma variedade. Argenta et al. (2002) afirmam que a planta necessita de 20 a 28 kg N ha⁻¹ para cada tonelada de grãos produzidos, o que foi atendida na maior dose de N aplicada.

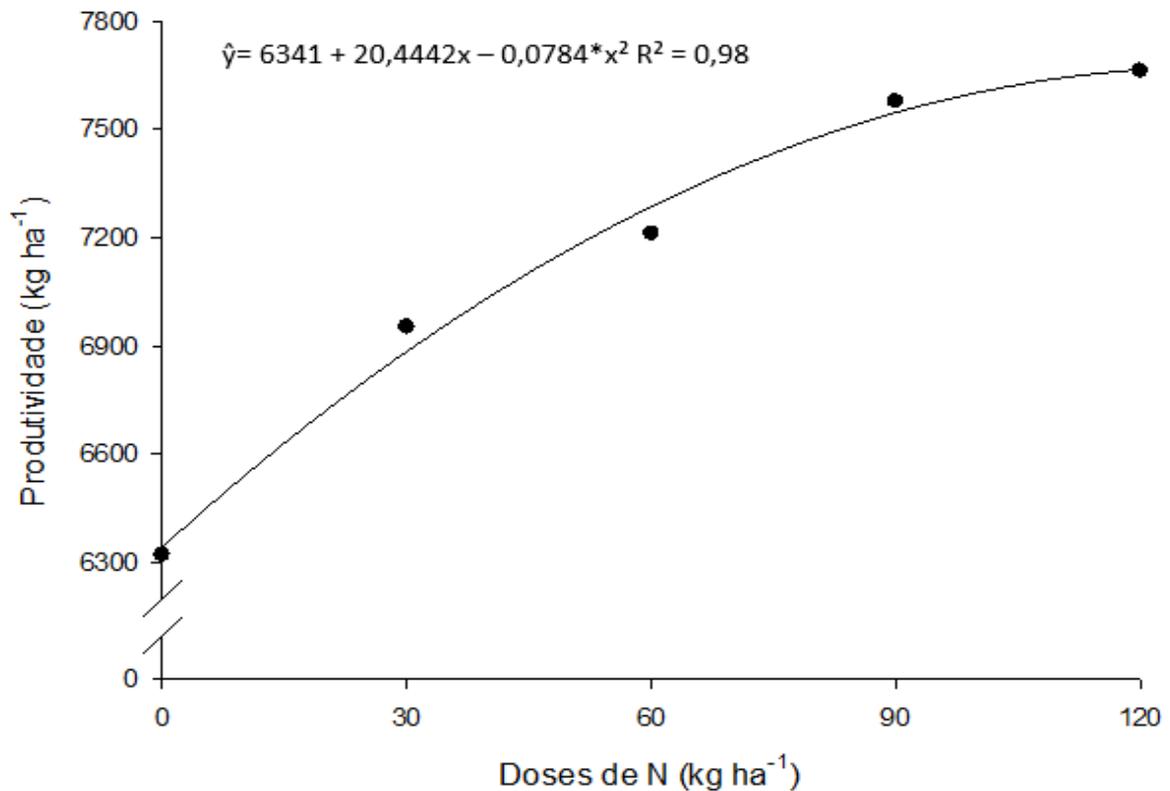


FIGURA 7. Produtividade (kg ha⁻¹) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura, na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016.

Além do efeito sobre a produtividade no milho, o nitrogênio interfere em outras características da planta relacionadas ao desenvolvimento, as quais afetam a produtividade da cultura, direta ou indiretamente. Büll (1993) ressalta que, a aplicação de nitrogênio pode influenciar indiretamente a nutrição da planta, havendo maior absorção de outros nutrientes devido à exploração de um maior volume de solo pelo aumento do sistema radicular.

A maior produtividade verificada na safra de verão pode ser atribuída a melhor adaptação da referida variedade a esta época de semeadura, em função da maior insolação e distribuição de chuva, favorecendo a taxa fotossintética.

Pesquisa desenvolvida por Goes et al. (2012) avaliando o efeito de doses crescentes de N sobre a produtividade de grãos utilizando o híbrido triplo BG 7055, obtiveram a maior produtividade (7.683,50 kg ha⁻¹) com a dose de 80 kg ha⁻¹ de N. Valderrama et al. (2011) constataram aumento na produtividade de grãos do híbrido simples Dekalb 390, em função do aumento das doses de N aplicadas no solo, obtendo a maior produtividade (11.191 kg ha⁻¹), com a aplicação da dose de 120 kg ha⁻¹ de N.

Em trabalho desenvolvido por Souza e Soratto (2006) verifica-se aumento linear da produtividade de grãos do milho utilizando o híbrido duplo AGN 2012, em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, com acréscimo de 22% quando se aplicaram 120 kg ha⁻¹ de N em relação ao tratamento sem aplicação do nutriente. Incremento linear da produtividade do milho de segunda safra com a aplicação de N foi observado por Soratto et al. (2010), que obtiveram a maior produtividade de grãos (4.952 kg ha⁻¹) com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio utilizando o híbrido duplo DKB 979. Bastos et al. (2008) obtiveram aumento da produtividade do milho (7.691,8 kg ha⁻¹) até a dose de 180 kg ha⁻¹ de N, utilizando o híbrido simples Pioneer 30K75.

4.8. Massa de mil grãos

Não houve efeito de dose de nitrogênio na massa de mil grãos para o milho semeado na segunda safra de 2015 e na safra de verão 2015/2016, com média geral de 298,79 g e 284,01 g respectivamente. A massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos (OHLAND et al., 2005). O N desempenha importante papel como constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes de proteínas. Assim, como a formação dos grãos depende de proteínas na planta, a massa dos grãos e a produtividade estão diretamente relacionadas com o suprimento de N (BELOW, 2002).

Em pesquisa desenvolvida por Valderrama et al. (2011) utilizando 4 doses de ureia em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) com e sem revestimento polimerizado, não foram observadas diferença significativa na massa de mil grãos. Já Soratto et al. (2010) avaliando o efeito de

fontes e doses de nitrogênio em cobertura no milho de segunda safra, concluíram que a massa de 1.000 grãos foi aumentada pela aplicação de doses de N (0; 30; 60 e 120 kg ha⁻¹), não sendo afetada pelas fontes (uréia, sulfato de amônio, ureia extrusada e sulfonitrato de amônio). Os autores observaram que o aumento dessa variável foi até a dose máxima estimada de 78,5 kg ha⁻¹ de N.

Aguiar et al. (2009) também verificaram aumento da massa de mil grãos com adubação nitrogenada, no entanto, Casagrande e Fornasieri Filho (2002) e Souza et al. (2011) não obtiveram resposta para esta variável. Os autores acima citados concluíram que a variação da resposta da massa de mil grãos em função da adubação nitrogenada, assim como a da produtividade, é muito variável.

4.9. Teor de nitrogênio foliar

Houve efeito da dose de N no teor foliar do milho semeado na segunda safra de 2015 e na safra de verão de 2015/2016 (Figuras 8 e 9 respectivamente), sendo o modelo linear o que melhor ajustou os dados, com os maiores teores de 31,5 g kg⁻¹ de N e 27,3 g kg⁻¹ de N, respectivamente obtidos com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Na segunda safra de 2015 observou-se que o teor de nitrogênio foliar no tratamento que não recebeu aplicação de N em cobertura foi de 26,6 g kg⁻¹ sendo 15,5% inferior ao obtido no tratamento com o maior valor. Na safra de verão de 2015/2016 verificou-se que o teor de nitrogênio foliar do tratamento sem N em cobertura foi de 16,8 g de N kg⁻¹, representando um decréscimo de 34,5% em relação ao obtido na maior dose.

Em pesquisa desenvolvida por Veloso et al. (2009), verificou-se que houve efeito no teor foliar de nitrogênio, sendo o valor máximo obtido (33,8 g de N kg⁻¹) na dose de 200 kg de N ha⁻¹. Também foi observado por Gazola et al. (2014) que o teor de N foliar apresentou ajuste a uma equação linear, em resposta às doses de N aplicadas em cobertura (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹). Já Soratto et al. (2012) não encontraram efeito significativo de doses de N sobre o teor de N foliar, obtendo valores de 27,5 a 32,5 g kg⁻¹.

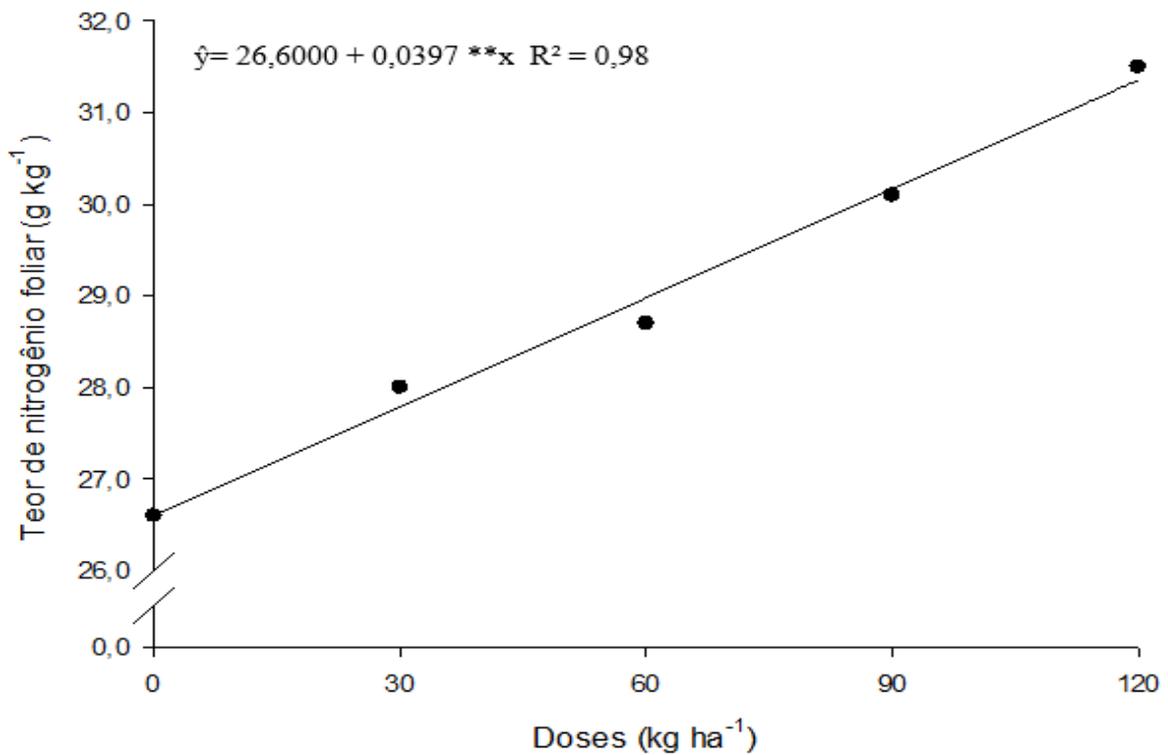


FIGURA 8. Teor de nitrogênio foliar (g kg⁻¹) do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS, 2015.

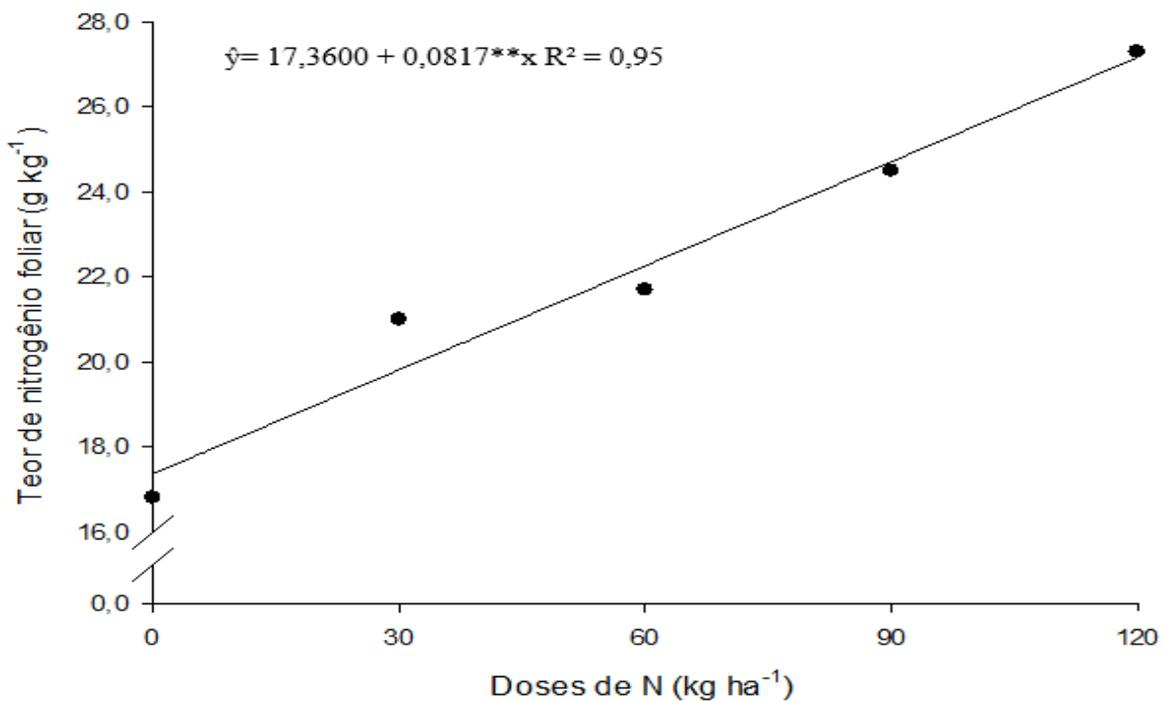


FIGURA 9. Teor de nitrogênio foliar (g kg⁻¹) do milho, em função da adubação nitrogenada em cobertura na safra de verão 2015/2016. Dourados – MS, 2016.

4.11. Teor de proteína nos grãos

Para o teor de proteína nos grãos, na segunda safra de 2015 foi observado que, com o aumento das doses de N houve aumento no teor de proteína, os dados se ajustaram ao modelo de regressão linear (Figura 10). Com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura obteve-se um teor de proteína de 12,68%, representando um acréscimo de 24% em relação ao tratamento que não foi aplicado nitrogênio em cobertura que teve um teor de proteína de 9,6%. Alamerew et al. (2008) verificaram que, os teores de proteína em 12 genótipos de milho QPM variaram entre 6,87 e 12,02%. Já os resultados obtidos no presente trabalho, a variação foi menor, tendo valores entre 9,62 e 12,68%. Amaral filho et al. (2005), avaliando a influência do espaçamento, da densidade populacional e de doses de nitrogênio no teor de proteína nos grãos, constataram que a adição de doses de nitrogênio aumentou linearmente os valores proteicos dos grãos de milho.

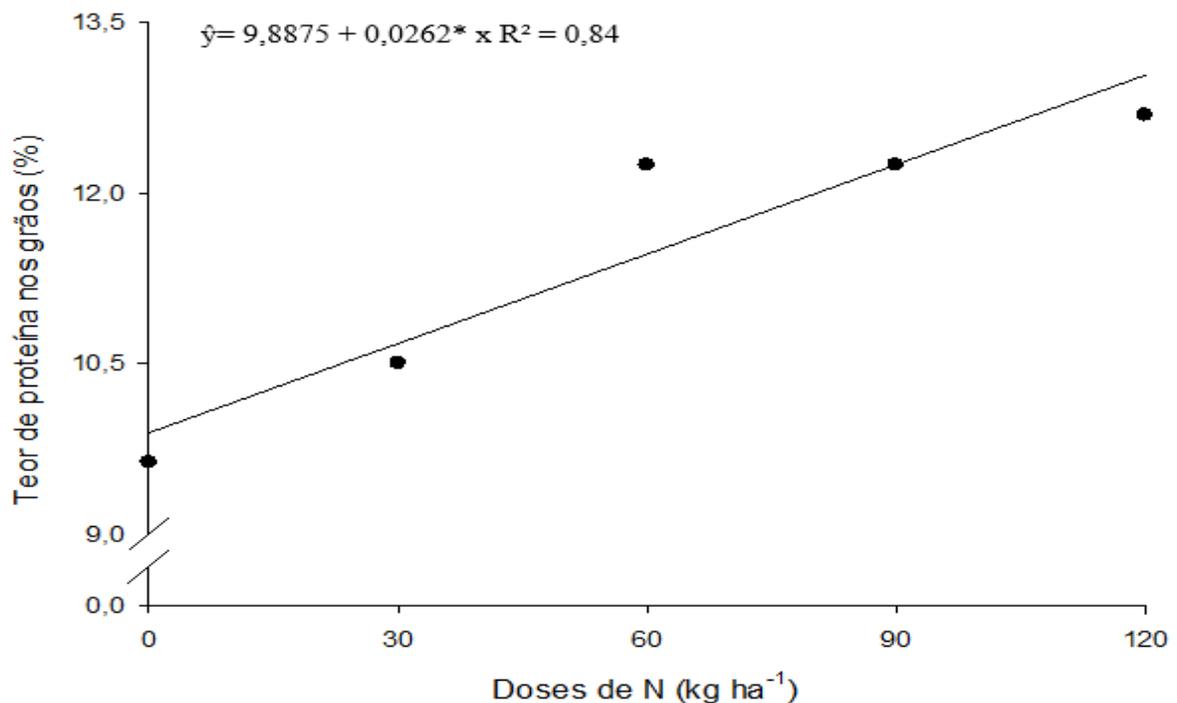


FIGURA 10. Teor de proteína (g kg⁻¹) nos grãos do milho em função da adubação nitrogenada em cobertura na segunda safra de 2015. Dourados – MS, 2015.

Segundo Sofi et al. (2009), o conteúdo de proteína é diretamente controlado pela capacidade da planta em absorver e transferir nitrogênio do solo e dos órgãos vegetativos para

os grãos que, por sua vez, é uma característica controlada geneticamente. Rostagno et al. (2005) cita que o teor médio de proteína em grãos de milho é de 8,26%, os teores obtidos no presente estudo foram superiores aos citados por esse autor.

Enquanto na safra de verão 2015/2016, foi observado que com o aumento das doses de nitrogênio em cobertura não houve diferença significativa para esta característica, sendo a média geral de 10,28%. Resultados semelhantes foram encontrados por Paschoalik (1998), que trabalhou com cinco híbridos e sete épocas de aplicação de nitrogênio, o autor também verificou que a adubação nitrogenada não apresentou efeito nos teores de proteína nos grãos.

Da mesma maneira, Pommer e Sawazaki (1981), estudando a influência da adubação mineral, em dois ensaios permanentes, sobre o teor percentual de proteína nos grãos de milho, concluíram que o teor percentual de proteína na matéria seca dos grãos não foi influenciado significativamente pela adubação contínua com NPK.

Oliveira et al. (2010), avaliando o teor e o acúmulo de proteínas, de cinzas e de nutrientes em grãos de milho provenientes de plantas submetidas a inoculação com *Pseudomonas fluorescens* e cultivadas sob diferentes níveis de adubação NPK no solo, os autores concluíram que os diferentes níveis de adubação, não se mostraram significativos para a porcentagem de proteína nos grãos de milho.

5. CONCLUSÕES

1. A variedade BR 473 semeada na segunda safra de 2015 apresenta resposta linear para altura de planta, teor de N foliar e teor de proteína nos grãos com aumento das doses de N em cobertura;
2. Na safra de verão 2015/2016 a variedade BR 473 responde linear a aplicação de N para altura de planta, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga, teor de N foliar e quadrática para produtividade de grãos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIAR, A. C. F.; MOURA, E. G. Crescimento e produtividade de duas cultivares de milho de alta qualidade proteica em solo de baixa fertilidade. **Revista Bragantia**, Campinas, vol.62, n. 3, p. 429-435, 2003.
- AGUIAR, R. A.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A.; TROVO, J. B. F. Manejo do solo utilizando plantas de cobertura, híbridos e nitrogênio na produtividade do milho. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 15-22, 2009.
- ALAMEREW, S. Protein, Tryptophan and lysine contents in quality protein maize. North India, Ethiopian. **Journal of Health Sciences**, v.18, p. 9-15, 2008.
- AMADO, T. J. C.; J. MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189, 2000.
- 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 de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 26:241-248, 2002.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MIELNICZUK, J.; BERTOLINI, C.G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.519-527, 2002.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BASTOS, E. A. et al., Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 02, p. 275-280, 2008.
- BELLAVER, C.; LIMA, G. J. M. M. Milhos de qualidade superior na alimentação de suínos e aves. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DE MILHO, 1997, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: fz-CPAO, 1998. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 23)
- BELOW, F. E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, n. 99, p. 7-12, 2002.
- BJARNASON, M.; VASAL, S.K. (1992) Breeding of quality protein maize (QPM). **Plant Breeding Reviews**, vol. 9, p.181-216, 1992.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F, da; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia preta em resposta à adubação nitrogenada e regime hídrico. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, p. 1101-1106, 2001.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA. **Agricultura familiar no Brasil e o Censo Agropecuário 2006**. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H., (ed.). **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, POTAFOS, 1993, p. 63-131.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agronômicas**, n. 122, p. 12-14, 2008.

CARMO, M. S.; CRUZ, S. C. S.; SOUZA, E. J.; CAMPOS, L. F. C.; MACHADO, C. J. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar, saccharatavar, rugosa). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement1, p. 223-231, 2012.

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.33-40, 2002.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C. Nutrição e adubação do milho forrageiro. In: EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**. Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção. Sete Lagoas, 1991. p.29-73. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 14).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.61-67, 1992.

COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 17p. 2006 (Circular Técnica, 78).

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Circular técnica, 96).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. **Nutrição e adubação do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de Produção, 1. Versão Eletrônica – 6º edição. Set./2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos, safra 2015/2016**, V. 3, N. 9. Nono levantamento, Junho 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_09_00_00_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf> Acesso em 12 Junho 2016.

COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; AMABILE, R. F.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de Cerrado com aplicação de fertilizante nitrogenado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.399-406, 2007.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de

Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivares**. 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/cultivares.htm#topo>. Acesso em: 15 junho 2016.

DUARTE, J. de O. Importância econômica. **Embrapa milho e sorgo**. Sistema de produção, 1. 2004.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho**. Brasil: Embrapa, 2011. ISSN 1679-012X. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_7ed/>. Acesso em 25 maio 2013.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia de produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996, 129 p.

FANCELLI, A. L. Nutrição e adubação do milho. In: **Curso de atualização em manejo 45 racional do solo e nutrição de plantas**. Módulo III. 11ª aula. 18p. 2001.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**, Guaíba: 2 ed., Agropecuária, 2000, 360p.

FANCELLI, A. L. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. Piracicaba: IPNI - International Plant Nutrition Institute Brazil, 2010. 16p. (IPNI. **Informações Agronômicas**, 131).

FAO (2012). **Committee on World Food Security**. Disponível em: <http://www.fao.org/cfs/en/>. Acesso em: 12 out 2012.

GARCIA, J. C.; MATTOSSO M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C. Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do Milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2006. 12p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 74).

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. D. de B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.7, p. 700–707, 2014.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, p. 169-177, 2012.

GUIMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; PAES, M. C. D.; VASCONCELOS, M. J. V.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGNAVACA, R.; LOPES M. A.; SANTOS, M. X.; GAMA, E. E. G.; MEIRELLES, W. F. BR 451 – Milho de Alta Qualidade Proteica. **Embrapa Milho e Sorgo**, comunicado técnico, 111. Sete Lagoas, Dezembro 2004.

GUIMARAES, P.E.O.; LOPES, M.A.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, M.X.; PARENTONI, S.N.; PAES, M.C.D.; VIEIRA JR. P.A.; SILVA, A.E.; PAIVA, E.; CORREA, L.A.; PACHECO, C.A.P. Quality Protein Maize improvement at the National Maize and Sorghum Research

Center - CNPMS/EMBRAPA/BRAZIL In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE, 1994, Sete Lagoas, MG. **Quality protein maize 1964-1994** – proceedings. Purdue University, 1997. p.185-203. Editado por B.A. Larkins, E.T. Mertz,

INCRA – Instituto Nacional De Colonização E Reforma Agrária. **Dados do Incra Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/ms>. Acessado em 10 junho de 2016.

KAPPES, C. **Coberturas vegetais, manejo do solo e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2012, 204 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira – SP, 2012.

LOPES, M. A.; SANTOS, M. X.; PARENTONI, S. N.; GUIMARAES, P. E. O.; GAMA, E. E. G.; SILVA, A. E.; CORREA, L. A.; PACHECO, C. A. P.; E MAGNAVACA, R. O programa de melhoramento de milho do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, CNPMS/EMBRAPA/BRASIL. In: **Memorias do II Taller de Cosecha de Maices Toleantes a Suelo Acidos** e III Reunión de Coordinadores Suramericanos de Programas de maiz, Villavicencio e Palmira, Colômbia, janeiro 1995.

LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

LUCENA, L. de, F. C.; OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, I. F.; ANDRADE, A. P. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres. 631p. 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press. 889p. 1995.

MEDEIROS, R. D.; SILVA, E. S.; CARMO, I. L. G. S.; MONTEIRO NETO, J. L.; SILVA, A. P.; TRASSATO, L. B. Doses de nitrogênio e locais de semeadura do milho em sucessão ao meloeiro no segundo ano de cultivo. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**, 2015. Natal – RN. O solo e suas múltiplas funções, 2015.

MELO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. Estimativa do custo de produção do milho 1º safra, 2002/03, para o Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados: **Embrapa - CPAO**, 2002. (Embrapa-CPAO. Comunicado Técnico, 57).

MERTZ, E. T., L. S. BATES AND O. E. NELSON, 1964 Mutant gene that changes the protein composition and increases the lysine content of maize endosperm. **Science**, 145: 279–280, 1964.

Ministério da Agricultura. **Cultura do milho**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho> Acesso em 19 de agosto de 2014.

Ministério do Desenvolvimento Agrário. Agricultura família produz 70% dos alimentos consumidos por brasileiros. Disponível: <http://www.MDA.gov.br>. Acesso: junho 2016.

NEUMANN, M.; SANDINI, I. E.; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSEIRA, R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v 4, n. 3, p. 418-427, 2005.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, F. A. de; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. de. F. da; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C. de; FILHO, J. F. da. C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, Vol. 4, Núm. 3, p. 238-244, 2009.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Composição Química de Grãos de Milho em Resposta à Adubação Mineral e Inoculação das Sementes com *Pseudomonas fluorescens*. In: **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-ROM, p. 1370-1376 2010.

PACHECO, C. A. P.; RAMALHO, M. A. P.; MAGNAVACA, R. Interação genótipos x ambientes na avaliação de progênies de meios-irmãos de milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.433-439, 1998

PACHECO, C. A. P.; GUIMARAES, P. E. O.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F.; GAMA, E. E. G.; VASCONCELOS, M. J. V. Melhoramento da variedade de milho de alta qualidade proteica (QPM) BR 473. In: Congresso nacional de milho e sorgo, 23, 2000, Uberlândia, MG. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000.

PAES, M. C. D.; Perspectivas nutricionais do milho de alta qualidade proteica. **Óleos e Grãos**, v. 24, p. 49 - 95, 01 jun. 1995.

PAES, M. C. D.; BICUDO, M. H. (1994) Nutritional Perspectives of Quality Protein Maize. In: **Quality Protein Maize: 1964-1994**. Proceedings of the International Symposium on Quality Protein Maize, Sete Lagoas, MG, Brazil, December 1-3, 1994. Pages 65-78.

PASCHOALICK, H. N. S. **Efeito da época de aplicação do nitrogênio na produção, teor de óleo e na qualidade proteica de cultivares de milho (*Zea mays* L.) normal e QPM**. 1998. 107f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP, 1998.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

PEIXOTO, M. J. V.; PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; PAIVA, E.; REGO, M. M. Perspectiva de utilização de milhos de alta qualidade proteica no Brasil. **Inf. Agropec.** Belo Horizonte, v.14, n. 165 p.23-24, 1990.

PIAZZOLI, D.; PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; SOUZA, T. M.; SHIROMA, G.; SELLA, J. V.; OLIVEIRA J. R. J. A. Adubação nitrogenada de cobertura e densidade de plantas nas características agrônomicas do milho segunda safra sob espaçamento reduzido. In: **29º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012**. Aguas de Lindóia. Diversidade e Inovação na era dos transgênicos, Sete Lagoas - MG: ABMS, p. 1889-1895, v. 1 2012.

POMMER, C. V; SAWAZAKI, E. Influência da adubação mineral continua na produção de proteína e no seu teor percentual nos grãos de milho. **Bragantia**, Campinas, v.40, nº 9, maior 1981.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; REZENDE, A. M. Entraves da comercialização à competitividade do milho brasileiro. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba, n. 104, p. 23- 40, 2003.

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

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. Ed., Campinas: IAC, 1997, 285 p, (Boletim Técnico, 100).

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

RITCHIE, S.; HANWAY J. **How a corn Plant Develops**. Ames: Iowa State University, 1984. 21p. (Special Report, 48).

RIZZARDI, M. A.; PIRES, J. L. Resposta de cultivares de milho à distribuição de plantas na linha, com e sem controle de plantas daninhas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 13-17, 1996.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais)**, 2, ed., Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186p. SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agro veterinárias**, Lages, v. 1, n. 2, p. 60-66, 2002.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. (ed.). 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353 p.

SEAB - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12: Milho**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná: Curitiba, SEAB, 2012, 18 p.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T. DE; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21 n. 3, p. 454-457, 2003.

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.5, p.725-733, 2005.

SILVA, D. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006.

SILVA, G. F. da; OLIVEIRA, F. H. T. de; PEREIRA, R. G.; SILVA, P. S. L. E.; DIÓGENES, T. B. A.; SILVA, A. R. da, C. Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.18, n.12, pp.1247-1254, 2014.

SOARES, M. A.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A. Nitrogênio, zinco e boro e suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 76, p. 22-27, 2003.

SOFI, P. A.; WANI, S.A.; RATHER, A. G.; WANI, S. H. Review article: Quality protein maize (QPM): Genetic manipulation for the nutritional fortification of maize. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.16, p.244-253, 2009.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.

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

SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; SOBRINHO, T. A.; FEDATTO, E.; ZANON, G. D.; HASEGAWA, E. K. B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.55-62, 2003.

SOUZA, E. de F. C. de; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.387-397, 2006.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; EUSTÁQUIO de SÁ, M. e ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigada em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011.

USDA. United States Department Of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **World agricultural production**. Circular Series, WAP 6-16, June 2016. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>> Acesso em 02 julho 2016.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Tropical, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VARVEL, G. E.; SCHPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, 61:1233-1239, 1997.

VASAL, S. K.; VILLEGAS, E.; BJARNASON, M.; GELAW, B.; GOERTZ, P. Genetic modifiers and breeding strategies in developing hard endosperm opaque-2 materials. In **Improvement of Quality Traits of Maize for Grain and Silage Use**, W.G., Pollmer and R.H., Phillips, eds (London, UK: Martinus Nijhoff), 1980, p.p. 37-73.

VELOSO, M. E. da C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D.; SILVA, E. C. da; PEREIRA, C. R. Teor de nitrogênio, índices de área foliar e de colheita, no milho, em função da adubação nitrogenada, em solo de várzea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8 n. 1, p. 13-25, 2009.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho: como melhorar a eficiência? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.71, p.1-9, 1995.

ZHAI, S.W.; ZHANG, M. L. Comparison of true metabolisable energy and true amino acid availability between normal maize and quality protein maize (Shandan 17). **Italian Journal of Animal Science**, v.6, p.289-294, 2007.