



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



MATHEUS FINOTTI GUIMARÃES

**DESEMPENHO DO MILHO COMUM EM FUNÇÃO DE DOSES E ÉPOCAS DE
APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA**

Monte Carmelo – MG

2017

MATHEUS FINOTTI GUIMARÃES

**DESEMPENHO DO MILHO COMUM EM FUNÇÃO DE DOSES E ÉPOCAS DE
APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, *Campus* Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Odair José Marques

Monte Carmelo – MG

2017

MATHEUS FINOTTI GUIMARÃES

Desempenho do milho comum em função de doses e épocas de aplicação da adubação nitrogenada de cobertura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, *Campus* Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

APROVADO em 14/12/2017

Prof. Dr. Odair José Marques
Orientador

Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior
Membro da banca

Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos
Membro da banca

Monte Carmelo - MG

2017

RESUMO

A cultura do milho é uma das mais importantes para o Brasil, sendo sua produção destinada principalmente à alimentação animal. Os fatores que influenciam a produtividade da cultura têm sido muito estudados para a aplicação do melhor manejo, principalmente em sistemas de alta tecnificação, uma vez que estes são os que representam as maiores produtividades. Por isso, objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas da cultura de milho comum, sob diferentes doses e épocas de aplicação da adubação nitrogenada de cobertura, em Monte Carmelo, região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. O período de avaliação abrangeu a safra de verão nos anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017. Os tratamentos constituíram-se da combinação de quatro doses de nitrogênio, aplicadas em quatro épocas (V2, V4, V6 e V8), utilizando um híbrido comercial de milho comum, no esquema fatorial 4x4 e uma testemunha adicional. Foram avaliadas as características de parte aérea das plantas, componentes de produção e produtividade. Os dados obtidos em cada ensaio foram analisados estatisticamente. Apesar da inviabilidade de determinar os resultados da interação dos fatores no segundo ano de cultivo, houve interação significativa para altura de plantas e diâmetro de colmo nas doses de 70, 210 e 280 kg ha⁻¹ de N nas épocas V2, V4 e V8.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; milho comum; adubação; produtividade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente pela oportunidade de estar vivo, consciente e capaz de realizar as atividades que me competem.

Ao Prof. Dr. Odair José Marques, por toda ajuda na realização dos experimentos, assim como pela orientação, não somente como professor, mas como amigo.

Aos meus pais, pelo amor e afeto, e por sempre terem me dado as condições necessárias para que eu pudesse enfrentar os novos desafios.

À minha namorada e todos os amigos que estão ao meu lado nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal de Uberlândia, todo o corpo docente, e todos os funcionários, que de forma direta ou indireta estão vinculados à minha formação profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1. Avaliações fitotécnicas	12
2.2 Análise estatística	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
3.1 Características de parte aérea.....	17
3.2 Componentes de produção.....	19
4. CONCLUSÃO.....	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea da família das *poaceae*, nativa da América, provavelmente da região onde hoje se situa o México, e acredita-se que ali foi cultivada há cerca de 7.000 anos. É uma planta monoica, alógama, de cultivo anual, robusta e ereta (PATERNIANI, 1980).

Diversos segmentos de agricultores cultivam milho em diferentes níveis tecnológicos. O cultivo do milho comum, quando aliado a sistemas de produção altamente tecnificados, proporciona altas taxas de produtividade, o que não se observa em propriedades menores, de pequenos produtores, apesar deste tipo de cultivo ser tradicional em muitas delas (FANCELLI e DOURADO-NETO, 2004; FORNASIERI FILHO, 2007). O principal destino da produção de milho comum no Brasil é a composição de rações animais, o que limita a rentabilidade da atividade em pequena escala.

O cultivo de milho ocorre em praticamente todo o território nacional em função das condições climáticas características de territórios tropicais. No ano agrícola de 2015/2016, a cultura ocupou uma área de aproximadamente 15,92 milhões de hectares (ha) e produção de 66,97 milhões de toneladas (t), tendo como produtividade média 4,2 toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$). No ano agrícola seguinte, de 2016/2017 a área plantada foi de 17,59 milhões de ha, com uma produção total de 97,71 milhões de t, e média de produtividade de $5,5\ t\ ha^{-1}$ (CONAB, 2017)

O fornecimento dos diversos nutrientes é um dos principais fatores relacionados à produtividade (AMARAL FILHO *et. al.*, 2005), sendo o nitrogênio (N) um dos principais, por ser parte constituinte de elementos como os aminoácidos, proteínas, enzimas essenciais e clorofilas para o crescimento e desenvolvimento da planta (CRAWFORD; WILKINSON; LABRIE, 1992; MARSCHNER, 1995). Além disso, é considerado por muitos o nutriente mais limitante para a cultura do milho e também o mais absorvido pelas plantas (ARAÚJO; FERREIRA; CRUZ, 2004; SILVA *et al.*, 2005). Para cada tonelada de grão produzida a cultura do milho necessita de aproximadamente $20\ kg\ ha^{-1}$ de N (FANCELLI, 2000; SOUZA e LOBATO, 2004).

A disponibilidade de N natural de um solo está relacionada à decomposição da matéria orgânica, portanto, nas regiões de cerrado onde prevalecem os latossolos, a adubação nitrogenada é de extrema importância, uma vez que estes solos por serem muito antigos, profundos e terem sofrido por muitos anos com o intemperismo, em geral apresentam baixos teores de matéria orgânica (SILVA *et al.*, 2005).

A predominância de N no solo se dá na forma orgânica, e apenas uma pequena quantidade é realmente disponibilizada à planta na forma inorgânica de amônio (NH_4^+) e/ou nitrato (NO_3^-). Esta disponibilidade é influenciada pelos processos que envolvem a população microbiana do solo, responsável pela mineralização do nutriente (CORDEIRO; HOEK, 2007). Segundo Raij (2011), em condições ótimas de pH e aeração o amônio é convertido em nitrato normalmente no processo de nitrificação, sendo o NO_3^- a principal fonte de N inorgânico para as plantas, porém, por ter carga negativa, pode ser repelido pelas partículas do solo e conseqüentemente permanecer na solução do solo, não sendo absorvido pelas plantas, portanto, suscetível à lixiviação.

O fertilizante nitrogenado aplicado via ureia tem baixo aproveitamento de maneira geral. Podem ocorrer perdas acima de 70% relacionadas a lixiviação, desnitrificação e principalmente por volatilização (LARA-CABEZAS et al., 1997; CANTARELLA, 2007).

A eficiência da adubação nitrogenada pode ser maximizada em função do parcelamento da dose total utilizada e da avaliação da melhor época de aplicação. A sincronização entre o período de alta demanda do nutriente pela planta e as aplicações, são fundamentais para que isto ocorra (AMADO et al., 2002; SILVA et al., 2005).

Portanto, o parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura pode ser muito eficiente, uma vez que reduz as perdas do nutriente aplicado e atende à demanda da cultura. Outros problemas como o excesso de sais no sulco de plantio, que pode oferecer risco à germinação e perdas por lixiviação podem ser evitados com o parcelamento (COELHO et al., 2003).

Em específico na região de Monte Carmelo - MG, região do Alto Paranaíba, o principal cultivo é o de café, porém existem várias propriedades rurais cuja atividade é distinta da cafeicultura. É comum na região o fornecimento de silagem para a alimentação animal de atividade leiteira, o que justifica a pesquisa com a cultura do milho. O retorno financeiro provindo do cultivo de novas culturas pode proporcionar a esses produtores benefícios de muita valia. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as características agrônomicas de produção da cultura de milho comum sob diferentes doses e épocas de aplicação da adubação nitrogenada de cobertura, em Monte Carmelo – MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, implantados no ano agrícola de 2015/2016 e 2016/2017 nos períodos da safra de verão na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo. Apenas no primeiro ano agrícola do experimento foram colhidas as variáveis

resposta relativas à produtividade de grãos da cultura do milho. A área experimental está localizada na latitude 18°43'31" S e na longitude 47°31'21" W e tem altitude aproximada de 908 m. As avaliações laboratoriais foram realizadas no Laboratório Multiuso de Ensino em Fitotecnia (LAFIT) da UFU. Em ambos os anos os experimentos foram conduzidos a campo, semeados com semeadora de plantio direto, nos dias 27 de novembro de 2015 e 24 de outubro de 2016 conforme o zoneamento agrícola de risco climático para a cultura do milho safra no município (MAPA, 2017).

Foi utilizado para a execução do experimento um híbrido simples de milho desenvolvido pela Santa Helena sementes, cuja recomendação sugere dupla aptidão, isto é, pode ser utilizado para a produção de silagem assim como para a produção de grãos. Há ainda a característica de tolerância ao ataque de lagartas em função da tecnologia BT (*Bacillus thuringiensis*).

O clima da região de Monte Carmelo é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média do mês mais frio fica entre 3 e 18° C e a do mês mais quente superior a 22°C, com tendência de concentração de chuvas no período de primavera / verão, sendo os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos; com estação seca definida entre os meses de maio a setembro, sendo o trimestre de junho a agosto o mais seco (MOTTA; BARUQUI; SANTOS, 2004). O solo é classificado como latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), de textura argilosa.

No primeiro ano de cultivo o acúmulo de precipitação durante a realização do experimento foi de 1335 mm, e as médias das temperaturas máximas e mínimas foram, respectivamente 30,03 °C e 19,75 °C (Figura 1). No segundo ano de realização do experimento, o acúmulo de precipitação foi de 1401 mm, e as médias de temperatura máxima e mínima foram, respectivamente 29,9 °C e 19,2 °C. (Figura 2) (COOXUPÉ, 2017). Segundo Cruz et al., (2010) a cultura do milho é muito exigente em água, porém, pode ser cultivado em regiões com precipitações entre 250 a 5000 mm por ano, e tem como faixa de temperatura ideal para o seu desenvolvimento, da emergência a floração, 24 a 30 °C.

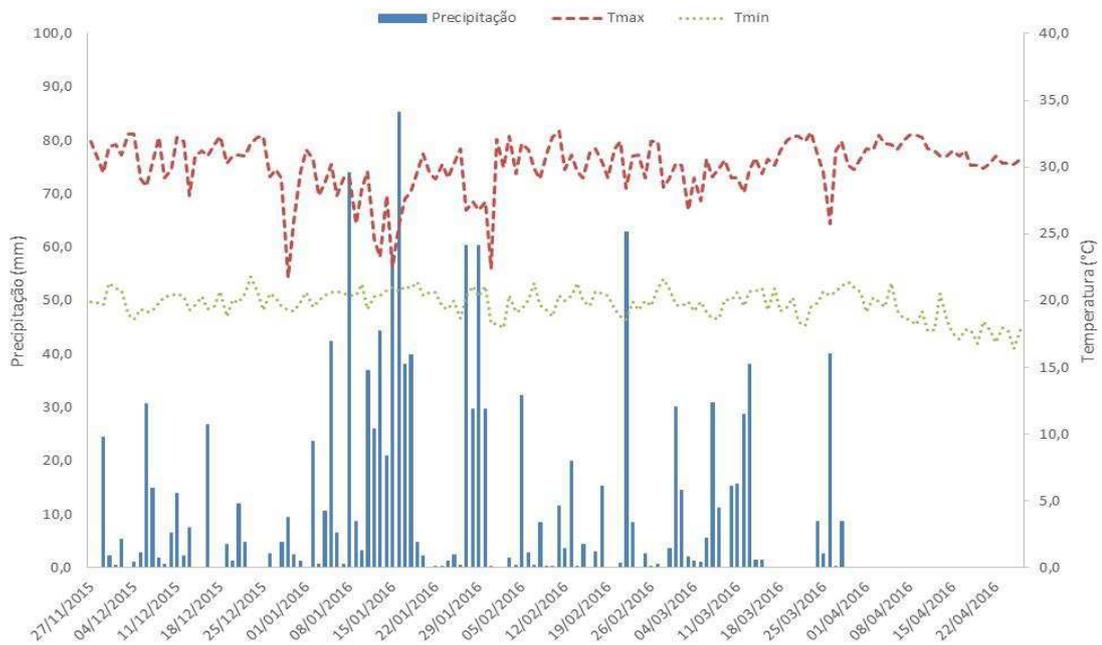


Figura 1. Dados de temperaturas máximas, mínimas e de precipitação pluvial durante o período de condução do experimento (novembro de 2015 a abril de 2016). Fonte: Cooxupé (2017).

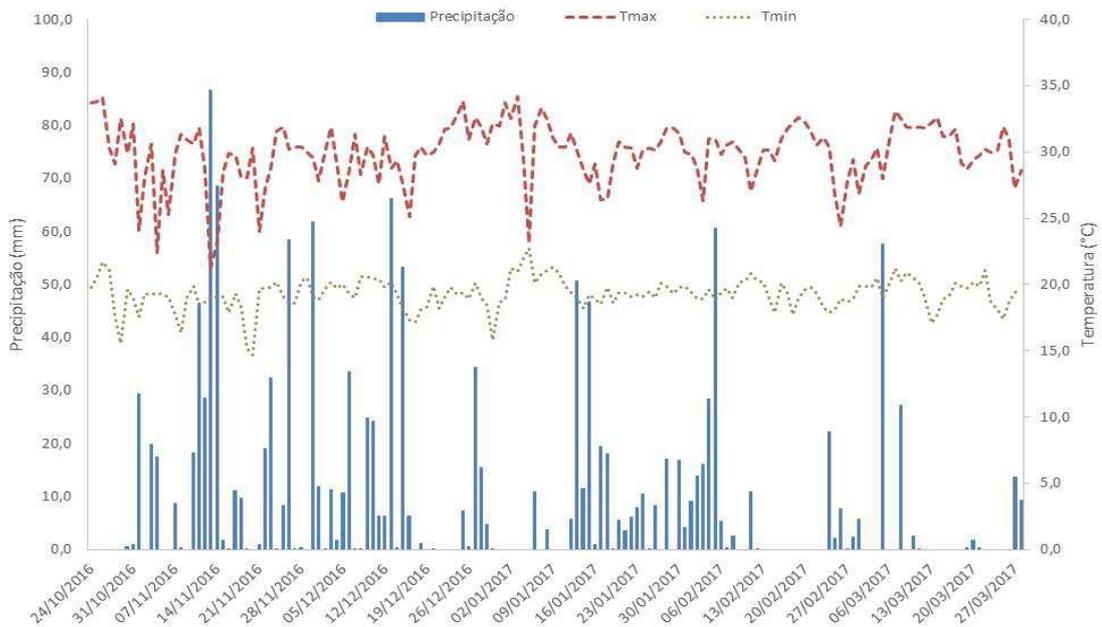


Figura 2. Dados de temperaturas máximas, mínimas e de precipitação pluvial durante o período de condução do experimento (outubro de 2016 a março de 2017). Fonte: Cooxupé (2017).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos com tratamentos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 4x4+1, sendo quatro doses de N (70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹), quatro épocas de aplicação com dose cheia (V2, V4, V6 e V8) e uma testemunha sem aplicação, assim, as combinações dos fatores estão apresentadas no Quadro 1.

As doses de N foram estabelecidas conforme a 5ª Aproximação das recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (1999), sendo dispostas da seguinte forma: 0, 50, 100, 150 e 200% da dose máxima recomendada de 140 kg ha⁻¹. Portanto, os valores efetivos das doses foram 0, 70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹ de N utilizando como fonte a ureia. As adubações de base foram realizadas de acordo com a análise química do solo e recomendações da CFSEMG (1999), aplicado na semeadura da cultura e composta de 30 kg ha⁻¹ de N (ureia), 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (MAP) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl).

As doses de N cheias constantes no parágrafo anterior foram aplicadas nos estádios fenológicos de 2, 4, 6 e 8 folhas completamente expandidas (V2, V4, V6 e V8, respectivamente).

Cada parcela experimental apresentou medidas de 5,0 m x 3,4 m, totalizando 17,0 m² de área total, sendo esta composta por quatro linhas de plantas, espaçadas entre si em 0,6 m, sendo as linhas externas e os 0,8 m nas extremidades de cada parcela, consideradas como bordaduras, sendo as duas centrais utilizadas para as avaliações.

Quadro 1 – Descrição dos tratamentos

Tratamentos	Dose de N (kg ha ⁻¹)	Época
1	70	2 folhas
2	140	
3	210	
4	280	
5	70	4 folhas
6	140	
7	210	
8	280	
9	70	6 folhas
10	140	
11	210	
12	280	
13	70	8 folhas
14	140	
15	210	
16	280	
17	0	Sem aplicação

Todos os tratos culturais e avaliações que foram realizadas neste trabalho tomaram como base a fenologia da cultura do milho, de acordo com a escala fenológica de Ritchie et al. (1993), considerando da sementeira até o estágio R6 (Quadro 2), quando não se procedeu com a colheita das espigas, uma vez que foi necessário aguardar os grãos atingirem o teor de umidade abaixo de 16%, para que os problemas de armazenamento (fitossanitários) sejam minimizados.

Quadro 2 – Estádios fenológicos da cultura do milho.

Estádios vegetativos	Estádios reprodutivos
VE - Emergência	R1 - Florescimento feminino
V1 - Primeira folha	R2 - Grão leitoso
V2 - Duas folhas desenvolvidas	R3 - Grão pastoso
V3 - Três folhas desenvolvidas	R4 - Grão farináceo
Vn - Enésima folha	R5 - Grão farináceo-duro
VT - Pendoamento	R6 - Maturidade Fisiológica

*Os estádios fenológicos de uma lavoura de milho somente são definidos quando 50% ou mais das plantas estiverem num determinado estágio. Fonte Ritchie et al. (1993).

O sistema de cultivo adotado foi o de sequeiro, ou seja, a demanda por água das plantas de milho foi suprida naturalmente, em todos os ensaios. Em todas as práticas de manejo e tratos culturais foram consideradas as recomendações preconizadas no Sistema de Produção de Milho da Embrapa (EMBRAPA, 2012).

No prazo de sete dias antes da sementeira, foi realizada a dessecação das plantas existentes nas parcelas experimentais referentes à cada época de sementeira, utilizando o herbicida Glyphosate (Round up). Posteriormente, sete dias após a dessecação foi feita a sementeira com sementeira tracionada por trator mecânico, incluindo a adubação de sementeira, utilizando adubo químico nas doses recomendadas pela CFSEMG (1999) com base na análise de solo da área experimental.

2.1. Avaliações fitotécnicas

2.1.1. Características da parte aérea das plantas

2.1.1.1. Altura de plantas (AP)

A determinação da altura de plantas foi realizada no estágio V_T, sendo avaliadas aleatoriamente 5 plantas situadas na área útil de cada parcela e mensurada, em metros, a distância entre a superfície do solo à base da inflorescência masculina (pendão) com o auxílio de uma régua graduada (3 m).

2.1.1.2. Altura média de inserção de espigas (AE)

A altura média de inserção de espigas foi determinada por meio da mensuração com régua graduada (3 m). Foi considerada a distância entre a superfície do solo e a inserção da espiga mais alta no colmo da planta (1ª espiga).

2.1.1.3. Diâmetro médio do colmo (DC)

Na determinação do diâmetro médio do colmo foi considerado o diâmetro do segundo internódio do colmo das plantas. Esta variável foi mensurada utilizando um paquímetro, sendo sua determinação efetuada por ocasião do pleno florescimento. Foram avaliadas as mesmas cinco plantas amostradas no item 3.1.1.1 e 3.1.1.2

2.1.1.4. Índice de área foliar (IAF)

A mensuração da área foliar foi realizada logo após a constatação do estágio V_T nas plantas. Foi mensurado o comprimento e a maior largura de todas as folhas de cada uma das 5 plantas. Para o cálculo da AF, foi empregada a expressão 1 proposta por Francis (1969):

$$AF = 0,75 * \left(\frac{C}{100} \right) * \left(\frac{L}{100} \right) \quad (1)$$

Em que:

AF : área foliar (m^2);

C : comprimento da folha (cm);

L : largura da folha (cm).

Em seguida, o IAF foi calculado a partir das medidas de AF, conforme a expressão 2:

$$IAF = \left(\frac{AF}{(e1 * e2)} \right) \quad (2)$$

Em que:

IAF : índice de área foliar ($m^2 m^{-2}$);

$e1$: espaçamento entre plantas (m);

$e2$: espaçamento entre linhas de plantas (m).

2.1.2. Componentes de produção e produtividade

2.1.2.1. Número de fileira por espiga (NFE)

O número de fileiras por espiga foi determinado pela contagem simples das fileiras em 10 espigas escolhidas aleatoriamente do total de espigas colhidas de cada parcela.

2.1.2.2. Número de grãos por fileira (NGF)

O número de grãos por fileira espiga foi determinado pela contagem simples dos grãos em uma fileira em cada espiga utilizada no item 3.1.2.1.

2.1.2.3. Número de grãos por espiga (NGE)

O número de grãos por espiga foi determinado pela multiplicação do número de fileiras e o número de grãos por fileira de cada espiga.

2.1.2.5. Produtividade de grãos (PG)

A produtividade será obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos de todas as espigas colhidas na área útil das parcelas experimentais (kg parcela^{-1}) e, em seguida, convertida para kg ha^{-1} após ser corrigida para umidade de 13%.

2.2 Análise estatística

Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância individual, em seguida, sendo possível, os dados também foram analisados conjuntamente. Nos tratamentos, as respostas ao fator Doses de N (D) foram submetidas à análise de regressão polinomial ($p \leq 0,05$) e as respostas ao fator épocas de aplicação de N (E) foram submetidas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O software utilizado para as análises estatísticas foi o SISVAR

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises de variância mostraram que, no primeiro ano de cultivo (Tabela 1) a interação entre os fatores Dx E foi significativa apenas para as variáveis respostas AP e DC. No entanto, o efeito isolado do fator D foi significativo para todas as variáveis analisadas, e o fator E apenas foi significativo para a característica DC.

No segundo ano de cultivo (Tabela 2) puderam ser avaliadas apenas as características AP, AE e DC em função do grande número de plantas tombadas (estimou-se 80%) por ocasião de fortes ventos ocorridos em toda a área experimental. Há o registro de ventos de $61,2 \text{ km h}^{-1}$ na região de Monte Carmelo no dia 06 de janeiro de 2017, época em que as plantas já haviam completado o seu ciclo vegetativo, portanto, haviam espigas já presentes, no estágio aproximado de R3. Não houve interação significativa entre os fatores Dx E para nenhuma das variáveis. Apenas DC apresentou diferença significativa no efeito isolado de D.

Tabela 1 - Resumo de análise de variância da altura de plantas (AP), altura da primeira espiga (AE), diâmetro de colmo (DC), índice de área foliar (IAF), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE) e produtividade de grãos (PG) do milho comum.

FV	Quadrados médios								
	AP (m)	AE (m)	DC (mm)	IAF	NFE	NGF	NGE	PG	
Doses (D)	0,09666 *	0,01489 *	16,0752 *	2,10781 *	1,52875 *	30,9979 *	14629,6 *	25,603 *	
Épocas (E)	0,02551 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	7,0845 *	0,26914 ^{ns}	0,27067 ^{ns}	4,46733 ^{ns}	2387,82 ^{ns}	3,98342 ^{ns}	
D x E	0,03717 *	0,00759 ^{ns}	7,251583 *	0,14926 ^{ns}	0,07275 ^{ns}	2,3041 ^{ns}	740,704 ^{ns}	1,85683 ^{ns}	
Bloco	0,06697	0,01976	16,957833	0,84572	1,348	46,796	19586,3	2,34308	
Resíduo	0,01342	0,00472	2,089763	0,14218	0,40975	5,53047	2247,44	1,7785	
C.V (%)	5	5,84	6,56	9,4	3,86	8,07	9,77	19,24	
Média Geral	2,31	1,17	22,03	4,01	16,6	29,13	485,11	6,93	

*significativo em nível de 5% probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo.

Tabela 2 - Resumo de análise de variância da altura de plantas (AP), altura da primeira espiga (AE), diâmetro de colmo (DC) do milho

FV	Quadrados médios					
	AP (m)		AE (m)		DC (mm)	
Doses (D)	0,028334	ns	0,010839	ns	16,92175	*
Épocas (E)	0,005823	ns	0,005377	ns	2,156667	ns
D x E	0,008612	ns	0,003283	ns	2,202083	ns
Bloco	0,010293		0,01976		3,042	
Resíduo	0,015154		0,01162		2,723404	
C.V (%)	4,94		7,50		6,36	
Média Geral	2,49		1,44		25,94	

*significativo em nível de 5% probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo.

3.1 Características de parte aérea

Para a variável resposta AP, no desdobramento da interação DxE no primeiro ano de cultivo, observamos que para a dose de 70 kg ha⁻¹ de N as épocas V2, V6 e V8 diferiram estatisticamente das demais sendo o estágio V4 o que apresentou a menor média para a variável resposta (Tabela 3).

Tabela 3 - Desdobramento da interação de épocas (E) dentro de cada nível de doses (D) para AP (m) no primeiro ano de cultivo(2015/2016).

Doses (N.ha ⁻¹)	Épocas							
	V2		V4		V6		V8	
0	2,29	a	2,29	a	2,29	a	2,29	a
70	2,33	b	1,93	a	2,17	b	2,33	b
140	2,40	a	2,38	a	2,38	a	2,38	a
210	2,38	a	2,32	a	2,40	a	2,29	a
280	2,27	a	2,41	a	2,35	a	2,43	a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

Para a variável resposta DC também houve efeito significativo da interação DxE no primeiro ano de cultivo na dose de 70 kg ha⁻¹ de N nos estádios V2 e V8. Assim como o estágio V2 nas doses de 210 e 280 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4).

Tabela 4 - Desdobramento da interação de época (E) dentro de cada nível de dose (D) para DC (mm) no primeiro ano de cultivo (2015/2016).

Doses (N.ha ⁻¹)	Épocas							
	V2		V4		V6		V8	
0	20,4	a	20,4	a	20,4	a	20,4	a
70	20,10	a	22,30	ab	21,9	ab	23	b
140	23,60	a	22,80	a	22,85	a	22,1	a
210	25,55	b	21,95	a	22,80	a	20,85	a
280	24,95	b	21,30	a	21,3	a	21,8	a

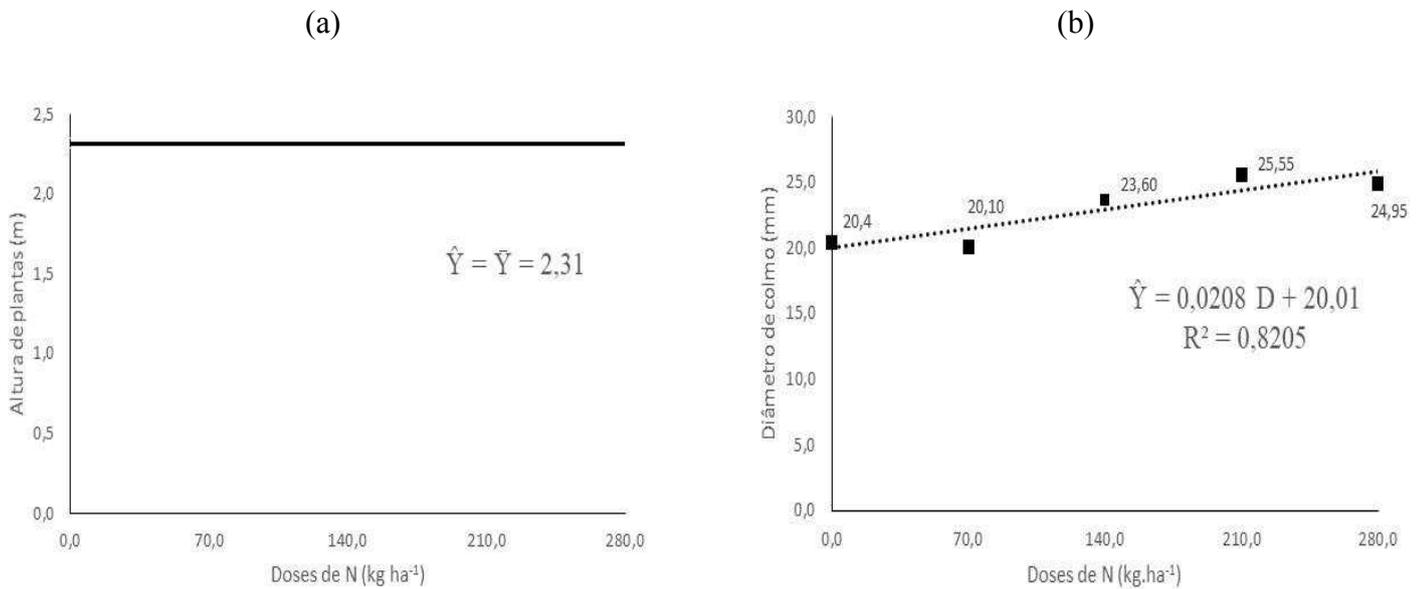
Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

Ainda para a interação significativa DxE no primeiro ano de cultivo, verificou-se que no desdobramento de D dentro de cada nível de E, para a variável resposta AP, não houve ajuste de modelo matemático satisfatório (Figura 1a). Já a variável resposta DC no estágio V2

diferiu-se estatisticamente apresentando modelo linear, isto é, ao aumentar-se as doses do adubo nitrogenado, no estágio V2, houve respectivo aumento no diâmetro dos caules das plantas (Figura 1b).

As médias da variável resposta AE não diferiram estatisticamente em nenhuma das interações DxE, mas, houve efeito isolado do fator D para esta variável no primeiro ano de cultivo (Figura 1c).

O IAF não se diferiu estatisticamente dos valores médios para a interação DxE, e, apesar da significância do fator D de maneira isolada, não houve ajuste matemático possível para esta variável resposta (Figura 1d).



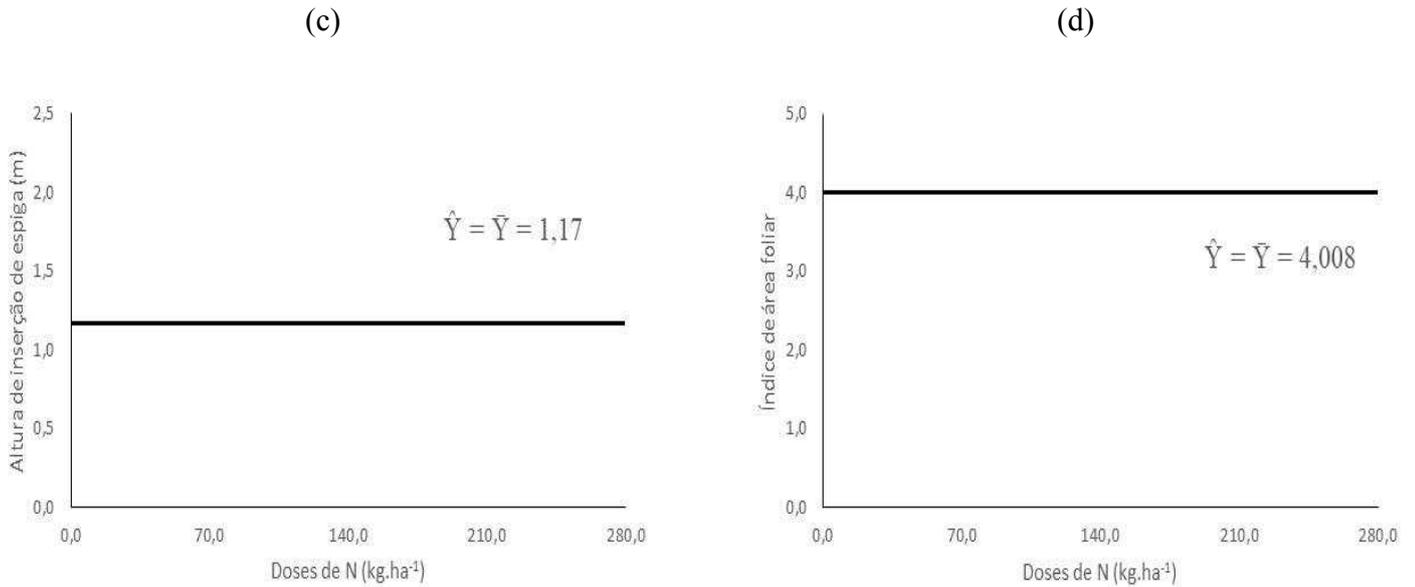
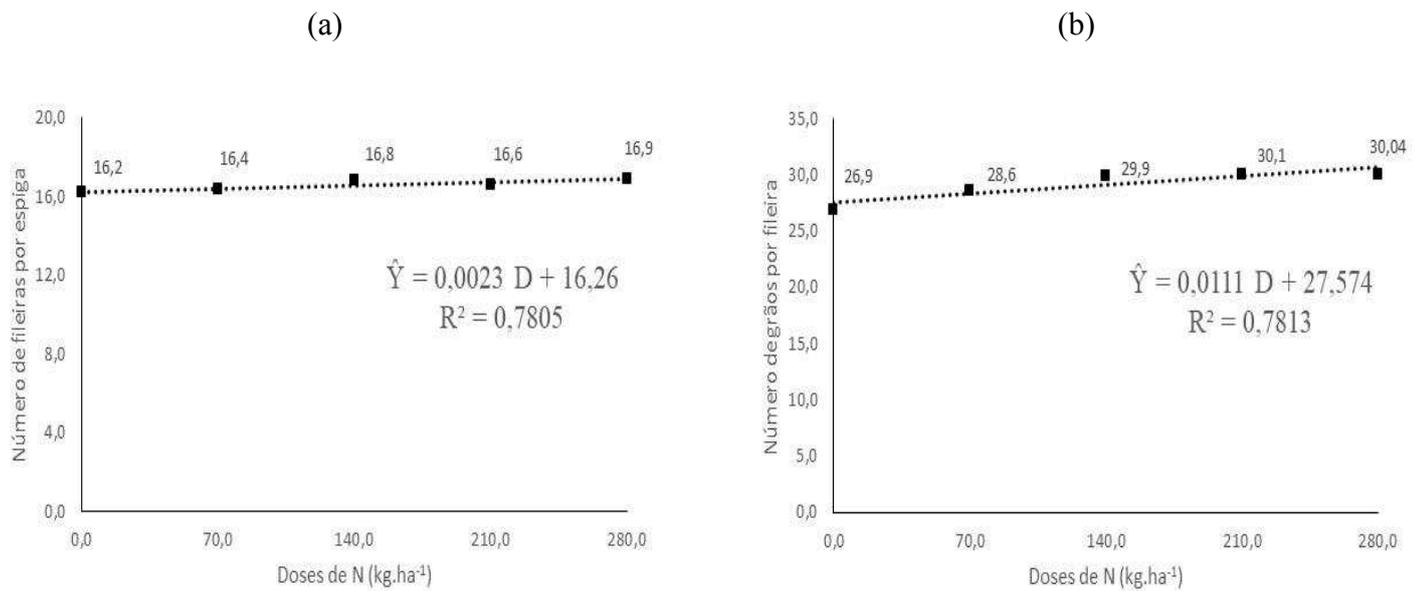


Figura 3. Altura de plantas (a), diâmetro de colmo (b), altura de inserção de espiga (c) e índice de área foliar (d) em função de diferentes doses de N para o milho comum.

3.2 Componentes de produção

As variáveis NFE, NGF, NGE e PROD apenas foram coletadas no primeiro ano de cultivo em função do alto número de plantas tombadas no segundo ano. Não houve efeito da interação Dx E para estas variáveis, apenas se diferiram para o efeito isolado de D (Figura 2).



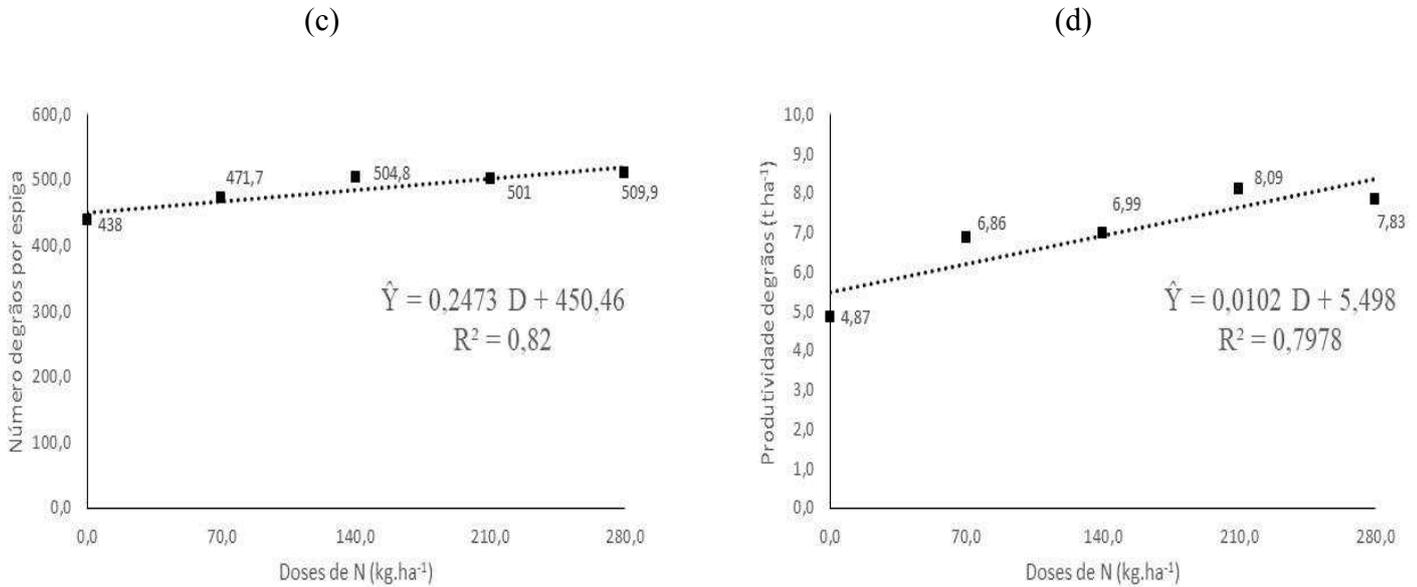


Figura 4. Número de fileiras por espiga (a), número de grãos por fileira (b), número de grãos por espiga (c) e produtividade de grãos (d) em função de diferentes doses de N para o milho comum.

A PG se ajustou de forma linear em função das variáveis NFE, NGF e NGE terem se ajustado com o mesmo modelo. Verifica-se que a aplicação de 280 kg ha⁻¹ de N proporcionou um aumento de 62,1% na produtividade em relação à testemunha sem aplicação. Não houve uma dose de N em que a produtividade se mostrou máxima. Para cada kg de N aplicado percebe-se um aumento de 10,2 kg de grãos.

O experimento foi instalado em uma área onde antes havia o cultivo de *Brachiaria decumbens*, o que pode ter influenciado a disponibilidade de N para a cultura do milho, no período em que foi cultivado, em função de sua alta relação C/N, o que justifica o resultado não significativo para a maioria das características avaliadas.

A disponibilidade do N no solo está sob influência de diversos aspectos, dentre eles a relação carbono/nitrogênio (C/N) dos restos culturais que permanecem no solo de cultivos anteriores. Resíduos que apresentam alta relação C/N, como é o caso de pastagens de braquiária, condicionam a imobilização dos nutrientes pelos microrganismos do solo, sobretudo do N (VICTORIA et al., 1992 e SALET et al., 1997).

Nos estádios iniciais de desenvolvimento de gramíneas como o milho observa-se baixas exigências por N, devido ao sistema radicular pouco desenvolvido, aumentando sua exigência a partir da fase de diferenciação floral (V4 a V6). Todavia, este nutriente é essencial para definir o potencial produtivo dessa cultura, além de garantir o sucesso dos primeiros estádios vegetativos (RITCHE et al., 1993 e FANCELLI & DOURADO NETO, 1996).

A produtividade de grãos da cultura do milho é influenciada pela disponibilidade de N, uma vez que este nutriente participa da síntese de aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas, além de ser um importante constituinte da molécula de clorofila, e estar relacionado diretamente com os processos de divisão e expansão celular (BULL, 1993).

Plantas que apresentam excesso de crescimento em características como altura de plantas e altura de inserção das espigas podem ser mais suscetíveis a acamamento ou tombamento, já que o centro de gravidade da planta se eleva (SANGOI et al., 2002).

4. CONCLUSÃO

A altura de plantas e o diâmetro de colmo variaram em função de doses (70, 210 e 280 kg ha⁻¹) e épocas (V2, V4 e V8) da aplicação da adubação nitrogenada de cobertura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, v.26, p.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, p. 467-473, 2005.
- ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 08, p. 771-777, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos/Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. cap.IV. p.116-141 (Série A: Normas Técnicas e Manuais Técnicos).
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 63-145.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS NOVAIS, Roberto Ferreira de et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SbcS, 2007. p. 375- 470.
- COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Produtividade do milho no Brasil: Chegamos ao máximo? **Informações agrônômicas POTAFOS**, Piracicaba, n.101, p.1-12, 2003
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.
- CORDEIRO, L. A. M.; HOEK, J. B. V. D. Nitrogênio na cultura do milho sob sistema plantio direto. **Revista Factuicência**, Unaí, 2007.v. 13, p. 27-54.
- CRAWFORD, N.M.; WILKINSON, J.Q.; LABRIE, S.T. Control of nitrate reduction in plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 19, n. 04, p. 377-385, 1992.
- CRUZ, José Carlos et al. **Cultivo do Milho: Plantio**. 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm>. Acesso em: 26 out. 2017.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, **Sistema de produção de milho**, 8ª. Ed., Versão eletrônica, EMBRAPA-CNPMS: Sete Lagoas, Out/2012, Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/index.htm. Acesso em 20 mar. 2014.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 2006. 306p.
- FANCELLI, A.L. **Nutrição e adubação do milho**. Piracicaba: USP, 2000. 43p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

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

FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N.; PALMER, A.F.E.A. Rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays*). **Crop Science**, Madison, v.9, n.5, p.537-539, 1969.

LARA-CABEZAS, W.A.R.; KORNDORFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.3, p.481-487, 1997.

MARQUES, O.J. **Épocas de semeadura de milho pipoca sob irrigação suplementar no noroeste do paraná**. 2012. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

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

MOTTA, P.E.F.; BARUQUI, A.M.; SANTOS, H.G. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2004. 238 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 44).

OKUMURA, R.S. **Produtividade de milho doce em fun o de doses e épocas de aplica o de nitrogênio**. 2012. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produ o do milho no Brasil**. Campinas: Funda o Cargil, 1980. vol.  nico 650p.

PRICINOTTO, L.F. **Resposta do milho pipoca   doses e épocas de aplica o do nitrogênio em aduba o de cobertura**. 2009. 74 f. Disserta o (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. Special Report n. 48. Ames: **Iowa State University of Science and Technology**. Cooperative Extension Service, 1993.

SALET, R.L. et al. **Por que a disponibilidade de nitrogênio   menor no sistema plantio direto?** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, 1997, Passo Fundo-RS. **Anais...** Passo Fundo-RS: Aldeia Norte, 1997. p.217-219.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. **Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas**. **Bragantia**, Campinas, v.61, n. 2, p.101-110. 2002.

SILVA, E.C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 353-362, 2005.

SILVA, P.S.J.; SILVA, P.I.B. Efeito de época de aplicação de nitrogênio na produtividade de grãos de milho. **Revista Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.37, n.8, p.1057-1064, 2002.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.283-315.

VICTORIA, R.L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S. M.; NEVES. M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. p.105-120.