

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

DANIEL MARTINS FERREIRA

**DOSES DE NITROGÊNIO EM MILHO SILAGEM CULTIVADO EM
ESPAÇAMENTO REDUZIDO NA REGIÃO DO CERRADO**

**Uberlândia
Novembro – 2011**

DANIEL MARTINS FERREIRA

**DOSES DE NITROGÊNIO EM MILHO SILAGEM CULTIVADO EM
ESPAÇAMENTO REDUZIDO NA REGIÃO DO CERRADO**

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

Orientadora: Adriane de Andrade Silva

Uberlândia
Novembro – 2011

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo o amor e dedicação para comigo, por terem sido a peça fundamental para que eu tenha me tornado a pessoa que hoje sou.
A família e aos amigos pelo carinho e apoio em todos os momentos que precisei.
A minha namorada, pelo carinho, compreensão e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e iluminando meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

A minha mãe Tânia, por ser tão dedicada e amiga, por ser a pessoa que mais me apoia e acredita na minha capacidade, meu agradecimento pelas horas em que ficou ao meu lado não me deixando desistir e me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo, sem dúvida foi quem me deu o maior incentivo para conseguir concluir esse trabalho.

As minhas avós Luiza (in memoriam) e Magali, por estarem sempre torcendo e fazendo orações para que meus objetivos sejam alcançados; ao meu avô Marcílio (in memoriam), por ter sido minha estrutura familiar por muitos anos, uma pessoa que mostrou que muitas vezes um gesto marca mais que muitas palavras, coração bondoso que dedicou toda sua vida a família, por todo o amor que ambos me dedicaram meu eterno amor e agradecimento.

Aos amigos que fiz durante o curso, pela verdadeira amizade que construímos em particular aqueles que estavam sempre ao meu lado por todos os momentos que passamos durante esses anos, meu especial agradecimento. Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa.

A minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Adriane de Andrade Silva, por acreditar em meu potencial e pelos ensinamentos e dedicação no auxílio à concretização dessa monografia.

A todos os professores do curso de Agronomia, pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e conseqüentemente para minha formação profissional.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado meu eterno agradecimento.

RESUMO

Entre as estratégias para aumentar a produção de milho silagem está a otimização da área agrícola com a utilização de espaçamentos diferenciados. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar os efeitos de doses de nitrogênio (N), (0, 60, 100 e 140 kg ha⁻¹ de N) sobre os componentes de produção da cultura do milho silagem cultivado em espaçamento reduzido (0,45 m), na região do cerrado. Os componentes da produção estudados foram: massa seca e massa verde (ms, mv), obtidas da parte aérea e da espiga das plantas de milho colhidas. A produtividade no experimento variaram de 21.000 kg ha⁻¹ na testemunha a 31.000 kg ha⁻¹ para maior dose de 140 kg ha⁻¹ de N. Conclui-se que a utilização de 140 kg ha⁻¹ de N em um espaçamento de 0,45 m permitiu um aumento de 45% na produção total de matéria verde.

Palavras-chave: *Zea Mays*, adubação nitrogenada, espaçamento reduzido entre fileiras.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento da cultura do milho.....	9
2.1.1 Importância do N.....	9
2.1.2 Interferências na redução de espaçamento.....	10
2.1.3 Fatores de produção.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Análises de produção da massa de matéria seca e matéria verde da folha.....	14
4.2 Análises de produção da massa de matéria seca e matéria verde do colmo.....	15
4.3 Análise de produção da massa de matéria verde da espiga.....	16
4.4 Análise de produção da massa de matéria seca e matéria verde do somatório das frações.....	17
4.5 Análise de produção total da massa de matéria seca e matéria verde da planta.....	18
5 CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho ocupa lugar de destaque dentre os cereais cultivados no mundo, não só pelo grande progresso que tem havido no acúmulo de conhecimento técnico-científico relacionado com essa espécie vegetal, mas também pelo grande valor econômico, papel sócio econômico e imenso potencial que ela apresenta, fazendo com que a importância desse cereal não se restrinja ao fato de ser produzido em grande volume e sobre imensa área cultivada.

O Brasil destaca-se internacionalmente por seu grande potencial agrícola, ocupando a posição de grande produtor de milho. A produção brasileira de milho esperada para a safra 2010/11 é de 57.514,1 mil toneladas. Ela é resultado da soma de 35.925,9 milhões de toneladas produzidas na primeira safra e 21.588,3 milhões de toneladas esperadas para a segunda safra (CONAB, 2011). O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais estudadas do ponto de vista nutricional, dada sua grande importância na alimentação humana e animal.

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade não suprida pelo solo, quando se deseja produtividade elevada.

A redução de espaçamento no milho consiste na redução entre fileiras de 0,8m a 1,0m para 0,6 a 0,4m. Quando se reduz o espaçamento há um aumento da capacidade competitiva, que resulta em melhor distribuição de plantas na mesma área; menor competição entre plantas da mesma linha; aumento da eficiência na utilização de nutrientes, água e luz; maior volume de solo explorada pela planta; maior espaço para o desenvolvimento radicular (NETO; MOREIRA, 2007).

Outras vantagens na redução é que ocorre um fechamento entre linhas mais rápido resultando uma menor evaporação; melhor aproveitamento da água do solo - evaporação x transpiração; redução da emergência tardia das plantas daninhas; redução de custos com herbicida. Há também uma melhor qualidade de plantio devido a menor velocidade dos sistemas de distribuição; diminuição no efeito salino (kg de adubo x número de linhas); maior eficiência no uso de maquinários – milho e soja com o mesmo espaçamento e maior eficiência no uso de inseticidas – no alvo (NETO; MOREIRA, 2007).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a produtividade da massa verde e massa seca do milho silagem submetida a diferentes doses de nitrogênio (0, 60, 100 e 140 kg há⁻¹ em espaçamento reduzido de 0,45).

2 REVISÃO DE LITERATURA

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta com origem nas Américas. Há indicações da origem no México, Guatemala ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, pelas escavações arqueológicas e geológicas, e por medições utilizando-se desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos (BULL; CANTARELLA, 1993).

A demanda externa modificou o mercado brasileiro de milho. Mas ainda não se sabe que mudanças vieram para ficar e quais destas são apenas momentâneas. A esperança dos agricultores brasileiros baseia-se no atual contexto mundial da produção de combustíveis alternativos, como o etanol à base de milho, nos Estados Unidos. O novo destino do milho enxugou os estoques dos Estados Unidos, maior produtor e maior exportador mundial. O resultado foi uma forte alta nas cotações internacionais do cereal (AGRIANUAL, 2009).

2.1 Importância do N

O nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta os efeitos mais espetaculares no aumento da produção de grãos na cultura do milho. Tem grande importância como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (BULL; CANTARELLA, 1993).

Segundo Escosteguy et al. (1997), o N determina o desenvolvimento das plantas de milho, com aumento significativo na área foliar e na produção de massa de matéria seca, resultando em maior produtividade de grãos.

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo. Nesse sentido, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, variando as recomendações da adubação nitrogenada em cobertura em cultivo de sequeiro para altas produtividades de 50 a 90 kg ha⁻¹ de N e, para cultivo irrigado, de 120 a 150 kg ha⁻¹ (SOUZA et al., 2003).

A adubação nitrogenada tem papel importante, por ser o N o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho e, principalmente, pela dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo, devido às múltiplas reações a que está sujeito, mediadas por microrganismos e afetadas por fatores climáticos de difícil mensuração (CANTARELLA; DUARTE, 2004).

Estudos sobre doses de nitrogênio e densidades de plantio continuam sendo de interesse dos pesquisadores de milho por duas razões. Em primeiro lugar, determinadas doses de nitrogênio e densidades de plantio podem contribuir para aumentos significativos no rendimento de grãos, como constatado por Cardwell (1992), no Estado de Minnesota, EUA, em que os referidos fatores contribuíram com 19 e 21%, respectivamente, para os acréscimos no rendimento de grãos de milho. Em segundo lugar porque o rendimento de milho, em resposta a esses fatores, depende de influências genotípicas (COLLAUD, 1997; CHANDRA; GAUTAN, 1997) e ambientais (BONDAVALLI et al., 1970).

2.2 Interferências na redução de espaçamento

Com o acréscimo na densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura, é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar mesmo nos estádios fenológicos iniciais, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo a competição inter e intraespecífica por esses fatores, aumentando a matéria seca e a produção de grãos (MOLIN, 2000).

A população ideal depende do cultivar, da fertilidade do solo, da disponibilidade hídrica e da época de semeadura. Desse modo, a produtividade tende a se elevar com o aumento da população, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área. Quando a densidade de plantas é baixa, ocorre certa compensação por meio do aumento no número de espigas, em razão da prolificidade do genótipo e, ou, variação no tamanho da espiga, o que pode minimizar a diferença da produtividade (PEREIRA, 1991).

As várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de semeadura podem se definir como arranjo de plantas, ou seja, é a forma de como as plantas estão distribuídas na área, o espaçamento entre fileiras e a distribuição de plantas na linha. Teoricamente o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes (RIZZARDI et al., 1994). Utilizando os espaçamentos entre linhas de 0,40, 0,60 e 0,80 m e três densidades de semeadura 40, 60 e 80 mil plantas ha⁻¹, Penariol et al. (2002), pôde verificar que o espaçamento entre linhas de 0,40 m foi o mais produtivo tanto nas safrinhas de 2000 e 2001, quanto na safra de 2000/01 e a densidade de 80 mil plantas ha⁻¹ foi mais produtiva na safrinha de 2001 e na safra de 2000/01.

2.3 Fatores de produção

O milho é uma planta característica de clima tropical, ou seja, exige calor e umidade para produzir satisfatoriamente e proporcionar rendimentos compensadores. Assim, segundo a EMBRAPA (1996) sua cultura pode se desenvolver bem em locais que apresentem as seguintes condições:

- Boa distribuição de chuva (maior que 450 mm durante seu ciclo).
- Dias quentes (temperatura média diária, verão maior que 19 ° C).
- Noites frescas (temperatura média noturna maior que 12,8°C e menor que 25°C).
- Solo com temperatura maior que 10°C para germinação.
- Não ocorrência, próximo e durante o florescimento, de temperaturas altas (maiores que 30°C), de falta de água e nem de temperaturas menores que 15°C, para não prejudicar a produção.

Deve-se lembrar de que, independentemente da tecnologia e das técnicas recomendadas, a condição climática em que a cultura permanece no campo pode ser considerada como um dos principais fatores responsáveis pelo aumento ou redução da produção (GREGORY; AYERS, 1982).

As maiores exigências de umidade da planta de milho ocorrem nas épocas de germinação, florescimento e enchimento de grãos. A falta de água na ocasião do pendoamento pode provocar uma perda de produção ao redor de 50-60%, ao passo que depois da polinização (até 15-20 dias) pode-se observar queda aproximada de 30% (GREGORY; AYERS, 1982).

A cultura do milho tem sido alvo de vários estudos, visando a determinação dos níveis ótimos de diversos fatores que influenciam sua produção, como fenologia, área foliar, pragas, doenças, exigências hídricas e nutricionais. Resende et al. (1990), entretanto, afirmaram que a extração de nutrientes varia em percentagem com a produtividade (Tabela 1).

Tabela 1. Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem, em diferentes níveis de produtividades.

Tipo de exploração	Produtividade	Nutrientes extraídos ¹				
		N	P	K	Ca	Mg
	t/ha	-----kg/ha-----				
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	7	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
Silagem (matéria seca)	10,15	10,15	217	42	157	32
	11,60	11,60	115	15	69	35
	15,31	15,31	181	21	213	41
	17,13	17,13	230	23	271	52
	18,63	18,65	231	26	259	58

Fonte: Coelho; França (1995).

1 - Para converter P em P_2O_5 ; K em K_2O ; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente.

Apesar de grandes produções existem fatores que podem interferir nestes valores sendo responsáveis por esta baixa produtividade em algumas regiões. Destacam-se a escolha do híbrido, propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, clima, práticas culturais, controle de pragas e doenças, colheita, entre outras. (NAKANO et al., 1981).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2010/2011 e instalado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, em Uberlândia-MG. As coordenadas geográficas de referência são 18° 46' 36" S latitude e 48° 17' 59" W longitude, 711 m de altitude.

O clima de Uberlândia é caracterizado tropical de altitude (tipo Cwa segundo Köppen), com diminuição de chuvas no inverno e temperatura média anual de 22,3°C, tendo invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas altas. Na época seca é comum o município registrar índices de umidade relativa do ar críticos, algumas vezes abaixo de 20%.

O regime pluviométrico é tropical, isto é, chuvas de verão iniciando-se em outubro/novembro (estação úmida) e tornando-se mais raras a partir de março/abril (estação seca). A estação seca coincide com os meses de inverno, quando as massas de ar alcançam o município desprovidas de umidade.

A precipitação média anual é de 1.583,6 mm, sendo julho o mês mais seco, quando ocorrem apenas 14,0 mm. Em dezembro, o mês mais chuvoso, a média fica em 318,9mm. Em agosto de 2010 a precipitação de chuva não passou dos 0 mm.

Instalou-se o experimento em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos aplicados consistiram na aplicação do equivalente a 0, 60, 100 e 140 kg ha⁻¹ de N.

O plantio foi realizado no dia 25 de Novembro de 2010, com sementes de milho da cultivar Impacto, sendo que após 15 dias após emergência (DAE), realizou-se a adubação com as diferentes doses de uréia. O experimento foi finalizado no dia 17 de Fevereiro de 2011, sendo realizada a coleta de 4 plantas por parcela para fazer as análises. As plantas foram colhidas, quando a “linha do leite” ocupava 2/3 do volume do grão, tendo maior participação das partes vegetativas (colmos e folhas) do que a fração grão.

Após este procedimento realizou-se no Laboratório de análise de solo da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, a separação e pesagem de folhas (MS e MV), espigas e colmos de cada planta e sua medição.

Para a determinação da porcentagem de espiga, colmo e folha na massa verde, determinou-se inicialmente o peso total da massa verde por parcela. Posteriormente, as espigas, os colmos e as folhas da parcela foram pesadas e, então, determinada as porcentagens desses na massa verde. De cada parcela foram retiradas 4 plantas, que foram pesadas e acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa. Em seguida, as amostras foram

retiradas da estufa, deixadas à temperatura ambiente e pesadas para determinação da massa pré-seca conforme Silva e Queiroz (2002).

O solo onde as parcelas experimentais foram instaladas foi classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), com textura muito argilosa (121 g kg⁻¹ de areia grossa, 69 g kg⁻¹ de areia fina, 24 g kg⁻¹ de silte e 806 g kg⁻¹ de argila) cujas características químicas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização de um Latossolo Vermelho Escuro, antes da aplicação dos tratamentos, Uberlândia, 2010

P	K	SO ₄ ⁻	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V	MO
-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol. dm ⁻³ -----				-----%-----		dag kg ⁻¹	
9,5	34	4	0,4	0,4	0,1	4,30	0,59	4,89	12	2,6
pH	B	Cu		Fe		Mn		Zn		
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----									
5,2	0,12	1,2		66		1,2		0,4		

P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio M.O= Matéria Orgânica M.O. = Método Colorimétrico (EMBRAPA, 2009).

Os parâmetros a serem avaliados foram massa seca e massa verde, obtidas da parte aérea e da espiga do milho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises de produção da massa seca e massa verde da folha

As Figuras 1 e 2 representam o aumento linear na produção de massa seca e massa verde na folha em torno de 49 % em função das doses de nitrogênio crescentes, (0, 60, 100 e 140 kg ha⁻¹ de N). Araújo et al. (2004), também encontraram um aumento de massa seca da parte aérea da planta. A diferença entre a produção de massa seca na testemunha e a obtida com a maior dose de N (240 kg ha⁻¹) encontrada por Araújo et al., 2004, foi de 37%.

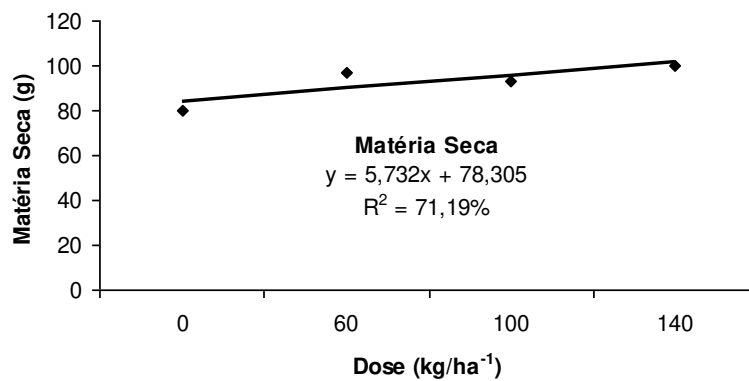


Figura 1. Produção de massa seca foliar de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

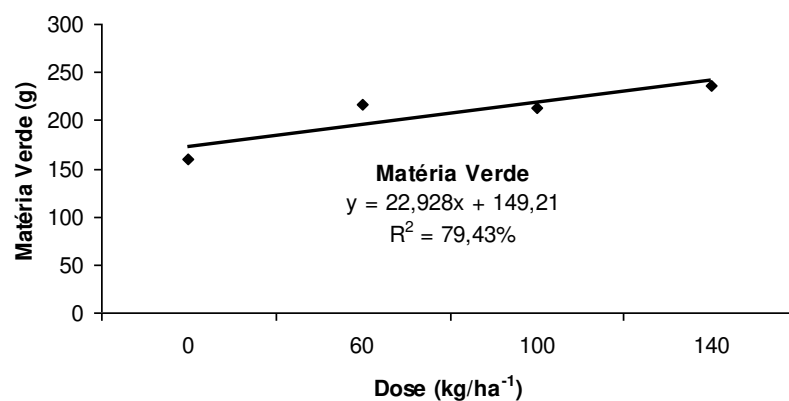


Figura 2. Produção de massa verde foliar de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

Dados de pesquisas realizadas no Brasil por Grove et al. (1980) e Coelho et al. (1992), indicam que a concentração de N na parte aérea (grão + palhada) do milho, para produções máximas, é de 1,18% e 1,06%, respectivamente. Para cálculo da quantidade de N a ser aplicada, recomenda-se o valor de 1 % de N na planta como adequado. Assim, para a produtividade de 16 t de massa seca/ha (9 t de grãos há⁻¹) a planta retira do solo em torno de 160 kg de N ha⁻¹. Outro parâmetro necessário é a quantidade de N que o solo é capaz de fornecer para a cultura. Em termos médios, os solos tropicais fornecem cerca de 60 a 80 kg de N ha⁻¹ (GROVE, 1979; COELHO et al., 1991), quantidade suficiente para produzir de 6 a 8 t de massa seca há⁻¹ (3 a 4 t de grãos há⁻¹). Deve-se ressaltar que solos cultivados com leguminosas e solos de áreas recém-desbravadas são mais ricos em N, exigindo menor adubação nitrogenada. Um terceiro parâmetro a estimar é a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas, isto é, a quantidade de N na planta proveniente dos fertilizantes. Dados de pesquisa realizada com ¹⁵N (COELHO et al., 1991), indicam que, em média, 50 a 60% do N aplicado como uréia foram aproveitados pelas plantas.

Com o conhecimento desses parâmetros, associado às informações sobre o histórico da área, cultivares, práticas culturais usadas, etc., é possível estimar a adubação nitrogenada em cobertura a ser aplicada. Assim, por exemplo, para uma produtividade esperada de 16 t de massa seca (9 t de grãos há⁻¹), em solo com capacidade de suprir 60 kg de N há⁻¹ e uma eficiência de aproveitamento do fertilizante de 60%, seria necessária uma adubação da ordem de 160 kg de N há⁻¹, que corresponde a 800 kg de sulfato de amônio ou 350 kg de uréia ha⁻¹.

4.2 Análises de produção da massa seca e massa verde do colmo

O mesmo comportamento foi observado para o colmo, obtendo um crescimento linear, com aumento médio de 25% na massa verde e massa seca, devido ao aumento das doses de nitrogênio (Figuras 3 e 4). Flaresso et al. (2000) obtiveram variação de 29,2 a 37,8% para a fração colmo quando avaliaram 12 genótipos de milho indicados para produção de silagem na região do Alto Vale do Itajaí-SC.

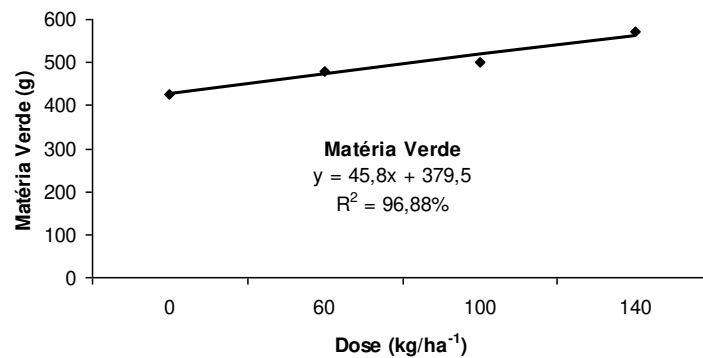


Figura 3. Produção de massa verde de colmo foliar de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

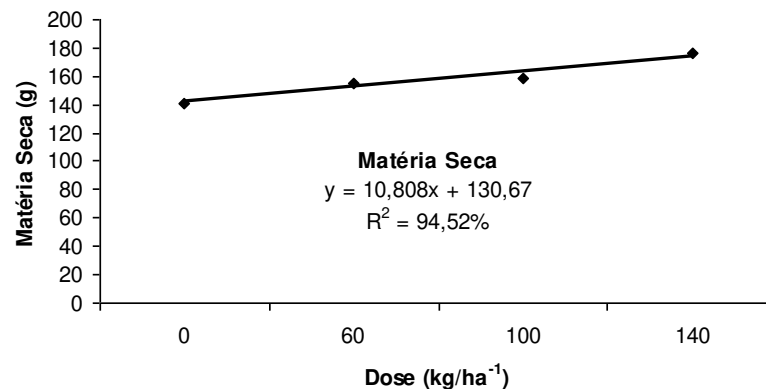


Figura 4. Produção de massa seca de colmo de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

4.3 Análise de produção da massa verde da espiga

Na espiga (Figura 5), houve um incremento de 50% na produção massa verde, na maior dose de nitrogênio, (140 kg ha⁻¹ de N), em relação á testemunha, (0 kg ha⁻¹ de N). Segundo Ferreira (1990), é desejável obter uma maior proporção de espigas no material a ser ensilado, pois esta contribui para uma melhor qualidade da forragem, e portanto da silagem. Os dados obtidos no presente trabalho foram próximos aos obtidos por Melo et al. (1999) que obtiveram variação de 34,3 a 44,3 % de espigas com base na massa verde. Bastos et al. (2008), no estado do Piauí, observaram efeito linear quando aplicaram doses crescentes de N na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto, obtendo-se produtividade de grãos de 7,7 mg ha⁻¹ com 180 kg ha⁻¹ de N, concordando com os resultados obtidos por Silva et al. (1986), que utilizou sulfato de amônio como fonte de N e Araújo et al. (1999), utilizando o nitrato de amônio. Por outro lado, Sá (1996), estudando as curvas de resposta ao nitrogênio em sistemas de rotação de culturas sob plantio direto e Fernandes et al. (1998), estudando

preparo de solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de cerrado, encontraram resposta quadrática ao incremento nas doses de N aplicadas em cobertura. No entanto, é importante ressaltar que outros autores, em outras Regiões do Brasil, com clima, solo, material genético e sistemas de manejo diferentes, encontraram rendimentos de grãos de milho diferentes e com doses de N superiores às obtidas nesse trabalho (PAVINATO et al., 2008; SILVA et al., 2005)

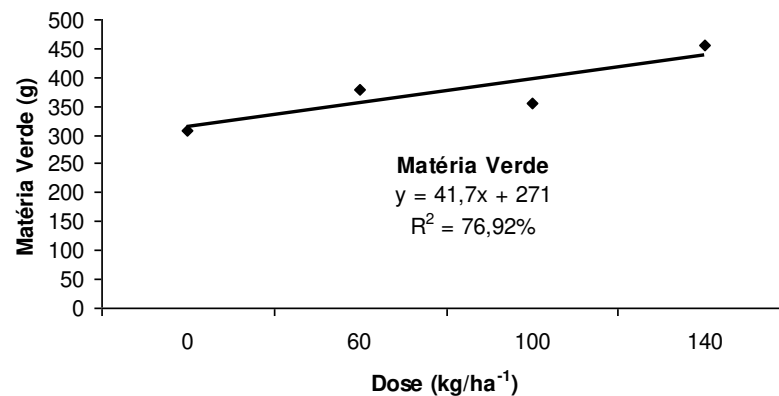


Figura 5. Produção de massa verde de espiga de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

4.4 Análise de produção da massa seca e massa verde do somatório das frações

O somatório das frações (folha, colmo e espiga), teve o mesmo comportamento, obtendo um crescimento acima de 25% (Figuras 6 e 7). Silva et al. (2005a), nas condições de cerrado, utilizando o Sistema de Plantio Direto (SPD), reportaram que a máxima produtividade de milho foi alcançada com a dose de 166 kg ha⁻¹ de N. De acordo com Silva et al. (2005b), o melhor resultado quando da aplicação de N em milho sob SPD foi com a incorporação do fertilizante no plantio e uma cobertura aos 15 dias após a emergência. Em outro experimento, a máxima eficiência técnica foi alcançada com doses entre 144 e 174 kg ha⁻¹ de N (SILVA et al., 2006).

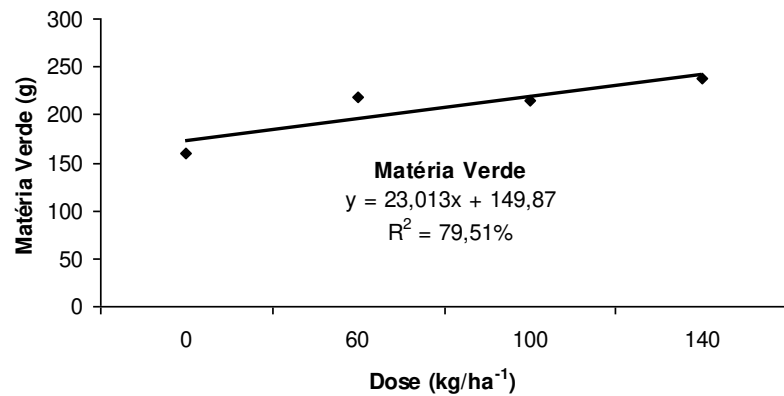


Figura 6. Produção de massa verde das frações colmo, folha e espiga de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

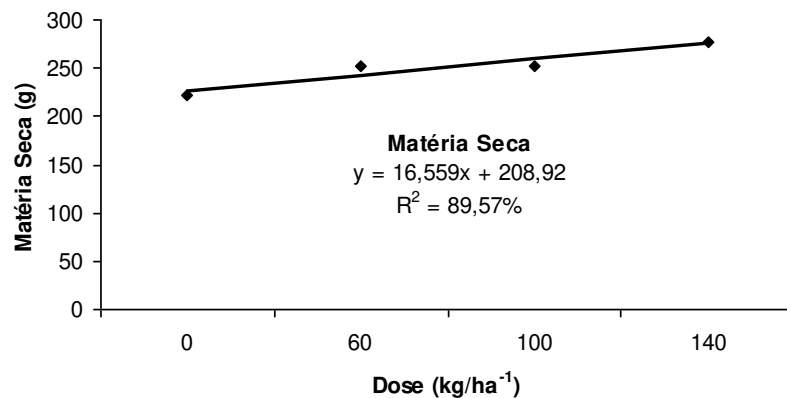


Figura 7. Produção de massa seca das frações colmo, folha e espiga de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

4.5 Análise de produção total da massa seca e massa verde da planta

Foi produzido 21 toneladas há⁻¹ na testemunha e 31 toneladas há⁻¹ na maior dose (Figura 8), a diferença entre a dose zero e a 140 kg N há⁻¹, foi de 10 toneladas há⁻¹, o experimento obteve uma ótima resposta a adubação nitrogenada. Yamada (1995) citou que a adubação nitrogenada tem boa probabilidade de resposta na adubação de semeadura. Os componentes de produção massa verde, foram influenciados pelos tratamentos.

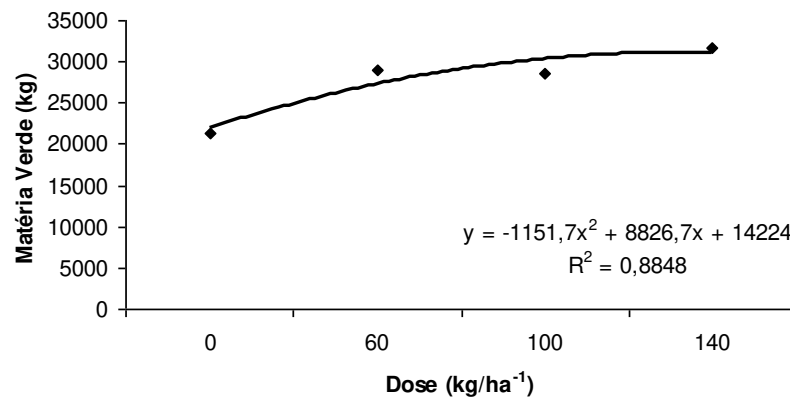


Figura 8. Estimativa de Produtividade em kg ha⁻¹ de massa verde das frações folha + colmo + espiga de milho submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m.

Os resultados indicam que a dose de N para milho pode ser aumentada (SOUZA et al., 2003). Observou-se que, para altas produtividades, de 50 a 90 kg ha⁻¹ de N em cultivo de sequeiro e, 120 a 150 kg ha⁻¹ de N para cultivo irrigado, são suficientes.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura, (0, 60, 100 e 140 kg ha⁻¹ de N), promoveu um incremento superior a 45% na produtividade de massa verde para silagem.

A massa seca e massa verde da folha e do colmo e a massa verde da espiga seguiram modelos lineares com coeficientes para N a 5% de probabilidade. A análise de produção total da massa seca e massa verde da planta seguiu o modelo quadrático, por apresentar melhor R². Com dose de N em torno de 140 kg ha⁻¹ foram obtidos os maiores valores para todos os componentes de produção.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. IFNP: São Paulo, 2009. p. 497.
- ALMEIDA, M. L. de. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 01, p. 23-29, 2000.
- ARAÚJO, L. A. N. de; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M C. P. da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF., v. 39, n. 8, ago. 2004.
- ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. de. Irrigação e adubação nitrogenada em milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.909-914. 1999.
- BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J.; MELO, F.B.; RIBEIRO V.Q.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.275-280, 2008.
- BONDAVALLI, B.; COLYER, D.; KROTH, E.M. Effects of weather, nitrogen and population on corn yield response. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, n. 5, p. 669-672, 1970.
- BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho**. Fatores que afetam a produtividade. Vitória: Potafos, 1993. 301 p.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (ed.). **Tecnologias de Produção do Milho**. Viçosa: UFV, 2004, p.139-182.
- CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 6, p. 984-995, 1992.
- CHANDRA, D.; GAUTAN, R.C. Performance of maize varieties at varying plant densities. **Annals of Agricultural Research**, v. 18, n. 3, p. 375-376, 1997.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Balanço de nitrogênio (15N) em um latossolo vermelho escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, n.2, p.187-93, 1991.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; BAHIA, 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**, Viçosa, v.10, p.61-67, 1992.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1995. 9 p.
- COLLAUD, J.F. Semis de maais à hautes densités. **Revue Suisse de Agriculture**, Nyon, v. 29, n. 4, p. 195-198, 1997.

CONAB (Compania Nacional de Abastecimento). **Safra 2010/2011**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_19_09_49_47_boletim_setembro-2011.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204 p.

ESCOSTEGUY, P. A. V. ; RIZZARDI, M. A. ; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 71-77, 1997.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.247-254,1998.

FERREIRA, J. J. Milho como forragem: eficiência a ser conquistada pelo Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 44-46, 1990.

FLARESSO, J.A.; GROSS.; C.D., ALMEIDA. Cultivares de Milho (*Zea mays* L.) e Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para Ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

GREGORY, L. V.; AYERS, J. E. Effect of inoculation with maize dwarf mosaic virus at several growth stages on yield of sweet corn. **Plant Disease**, St. Paul, v. 66, n. 9, p. 801-804, 1982.

GROVE, L.T. Nitrogen fertility in oxisols and ultisols of the humid tropics. New York: **Cornell University**, 1979. 27 p. (Cornell International Agricultural Bulletin, 36)

GROVE, L.T.; RITCHEY, K.D.; NADERMAN JUNIOR, G.C. Nitrogen fertilization of maize on Oxisol of the cerrado of Brasil. **Agronomy Journal**, Madison, v.27, p.261-265, 1980.

MELO, W.M.C.; PINHO, R.G.V.; CARVALHO, M.L.M.; et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.31-39, 1999.

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho. **Revista Batavo**, São Paulo, p. 33, 2000.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia Econômica**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1981. 314 p.

NETO, A.; MOREIRA, S. **Redução de espaçamento entre linhas do milho**. 2007. Disponível em: <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1488>>. Acesso em Março/2011.

PAVINATO, S. P.; CARETTA, 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. 02, p. 358-364, 2008.

PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Comportamento de genótipos de milho em função do espaçamento e da densidade de populacional nos períodos de safrinha e safra. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2002.

PEREIRA, R. S. B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 5, p. 745-751, 1991.

RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. **Considerações técnicas sobre a cultura do milho irrigado**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1990. 24p.

RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. C. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, ago. 1994.

SÁ, J. C. M. **Manejo de nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.

SILVA, A. F.; CRUZ, J. C.; CORRÊA, L. A. Avaliação de cultivares de milho: efeito da adubação de plantio e da adubação nitrogenada em cobertura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15, 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p. 315-32

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, E.C.; BUZZETTI, 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, n.3, p. 353-362, 2005a.

SILVA, E. C. da; 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**, Viçosa, v. 29, n.5, p. 725-733, 2005b.

SILVA, E.C. da; MURAOKA, T.; BUZZETTI, S.; TRIVELIN, P.C.O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, n.3, p. 477-486, 2006.

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, v. 2, n. 3, p. 55-62, 2003.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 71, p. 1-3, set. 1995.