

Scientific Paper

Produção de milho para silagem sob níveis crescentes de adubação nitrogenada em cobertura

Mikael Neumann¹

André Dochwat²

Egon Henrique Horst³

Gabriela Leticia Delai Vigne¹

Marcelo Cruz Mendes⁴

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade, a composição morfológica e bromatológica do milho (*Zea mays* L.) para silagem manejado sob níveis crescentes de adubação nitrogenada em cobertura. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de adubação de cobertura: T₁ - (112,5 kg ha⁻¹ de N); T₂ - (225,0 kg ha⁻¹ de N); T₃ - (337,5 kg ha⁻¹ de N); e T₄ - (450,0 kg ha⁻¹ de N). Verificou-se que o nível de adubação não afetou (P>0,05) os parâmetros relativos à altura de planta, altura de inserção da espiga, produção de biomassa fresca e seca, e a produção de grãos, com valores médios de 2,18 m e 1,16 m, 46.361 kg ha⁻¹, 19.516 kg ha⁻¹ e 9.148 kg ha⁻¹, respectivamente. Na composição bromatológica da planta, a proteína bruta teve diferença significativa (P<0,05), apresentando superioridade nessa variável para T₃ e T₄, com valores de 7,21% e 7,49%, respectivamente. O potencial de produção de leite foi outra variável que diferiu estatisticamente, porém, os níveis de adubação nitrogenada que vieram a se destacar foram o T₂ e T₄ (48.757 e 51.701 kg de leite ha⁻¹, respectivamente). Níveis acima de 225 kg de N ha⁻¹ foram capazes de afetar positivamente o teor de proteína bruta da silagem, porém níveis acima de 225 kg de N ha⁻¹ afetaram negativamente os níveis de FDN digestível bem como a digestibilidade da planta de milho.

Palavras chave: Bromatologia, composição física, fertilização, NDT, produção de biomassa seca.

Abstract

Production of maize for silage under increasing levels of nitrogen fertilization in cover

The objective of this work was to evaluate the productivity, morphological and bromatological composition of maize (*Zea mays* L.) for silage managed under increasing levels of nitrogen fertilization in the cover. The treatments consisted of four levels of cover fertilization: T₁ - (112.5 kg ha⁻¹ of N); T₂ - (225.0 kg ha⁻¹ of N); T₃ - (337.5 kg ha⁻¹ of N); And T₄ - (450.0 kg ha⁻¹ of N). It was verified that the level of fertilization did not affect (P> 0.05) the parameters related to plant height, spike insertion height, fresh and dry biomass production, and grain yield, with mean values of 2, 18 m and 1.16 m, 46,361 kg ha⁻¹, 19,516 kg ha⁻¹ and 9,148 kg ha⁻¹, respectively. In the bromatological composition of the plant, the crude protein had a significant difference (P <0.05), presenting superiority in this variable for T₃ and T₄, with values of 7.21% and 7.49%, respectively. The potential of milk production was another variable that differed statistically, but the levels of nitrogen fertilization that came to stand out were T₂ and T₄ (48.757 and 51.701 kg of milk ha⁻¹, respectively). Levels

Received at: 16/01/17

Accepted for publication at: 23/06/17

¹ Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email: neumann.mikael@hotmail.com

² Méd. Veterinário. Mestrando em agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste- UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email: andre.dochwat@hotmail.com

³ Doutorando em Ciência Animal. Universidade Estadual de Londrina - UEL - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 - Campus Universitário, Londrina - PR, 86057-970. Email: egonhh@yahoo.com.br

⁴ Mestranda em Ciências Veterinárias. Universidade Estadual do Centro Oeste-UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email:gabivigne@hotmail.com

⁵ Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Universidade Estadual do Centro Oeste-UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Cascavel, Guarapuava - PR, 85040-080. Email:mcruzm@gmail.com

above 225 kg of N ha⁻¹ were able to positively affect the crude protein content of silage, but levels above 225 kg of N ha⁻¹ negatively affected digestible NDF levels as well as corn plant digestibility.

Key words: Bromatology, physical composition, fertilization, NDT, dry biomass production.

Resumen

Producción de maíz para ensilaje bajo niveles crecientes de fertilización nitrogenada en cobertura

El objetivo del trabajo fue evaluar la productividad, la composición morfológica y bromatológica del maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje manejado bajo niveles crecientes de fertilización nitrogenada en cobertura. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de fertilización de cobertura: T₁ - (112,5 kg ha⁻¹ de N); T₂ - (225,0 kg ha⁻¹ de N); T₃ - (337,5 kg ha⁻¹ de N); y T₄ - (450,0 kg ha⁻¹ de N). Se verificó que el nivel de fertilización no afectó ($P > 0,05$) los parámetros relativos a la altura de planta, altura de inserción de la espiga, producción de biomasa fresca y seca, y la producción de granos, con valores medios de 2,18 m e 1,16 m, 46.361 kg ha⁻¹, 19.516 kg ha⁻¹ e 9.148 kg ha⁻¹, respectivamente. En la composición bromatológica de la planta la proteína bruta presentó superioridad en esta variable para T₃ y T₄, con valores de 7,21% y 7,49%, respectivamente. El potencial de producción de leche fue otra variable que diferió estadísticamente, pero los niveles de fertilización nitrogenada que vinieron a destacar fueron el T₂ y T₄ (48.757 y 51.701 kg de leche ha⁻¹, respectivamente). Los niveles por encima de 225 kg de N ha⁻¹ fueron capaces de afectar positivamente el contenido de proteína bruta del ensilaje, pero estos niveles afectaron negativamente los niveles de FDN digestible así como la digestibilidad de la planta de maíz.

Palabras clave: Bromatología, composición física, fertilización, NDT, producción de biomasa seca.

Introdução

Visando à obtenção de melhores desempenhos produtivos, e com os desafios impostos a bovinocultura como a produção de alimentos em elevada quantidade e qualidade, uma alternativa mais apropriada é o uso de sistemas de produção que ocupem intensamente as áreas destinadas a produção animal, e a utilização de volumosos de alta qualidade são indispensáveis para se otimizar a produção seja de leite ou carne (MACEDO, 2006).

Todas as forrageiras possuem potencial para serem conservadas, entretanto o milho se destaca das demais pela elevada produtividade (>15 t ha⁻¹ de MS) e pelo bom valor nutricional (>68% de NDT na MS) (NEUMANN et al., 2005).

Porém, a cultura do milho quando cultivado para silagem necessita de cuidados especiais quanto ao manejo do solo. Segundo Coelho e França (1995) o milho destinado à produção de silagem tem recomendações especiais de adubação porque todo material é removido do campo antes que a cultura complete o seu ciclo. Com isso, a remoção de nutrientes é muito maior quando a cultura é destinada à produção de grãos.

Segundo Ueno et al. (2011) o milho quando

cultivado para forragem exporta do solo valores médios de 21 kg de N ha⁻¹, a mais que quando cultivado para a produção de grãos. Coelho e França (1995) afirmam que a produção de biomassa seca e de grãos é dependente nos níveis de nitrogênio fornecidos a lavoura, e que nesse contexto, a extração de nitrogênio aumenta linearmente com o aumento da produtividade.

O nitrogênio tem função direta no metabolismo das plantas, constituindo enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, e principalmente aminoácidos. Portanto, a adubação nitrogenada está ligada diretamente a qualidade da silagem resultante, mas principalmente seu teor de proteína bruta (SABATA e MASON, 1992). Reforçando tal hipótese, Killorn e Zourakis (1992) reforçam que o teor de nitrogênio presente na planta reflète a sua biodisponibilidade no solo.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade, a composição morfológica e bromatológica da lavoura de milho (*Zea mays* L.) destinada a produção de silagem sobre níveis crescentes de adubação nitrogenada em cobertura.

Material e métodos

O experimento foi coordenado pelo Núcleo de

Produção Animal (NUPRAN) do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava, PR.

O trabalho foi conduzido na Chácara Bela Vista, município de Guarapuava-PR. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Típico.

O clima da região de Guarapuava-PR é o Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca,

com verões frescos e inverno moderado, conforme a classificação de Köppen. Durante o período experimental as exigências da cultura referentes a temperatura, insolação e pluviosidade foram atendidas (com médias mensais de temperatura mínima e máxima 17,08 e 25,84 °C respectivamente, Umidade relativa do ar 78,58%, 186,22 mm e 4,12 horas de insolação dia).

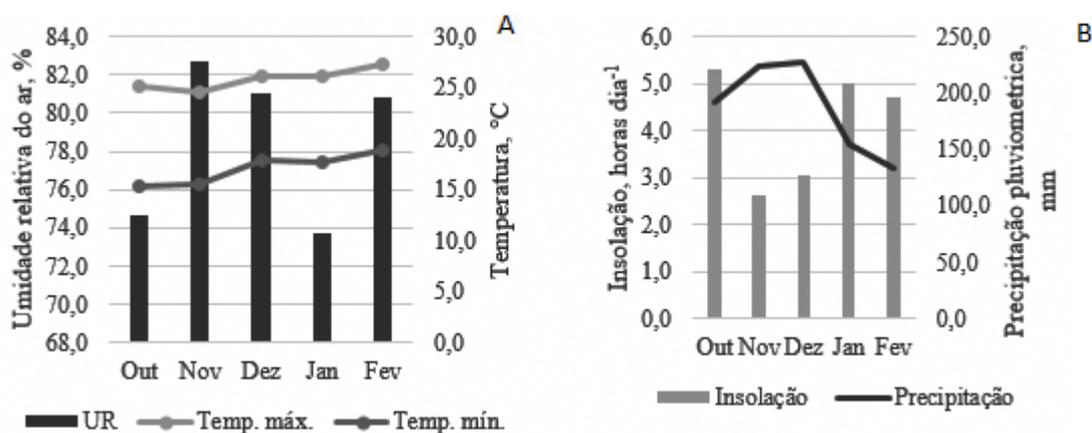


Figura 1. Valores médios de temperaturas máxima e mínima, em °C, umidade relativa do ar, temperatura e umidade em %, insolação, em horas dia⁻¹, e soma mensal de precipitação pluviométrica, em mm mês⁻¹, durante

O milho (*Zea mays*, L.) foi semeado em 01/10/2015, em sistema de plantio direto, em sucessão à mistura forrageira aveia preta comum (*Avena strigosa*) e azevém comum (*Lolium multiflorum*), a qual foi dessecada com herbicida a base de Glyphosate (produto comercial Roundup Transorb: 1,77 L ha⁻¹) mais Ciclohexenona (produto comercial Select: 0,4 L ha⁻¹) associado ao inseticida Diflubenzuron (produto comercial Dimilin: 50 g ha⁻¹).

Na semeadura do híbrido P30R50YH - Intrasect, de ciclo precoce, utilizou-se espaçamento entre linhas de 45 cm, profundidade de semeadura de 4 cm e densidade de 2,6 plantas por metro linear, conforme a recomendação da empresa. A adubação de base foi constituída de 476 kg ha⁻¹ da formulação 10-26-25 (N-P₂O₅-K₂O), conforme as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004). Utilizou-se de parcelas com área total de 600 m² (20 m x 30 m), sendo utilizada para avaliação a área útil de cada parcela de 400 m² (16 m x 25 m).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de biomassa, a composição morfológica e a composição bromatológica da planta de milho

(*Zea mays* L.) para silagem sob o efeito de diferentes níveis de adubação de cobertura: T₁: 112,5 kg ha⁻¹ de N, T₂: 225,0 kg ha⁻¹ de N, T₃: 337,5 kg ha⁻¹ de N, e T₄: 450 kg ha⁻¹ de N.

Em cobertura, 30 dias após o plantio (01/11/2015), no estágio de desenvolvimento da cultura V5, realizou-se a primeira adubação de cobertura na dosagem de 250 kg ha⁻¹ da formulação 45-00-00 (N-P₂O₅-K₂O) para todos os tratamentos e 45 dias após o plantio (16/11/2015), no estágio de desenvolvimento V9, realizou-se a segunda adubação de cobertura na dosagem de 0 kg ha⁻¹ para o T₁, 250 kg ha⁻¹ para o T₂, 500 kg ha⁻¹ para o T₃, e 750 kg ha⁻¹ para o T₄, todos tendo como fonte a ureia (45-00-00). Assim foram constituídos os níveis de adubação avaliados.

O manejo da cultura do milho em 26/10/2015 baseou-se no controle de plantas indesejáveis pelo método químico utilizando o herbicida a base de tembotriona (produto comercial Soberan: 0,12 L ha⁻¹) mais atrazine (produto comercial: Gesaprim GRDA: 1,35 kg ha⁻¹) mais óleo mineral (produto comercial assist: 0,5 L ha⁻¹), e no controle de pragas com o inseticida a base de spinosad (Produto comercial Tracer: 65 ml ha⁻¹), mediante laudo técnico da lavoura.

A população final de plantas de milho mensurada aos 25 dias após a semeadura mostrou valor médio de 57.375 plantas ha⁻¹, com coeficiente de variação de 4,8%.

As plantas de milho foram colhidas em 22/02/2016, no estádio reprodutivo de grão duro, para produção de silagem da planta inteira. Mediante a colheita, promoveu-se a mensuração da altura da inserção da primeira espiga e da altura da planta (m), assim como a contagem do número de folhas secas por planta. Sequencialmente, todas as plantas de milho contidas na área útil de cada parcela foram colhidas com máquina forrageira automotriz regulada com altura de corte a 30 cm e pesadas para determinação da produção de biomassa fresca (kg ha⁻¹) com o auxílio de uma balança 900i 30ton de marca reconhecida no mercado.

Uma sub-amostra de 20 plantas homogêneas e representativas de cada parcela foram separadas para envio ao laboratório de análise de alimentos e nutrição de ruminantes da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO) para determinar a composição percentual física das estruturas anatômicas da planta (% na MS) pela segmentação dos componentes: colmo, folha, brácteas mais sabugo, e grãos. As amostras da planta inteira e dos componentes estruturais de cada tratamento foram pesadas e pré-secadas em estufa de ar forçado a 55°C até peso constante, para determinação do teor de matéria seca parcial (MS), e moídas sequencialmente em moinho tipo "Willey", com peneira de malha de 1 mm. A relação entre produção de biomassa fresca e teor de matéria seca da planta e dos grãos permitiu estimar os valores médios de produção de biomassa seca e de grãos (kg ha⁻¹), respectivamente.

Nas amostras pré-secas de forragem, foram determinadas a matéria seca total (MS) em estufa a 105°C, proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl e matéria mineral (MM) por incineração a 550°C (4 horas), teores de fibra em detergente neutro (FDN), utilizando-se a amilase termo-estável (Termamyl 120L, Novozymes Latin América Ltda.) e lignina (LIG), e os teores de fibra em detergente ácido (FDA) conforme Silva e Queiroz (2009). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação [NDT, % = 87,84 - (0,70 x FDA)] sugerida por Bolsen (1996), enquanto que a fibra em detergente neutro digestível foi obtida via equação [FDNd, % da FDN = 100 - (((2,4 x LIG) ÷ FDN) x 100)].

A degradabilidade da matéria seca foi estimada pela técnica *in situ* utilizando sacos de

náilon medindo 12 cm x 8 cm e com poros de 40 a 60 µm, contendo aproximadamente 5 g de amostra seca cada material, moída a 1 mm, para posterior incubação no rúmen (NOCEK, 1988). Os tempos de incubação utilizados foram de 1, 6, 12, 24 e 48 horas. Para tal, foram utilizados dois novilhos com 24 meses de idade, peso vivo médio de 350 kg, portadores de fístula ruminal.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, composto por quatro tratamentos e quatro repetições. Os dados foram conduzidos para análise de regressão (*proc reg*) e submetidos à análise de variância com comparação das médias ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey, por intermédio do programa estatístico SAS (1993).

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte: $Y_{ijk} = \mu + N_i + B_j + B_j(N)_i + E_{ijk}$, em que Y_{ijk} = variáveis dependentes, μ = média das observações, N_i = efeito do nível de adubação de cobertura de ordem "i", B_j = efeito do bloco de ordem "j", $B_j(N)_i$ = efeito aleatório baseado no bloco dentro do tratamento (Erro a), $i = 1 \dots 4$ (índice dos tratamentos), $j = 1 \dots 4$ (índices de repetições), e E_{ij} = erro aleatório residual, assumindo distribuição normal média igual a zero e variância σ^2 (Erro b).

Resultados e discussão

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para as variáveis altura de planta, altura da inserção da espiga, número de folhas secas por planta, produção de biomassa fresca, produção de biomassa seca e produção de grãos, do milho cultivado em diferentes níveis de adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 1).

Na média geral dos dados, a altura de planta e de espiga apresentaram valores de 2,18 e 1,16 m, respectivamente. O número de folhas secas variou de 2,8 a 3,4 por plantas. Neumann et al. (2005) relatam efeito positivo da aplicação de N para essas variáveis, pois segundo Fornasieri Filho (2007) o nitrogênio atua no crescimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão, a expansão celular e o processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta, altura de espiga e no diâmetro de colmo.

Em relação a produção de biomassa fresca e seca, esses apresentaram valores médios de 46.361, 19.516 kg ha⁻¹, respectivamente. Já a produção média de grãos foi de 9.148 kg ha⁻¹, e apresentou variação de 8% entre o nível de 225,0 e 450,0 kg de nitrogênio. Neumann et al. (2005) relata que cada

kg de N incrementa a produção em 58,9 e 112,9 kg ha⁻¹ de matéria seca e verde, respectivamente. E segundo Pauletti (1998) é necessário 0,025 kg de N para produzir 1 kg de grão.

Relaciona-se a não diferença significativa em relação à produtividade, com as excelentes

condições ambientais encontradas no ano agrícola em que, os altos níveis de precipitação pluviométrica, principalmente na fase de enchimento de grãos, proporcionou condições de alta produtividade para todos os tratamentos (Figura 1).

Tabela 1. Altura de planta, altura de espiga, número de folhas secas por planta, produção de biomassa fresca, produção de biomassa seca e produção de grãos de milho, no momento da colheita para silagem, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada de cobertura.

Níveis de N (kg ha ⁻¹)	Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Número de folhas secas por planta	Biomassa fresca (kg ha ⁻¹)	Biomassa Seca (kg ha ⁻¹)	Grãos (kg ha ⁻¹)
112,5	2,13	1,15	3,2	44.310	19.002	8.962
225,0	2,21	1,18	3,0	46.700	19.037	8.859
337,5	2,14	1,11	2,8	46.644	19.292	9.176
450,0	2,26	1,19	3,4	47.789	20.735	9.593
Média	2,18	1,16	3,1	46.361	19.516	9.148
CV (%)	3,79	3,87	19,03	7,63	7,39	7,59
P>F	0,3413	0,1628	0,4938	0,6321	0,3514	0,7023

A produtividade encontrada está de acordo com o que Marcondes et al. (2012) preconiza como ideal um híbrido destinado a produção de silagem que são produção de grãos maior que 7.000 kg ha⁻¹ e de massa seca maior que 18.000 kg ha⁻¹ e que possuam valor nutritivo de mais de 70% de nutrientes digestíveis totais na matéria seca.

Não houve interação significativa (P>0,05) para a participação dos componentes estruturais colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos na planta de milho cultivado em diferentes níveis de adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 2). Ao observar a média geral dos dados, há de se relatar que o híbrido avaliado apresentou boas características morfológicas para produção de silagem, independentemente do nível de N utilizado em cobertura, com valores de 17,9%, 18,6%, 17,8% e 46,9% de colmo, folhas,

brácteas mais sabugo e grãos, em sua constituição respectivamente.

A produção de grãos está ligada diretamente com a área foliar fotossinteticamente ativa da planta (CRUZ et al., 2008), sendo que folhas bem nutridas de nitrogênio possuem uma capacidade maior em assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante o processo de fotossíntese (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

A participação do grão na composição da silagem de milho é de suma importância pois não só assegura o valor nutritivo do material, mas proporciona também teores elevados de matéria seca à silagem (NUSSIO, 2001). Porém todos os componentes estruturais colmo, folhas, brácteas e sabugos tem uma importante participação em uma silagem de boa qualidade.

Tabela 2. Composição física estrutural da planta de milho, no momento da colheita para silagem, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada de cobertura.

Níveis de N (kg ha ⁻¹)	Composição física da planta, % na MS			
	Colmo	Folhas	Brácteas + sabugo	Grãos
112,5	17,9	18,4	16,5	47,2
225,0	18,0	19,4	15,9	46,6
337,5	17,8	18,9	15,8	47,5
450,0	18,0	17,7	17,8	46,4
Média	17,9	18,6	16,5	46,9
CV (%)	15,73	9,06	6,27	4,23
P>F	0,7540	0,7855	0,1609	0,5506

O nível de N utilizado em cobertura não afetou significativamente ($P>0,05$) os teores de matéria seca dos componentes estruturais da planta, nem de seus constituintes físicos (Tabela 3). Em relação ao teor de matéria seca da planta, essa variou entre 40,8 a 43,4%, para os níveis 225,0 e 450,0 kg de N ha⁻¹, e não coincidentemente foram os mesmos tratamentos que geraram menor e maior produção de grãos por área, sugerindo ser advindo disso tal variação. As médias dos teores de matéria seca dos componentes foram de 25,0%, 36,5%, 38,2% e 58,6%, para colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos, respectivamente.

Acrescenta-se que os teores de matéria seca dos componentes encontram-se dentro do recomendado para produção de silagem, o teor de matéria seca das frações estruturais e a participação percentual dessas frações na composição da planta, podem sofrer variações de caráter multifatorial (ZOPOLLATO et al. 2009).

O teor de MS da planta é de suma importância pois contribui para a conservação da massa ensilada inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, sendo necessário para aumentar a concentração de nutrientes e o consumo pelos animais (VAN SOEST, 1994).

Na Tabela 3 é possível observar os dados referentes a bromatologia da planta inteira de milho no momento da colheita, onde não obteve-se diferença significativa ($P>0,05$) para matéria mineral, fibra em detergente neutro, hemicelulose, fibra em detergente ácido, celulose, lignina e carboidratos não fibrosos mais extrato etéreo, com médias de 2,54%, 62,63%, 36,15%, 26,48%, 19,32%, 7,16% e 30,60%, respectivamente.

Porém, o nível de adubação nitrogenada em cobertura afetou significativamente ($P<0,05$) o teor de proteína bruta dos materiais resultantes, tendo os dois níveis mais altos de adubação apresentado as maiores concentrações de proteína bruta (7,21% e 7,49%, para os níveis de 337,5 e 450,0 kg de N ha⁻¹, respectivamente), porém, esses não diferiram estatisticamente do segundo nível de adubação (6,87% de PB). Mengel (1997) relata que o incremento de nitrogênio tende justamente a um aumento no teor de proteína bruta da planta, visto que o N faz parte da constituição dessas moléculas.

Quando a adubação nitrogenada excede as exigências das plantas de milho isso vai proporcionar

uma maior taxa de absorção de íons nitrato e amônio que a taxa de utilização dos mesmo e com isso vai resultar em um acúmulo de nitratos nas plantas e conseqüentemente aumenta a proporção de nitrogênio não-protéico (DOUGHERTY e RHYKERD, 1985), em situações dietéticas de ruminantes não se torna interessante.

Segundo JANSSEN (2009) o teor de proteína bruta é influenciado linearmente variando entre 0,1 e 1,4 unidades percentuais para cada 60 kg de N ha⁻¹ aplicado no milho em cobertura.

A formação do grão está intimamente ligado com a movimentação de açúcares dentro da planta de milho. Os açúcares como a sacarose e o nitrogênio contido nos órgãos vegetativos são levados das fontes até os drenos para promover o desenvolvimento dos grãos. O nitrogênio que se translocou dos órgãos vegetativos da planta até o grão será armazenado em grande parte como proteína (TAIZ e ZEIGER, 2004)

Todos os tratamentos apresentaram altos valores de NDT, com média geral de 69,3%, dado o alto potencial de produção de grãos por parte do híbrido avaliado, independentemente do nível de adubação em cobertura. Os valores referidos são superiores à média encontrada por Mello et al. (2005), quando avaliando diferentes híbridos de milho para silagem (65,2%).

Os bons valores de NDT encontrados na silagem resultante se devem também a digestibilidade da porção fibrosa da planta (Figura 2), onde os elevados valores da DISMS não devem somente aos grãos presentes na silagem, mas também a qualidade do FDN, que segundo Penati (1995) são os fatores que mais interferem na qualidade da MS da planta de milho, sendo a lignina o componente mais representativo. Nussio (2001) sugere que a composição química bromatológica e a disposição tridimensional da lignina ligada aos demais componentes da parede celular explicam melhor a qualidade da MS da planta de milho do que propriamente a percentagem da lignina.

O segundo e o quarto nível de adubação geraram maior ($P<0,05$) potencial de produção de leite por área, com valores de 48.757 e 51.701 kg de leite ha⁻¹, respectivamente, enquanto que o primeiro e o terceiro nível de adubação proporcionaram 39.305 e 41.352 kg de leite ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 4. Teores de matéria seca da planta inteira e dos componentes estruturais colmo, folhas, brácteas mais sabugo, e grãos, e a composição bromatológica da planta do milho, no momento da colheita para silagem, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada de cobertura.

Parâmetro*	Níveis de N (kg ha ⁻¹)				Média	CV (%)	P>F
	112,5	225,0	337,5	450,0			
Teor de MS:							
Colmo	25,5	25,5	24,8	24,0	25,0	13,49	0,9550
Folhas	36,6	35,5	35,2	38,9	36,5	6,02	0,2396
Brác + Sab	38,0	36,5	38,0	40,1	38,2	5,73	0,2951
Grãos	59,8	58,6	58,8	57,2	58,6	4,55	0,3763
Planta	42,9	40,8	41,4	43,4	42,1	4,39	0,4549
	-----% na MS-----						
MM	2,58	2,62	2,49	2,49	2,54	13,19	0,9293
PB	6,00b	6,87ab	7,21a	7,49a	6,89	6,39	0,0171
FDN	64,83 a	64,74 a	61,52b	59,42b	62,63	5,57	0,0374
HEM	37,51	37,70	35,82	33,55	36,15	7,31	0,1903
FDA	27,31	27,04	25,70	25,87	26,48	8,27	0,9062
CEL	20,81	20,02	18,44	18,01	19,32	11,94	0,5294
LIG	6,50	7,02	7,26	7,86	7,16	23,54	0,4032
CNF+EE	26,59	25,77	28,78	30,60	27,93	13,76	0,3962
	-----% da FDN-----						
FDNd	76,01 ^a	73,93 ^b	71,77 ^{bc}	68,10 ^c	72,45	6,38	0,0436
	-----Índice-----						
VRA	97,26	97,67	104,32	108,26	101,88	7,78	0,3883
	-----%-----						
NDT	68,72	68,91	69,85	69,73	69,30	2,22	0,9055
	-----kg ha ⁻¹ -----						
PL	39305 ^b	48757 ^a	41352 ^b	51701 ^a	45279	6,40	0,0021

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

O teor de FDN pode sofrer uma significativa influência em relação ao nível de adubação nitrogenada utilizada, de forma que aumentando a produção de grãos da cultura, tem-se um efeito de diluição na planta, diminuindo o teor de FDN da silagem (CAETANO, 2001).

Com o aumento do nível de adubação ocorreu uma diminuição da digestibilidade do FDN, com valores de 76,01, 73,93, 71,77 e 68,10% para os tratamentos T₁, T₂, T₃ e T₄. Onde o menor nível de adubação T₁ (112,5 kg N ha⁻¹) proporcionou a maior digestibilidade do FDN em relação aos níveis superiores de adubação. Segundo Coors (1996) não existe correlação entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da porção fibrosa da planta de milho, esses mesmos autores concluíram que o aumento na porcentagem de grãos na matéria seca total diminui a digestibilidade das outras partes da planta, não havendo, inclusive, relação com a digestibilidade

da silagem.

A digestibilidade da fibra de forragens não é constante para todos os animais ou para todas as condições de alimentação, mas a principal fonte de variação decorre das diferenças na sua estrutura, composição bromatológica e estágio de maturidade (BERCHIELLI et al., 2006).

Em relação a degradabilidade *in situ* dos materiais, é possível observar na Figura 2 que não houve diferença significativa entre os níveis de adubação nitrogenada em cobertura, mas obteve-se tendência linear crescente para todos os tratamentos, com uma taxa de degradabilidade de 0,95%, 1,06%, 0,92% e 0,84% hora⁻¹, respectivamente. Entretanto Vêras et al. (2007) em estudos obteve que a taxa de degradação da MS da silagem de milho foi de 2,89 hora⁻¹.

Segundo Van Soest (1994) o valor nutritivo dos alimentos para ruminantes, principalmente

as forragens está diretamente ligado à taxa de degradabilidade ruminal, assim sendo a degradabilidade da MS é influenciada diretamente pelo valor nutritivo da forragem, e a técnica de degradabilidade *in situ* permite que a degradabilidade da matéria seca seja estimada pela cinética ruminal.

Da Silva Cabral et al. (2005) destaca a superioridade nutricional da silagem de milho,

dentre vários volumosos, por possuir características de alta degradabilidade, e correlaciona tal informação com a elevada fração solúvel em água desse alimento. O presente trabalho vem a encontro do relatado pelos autores, pois, observou-se percentagem da fração solúvel de 32,4%, 30,4%, 33,3% e 33,0% para os tratamentos em ordem, respectivamente.

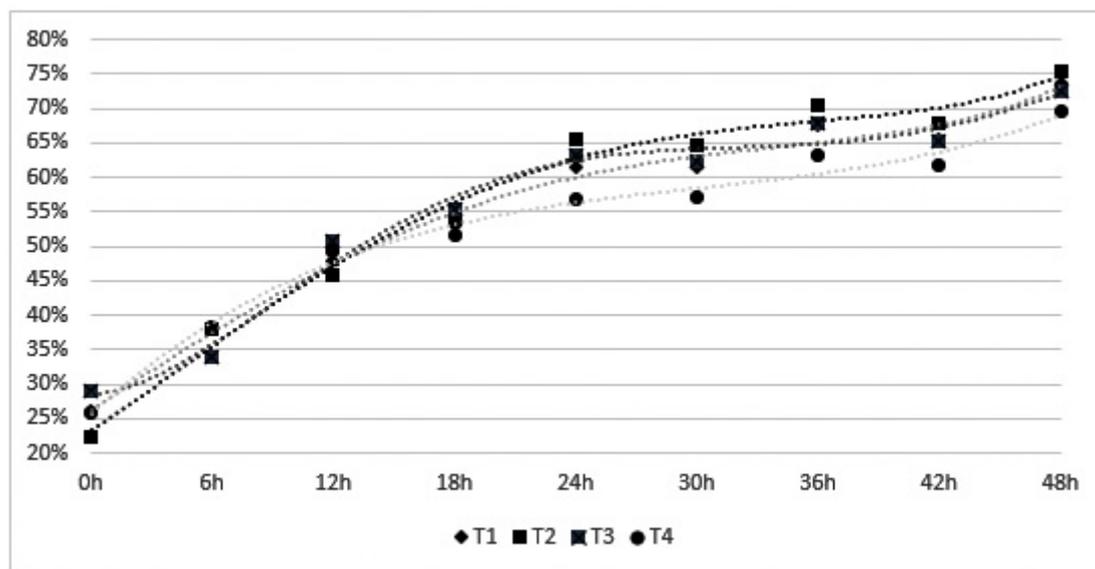


Figura 2. Degradabilidade *in situ* da planta inteira de milho para silagem cultivada sob diferentes níveis de nitrogênio em cobertura.

Ferret et al. (1997) em estudos utilizando silagem de milho encontrou valores da degradabilidade da matéria seca entre 58 a 76%. Segundo Allen et al. (1990) valores encontrados da degradabilidade ruminal acima de 70% podem ser explicados pela alta participação de grãos na matéria seca, que segundo o mesmo autor o percentual de grãos na composição física da planta deve estar em média de 45%.

De maneira pontual, níveis de adubação nitrogenada em cobertura mostraram ao final de 48 horas, valores de desaparecimento ruminal de 73,4%, 75,5%, 72,6% e 69,5%, respectivamente.

Com o aumento dos níveis de adubação nitrogenada ocorreu uma maior produção, tanto de grãos quanto de matéria seca, esse aumento de produção teve um efeito negativo na fibra em detergente neutro digestível e na digestibilidade

dos materiais. Com base nesses resultados pode-se inferir que o híbrido utilizado possui características genéticas em que para aumentar a produção a planta necessita desenvolver características físicas e bromatológicas que afetam a qualidade da porção fibrosa, com isso trabalhos futuros com novos híbridos e regiões necessitam ser realizados.

Conclusão

Níveis acima de 225 kg de N ha⁻¹ foram capazes de afetar positivamente o teor de proteína bruta da silagem, porém níveis acima de 225 kg de N ha⁻¹ afetaram negativamente os níveis de FDN digestível bem como a digestibilidade da planta de milho.

Referências

ALLEN, M. S.; O'NEIL, K. A.; MAIN, D. G.; BECK, J. F. Relationships among yield and quality traits of corn hybrids for silage. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.221, 1991.

Applied Research & Agrotechnology v.10, n.2, may/aug. (2017)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 178f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. 2 ed. aum. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 71, p. 1-9, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 2, 1995.
- COORS, J.G. Findings of the Wisconsin corn silage consortium. In: **SEEDS OF ANIMAL NUTRITION SYMPOSIUM**, Rochester, Proceedings. Rochester, 1996.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 400p, 2004.
- CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. **A Cultura do Milho**. 1.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p. Cap. 2: Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. p.47-60
- DA SILVA CABRAL, L.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; DE SOUZA, A.L.; DETMANN, E. Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.8, p.777-781, 2005.
- DOUGHERTY, C.T.; RHYKERD, C.L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METACALFE, D.S. (4^a ed.). **FORAGES; THE SCIENCE OF GRASSLAND AGRICULTURE**. Iowa State University, Ames, Iowa, p. 318-325. 1985.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 2 ed. Piracicaba: Os autores, 2004. 360p.
- FERRET, A.; GASA, J.; PLAIXATS, J.; CASAÑAS, F.; BOSCH, L.; NUEZ, F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages gives to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. **Animal Science**, v.64, p. 493-501, 1997.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. p. 576.
- JANSSEN, H. P. ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA RENDIMENTO DE MILHO SILAGEM EM SUCESSÃO AO AZEVÉM PASTEJADO, PRÉ-SECADO E COBERTURA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO. 2009. 75f. Dissertação - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009
- KILLORN, R.; ZOURARAKIS, D. Nitrogen fertilizer management effects on corn grain yield and nitrogen uptake. **Journal of Production Agriculture**, v.5, v.1, p.142-148, 1992.
- MACEDO, L. O. B. Modernização da pecuária de corte bovina no Brasil e a importância do crédito rural. **Informações Econômicas (Impresso)**, v. 36, p. 25-50, 2006.
- MARCONDES, M.M.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; ROSARIO, J. G.; FARIA, M. V. Aspectos do melhoramento genético de milho para produção de silagem. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia (Impresso)**, Guarapuava. v. 5, p. 173-192, 2012.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., Piracicaba: Potafos, 1997. 201p.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G.D.; DAVID, D.B.D. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas v.4, n.1, p.79-94, 2010.
- MENGUEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrecht, Kluwer Academic, 2001. 849p.
- NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, K.R. Eficiência de confecção da silagem de milho: processamento de grãos e tamanho de partícula. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.277, p.7-18, 2013.
- NEUMANN, N.; SANDINI, I. E.; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSERA, E. 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**, Sete Lagoas v.4, n.3, p.418-427, 2005
- Applied Research & Agrotechnology v.10, n.2, may/aug. (2017)*
- Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

- NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. **Journal Dairy Science**, v.71, v.8, p.2051-206, 1988.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. de; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: **Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, Maringá. 2001. p.319.
- PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e Interpretações**. 1.ed. Campinas: Fundação ABC/Fundação Cargill, 1998. 59p.
- PENATI, M.A. **Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca da planta**. 1995, 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide: statistics, version 6**. 4.ed. North Caroline, v.2, 943p. 1993.
- SABATA, R.J.; MASON, S.C. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. **Journal of Production Agriculture**, v.5, v.1, p.137-142, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. New York: Sinauer, 2004.
- UENO, R.K.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; BASI, S.; ROSÁRIO, J.G. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.4, n.1, p.182-193, 2011.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p
- VÉRAS, L. M. R; FILHO, S. C. V; AZEVEDO, J. A. G.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; FONSECA, M. A.; SAMPAIO, C. B. Níveis de proteína na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.36, n.4, p.1199-1211, 2007
- ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A.P.; MOURÃO, G.B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.452-461, 2009.