

SILVANE DE ALMEIDA CAMPOS

**RESÍDUOS AVÍCOLAS NA PRODUÇÃO DE MILHO E QUALIDADE DA  
SILAGEM**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Agroecologia, para obtenção do título  
de Magister Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL

2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C198r  
2015

Campos, Silvane de Almeida, 1975-

Resíduos avícolas na produção de milho e qualidade da silagem. /  
Silvane de Almeida Campos. - Viçosa, MG, 2015.  
xi, 59f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Rogério de Paula Lana.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Adubos e fertilizantes orgânicos. 2. Aves domésticos - Esterco.  
3. Milho - Produção. 4. Zea mays L. 5. Silagem - Qualidade. I.  
Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa  
de Pós-graduação em Agroecologia. II. Título.

CDD 22. ed. 631.86

SILVANE DE ALMEIDA CAMPOS

**RESÍDUOS AVÍCOLAS NA PRODUÇÃO DE MILHO E QUALIDADE DA  
SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 13 de fevereiro de 2015.

---

Mauricio Novaes Souza

---

João Carlos Cardoso Galvão  
(Coorientador)

---

Cristina Mattos Veloso

---

Fernanda Maria Coutinho de Andrade

---

Rogério de Paula Lana  
(Orientador)

Aos meus pais, José e Maria, pela compreensão, amor e lição de vida; às minhas irmãs, aos meus sobrinhos e demais familiares pelo valoroso apoio incondicional.

DEDICO

"Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma."

Lavoisier

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por tudo aquilo que tem me permitido conquistar, sempre me abençoando com muita paz e saúde.

Aos meus pais e as minhas irmãs que sempre me apoiaram e me ajudam em todas as etapas da vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade concedida, em especial aos Departamentos de Zootecnia e Fitotecnia, ao Laboratório de Homeopatia e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, todos os professores e funcionários.

Aos membros da banca que aceitaram o convite e contribuíram com este trabalho, em especial agradeço ao professor Dr. Rogério de Paula Lana, orientador, por se propor a me orientar, pelo profissionalismo, prontidão em nos atender, tratamento amigável e todo aprendizado que adquiri acompanhando suas aulas na pós-graduação e nas simples conversas que tivemos.

Ao professor Dr. João Carlos Cardoso Galvão por toda co-orientação, profissionalismo, amizade, por disponibilizar uma área para cultivo do milho e um espaço para a confecção da silagem na Estação Experimental São João localizada em Coimbra-MG, por emprestar os silos experimentais pertencentes ao Programa Milho - UFV, pelo aprendizado adquirido durante o estágio de ensino nas suas aulas teóricas e práticas da graduação e, também, nas aulas da pós-graduação, e por todo aconselhamento e apoio.

Ao professor Dr. Maurício Novaes Souza pela amizade, incentivo, profissionalismo e co-orientação no trabalho.

À professora Dra. Fernanda Maria Coutinho de Andrade pela amizade, incentivo, apoio, profissionalismo e contribuições para a melhoria deste trabalho.

À professora Dra. Cristina Mattos Veloso pelo apoio, profissionalismo e contribuições na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Valdir Botega Tavares pela receptividade, profissionalismo e colaboração nesta pesquisa.

À professora Dra. Karina Guimarães Ribeiro pelas sugestões no projeto, por emprestar os baldes plásticos utilizados como silos experimentais e todo apoio prestado.

Ao professor Dr. Rodrigo Oliveira de Lima pelas sugestões na parte estatística deste trabalho, receptividade e todo apoio.

Ao professor Dr. Vicente Wagner Dias Casali pela confiança e apoio.

À CAPES e FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos.

A Steliane, Emerson e Luis Paulo pela amizade, por toda ajuda valiosa no campo e na ensilagem da forragem.

Aos funcionários da Estação Experimental de Coimbra, Carlinhos, Jorge José mais conhecido como Potoca, Nilson, Sebastião, Fonseca, Douglas, Pereira e João pela receptividade, ajuda na condução dos experimentos e nas avaliações, e demais no que precisamos. Agradeço também pelas conversas, momentos de muitas risadas e descontração.

A Vanessa, Adalgisa, Anderson e Jhúnior Lima pela amizade e apoio moral.

Ao Programa Milho - UFV pela disponibilização das sementes da variedade UFV-M100 Nativo, utilizadas neste trabalho. Agradeço também ao Sr. José Roberto pela receptividade.

Ao Aviário/DZO da UFV pela doação do esterco de galinha poedeira utilizado na adubação do milho.

Ao Lucas Ladeira pela explicação de como adaptar as válvulas tipo Bunsen nos silos experimentais e apoio.

Ao Sr. Gilberto pelas caronas.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de uma forma ou de outra para a realização desta pesquisa.

## BIOGRAFIA

SILVANE DE ALMEIDA CAMPOS, a quarta filha, de um total de cinco, de José de Almeida Campos e Maria de Almeida Campos, nasceu em Rio Pomba – MG, no dia 18 de outubro de 1975. Durante sua infância, residiu na comunidade Igrejinha do Acácio e, aos onze anos de idade, mudou-se para Rio Pomba - MG, onde permaneceu maior parte de sua vida, trabalhando e estudando.

Cursou o Ensino Fundamental e Ensino Médio na Escola Estadual Prof. José Borges de Moraes, em Rio Pomba - MG.

No ano de 2003 concluiu o Curso Técnico em Meio Ambiente pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba.

No ano de 2006 iniciou sua graduação em Tecnologia em Agroecologia no IF Sudeste de Minas - Campus Rio Pomba, concluindo o título de Agroecóloga em 2010.

No ano de 2011 concluiu o Bacharelado em Agroecologia no IF Sudeste de Minas - Campus Rio Pomba.

No ano de 2011 concluiu o Lato Sensu em Gestão Ambiental na FIJ - Faculdades Integradas de Jacarepaguá, no Pólo de Barbacena - MG.

No ano de 2011 iniciou o Curso de Homeopatia (Extensão Universitária) pela Universidade Federal de Viçosa, estando prestes a concluí-lo.

No ano de 2012 concluiu a Formação Pedagógica em Ciências Biológicas (Licenciatura plena) na Universidade Vale do Rio Verde - Campus Betim - MG.

Em abril de 2013, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Agroecologia na Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa - MG, em nível de Mestrado, sob a orientação do Professor Dr. Rogério de Paula Lana, submetendo-se à defesa em fevereiro de 2015.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
LITERATURA CITADA.....	4

### **CAPÍTULO 1. CAMA AVIÁRIA NA PRODUÇÃO DE MILHO E QUALIDADE DA SILAGEM**

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS .....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
Características agronômicas avaliadas.....	15
Características qualitativas da silagem .....	21
CONCLUSÕES .....	24
LITERATURA CITADA.....	25

### **CAPÍTULO 2. ESTERCO DE GALINHA POEDEIRA NA PRODUÇÃO DE MILHO E QUALIDADE DA SILAGEM**

RESUMO .....	33
ABSTRACT .....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS .....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
Características agronômicas avaliadas.....	41
Características qualitativas da silagem .....	46
CONCLUSÕES .....	50
LITERATURA CITADA.....	51
ANEXO.....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados da precipitação pluviométrica (mm) e das temperaturas máxima e mínima (°C) registrados no município de Viçosa, MG, durante o período de condução do experimento.....	11
Figura 2. Modelo de regressão ajustado para a matéria verde de plantas de milho em função de doses de cama aviária.....	19
Figura 3. Modelo de regressão ajustado para a matéria seca de plantas de milho em função de doses de cama aviária.....	20
Figura 4. Dados da precipitação pluviométrica (mm) e das temperaturas máxima e mínima (°C) registrados no município de Viçosa, MG, durante o período de condução do experimento.....	37
Figura 5. Produtividade de matéria verde de plantas de milho em resposta a aplicação de doses de esterco de galinha poedeira.....	44
Figura 6. Produtividade de matéria seca de plantas de milho em resposta a aplicação de doses de esterco de galinha poedeira.....	45
Figura 7. Cultivo da variedade de milho UFV-M100 para silagem de planta inteira.....	57
Figura 8. (A) Areia seca revestida com tecido de algodão ao fundo do silo experimental (balde plástico); (B) Silos acondicionados em ambiente adequado por 65 dias e (C) Momento da desensilagem para coleta de sub-amostras.....	58
Figura 9. (A) Areia seca colocada ao fundo do tubo de PVC utilizado como silo experimental; (B) Silos devidamente identificados; (C) Silos armazenados em condições apropriadas durante 64 dias e (D) Silagem homogeneizada para coleta de sub-amostras.....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química da amostra de solo da área experimental. Coimbra, MG, 2014.....	12
Tabela 2. Composição química e teor de umidade da cama aviária. Coimbra, MG, 2014.....	12
Tabela 3. Valores médios de altura de planta (m) e de espiga (m), diâmetro do colmo (mm), prolificidade, peso de espiga (g) e proporção de espigas na matéria verde de plantas de milho fertilizado com doses de cama aviária (t ha <sup>-1</sup> ). Coimbra, MG, 2014.....	15
Tabela 4. Valores médios dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca (RMS) de silagens da planta de milho fertilizado com doses de cama aviária. Coimbra, MG, 2014.....	21
Tabela 5. Caracterização química da amostra de solo da área experimental. Coimbra, MG, 2014.....	38
Tabela 6. Composição química e teor de umidade do esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.....	38
Tabela 7. Valores médios de altura de planta (m) e de espiga (m), diâmetro do colmo (mm), prolificidade, peso de espiga (g) e proporção de espigas na matéria verde de plantas de milho adubado com doses de esterco de galinha poedeira (t ha <sup>-1</sup> ). Coimbra, MG, 2014.....	41
Tabela 8. Valores médios dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca (RMS) de silagens da planta de milho adubado com doses de esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.....	47

## RESUMO

CAMPOS, Silvane de Almeida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015. **Resíduos avícolas na produção de milho e qualidade da silagem.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Coorientador: João Carlos Cardoso Galvão.

Na literatura, há carência de trabalhos que avaliam a adubação orgânica com resíduos da atividade avícola sobre a produção do milho. Desta forma, a cama aviária e o esterco de galinha poedeira constituem excelente opção, pois são considerados particularmente ricos em nutrientes, em comparação a outros esterços comumente utilizados na agricultura. Neste contexto, foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar a produtividade de milho variedade UFVM-100 para silagem em resposta à aplicação de doses de cama aviária (Capítulo 1) e esterco de galinha poedeira (Capítulo 2) em cobertura e a qualidade da silagem produzida. Em cada experimento, as plantas de milho foram cultivadas em parcelas de 20 m<sup>2</sup>, dispostas lado a lado em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. No experimento 1, utilizaram-se seis doses (0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 t ha<sup>-1</sup>) de cama aviária curtida, aplicadas e incorporadas ao lado da linha de plantio e, no experimento 2, empregaram-se seis doses (0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00 e 3,75 t ha<sup>-1</sup>) de esterco de galinha poedeira curtido, com a mesma forma de aplicação do experimento 1. No momento propício à colheita da forragem, foram avaliadas a altura de planta e de espiga, o diâmetro do colmo, a prolificidade, o peso de espiga, a proporção de espigas na matéria verde, a produtividade de matéria verde e seca de plantas. Após as avaliações, a forragem foi ensilada em silos experimentais por 64 e 65 dias. Em relação à qualidade da silagem, avaliaram-se os teores de matéria seca e de proteína bruta, perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca da silagem. Nos dois trabalhos, dentre as características agrônômicas avaliadas, houve efeito significativo apenas para a produtividade de matéria verde e seca de plantas, que obtiveram incremento linear em resposta ao aumento nas doses de adubação aplicadas, e não se constatou efeito estatístico significativo sobre as características avaliadas na silagem. Nas condições dos experimentos, recomenda-se a aplicação de 7,5 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária e de 3,75 t ha<sup>-1</sup> de esterco de galinha poedeira na cultura de milho destinado à ensilagem para a obtenção de produtividades de matéria verde e seca de plantas acima de 30 e 10 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Conclui-se, também, que a adubação orgânica com cama aviária ou esterco de poedeira não interferiu nas características qualitativas da silagem.

## ABSTRACT

CAMPOS, Silvane de Almeida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2015. **Poultry waste in the yield of corn and quality of silage.** Advisor: Rogério de Paula Lana. Co-advisor: João Carlos Cardoso Galvão.

Thus, poultry litter and poultry manure are excellent choice because they are particularly rich in nutrients compared to other manures commonly used in agriculture. In this context, two experiments were carried out to evaluate the yield of corn UFVM-100 for silage in response to application of poultry litter (Chapter 1) and poultry manure (Chapter 2) in coverage and quality of silage production. In each experiment, the maize plants were grown in 20 m<sup>2</sup> plots arranged side by side in a randomized block design with six treatments and four replications. In experiment 1, six doses (0.0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5 t ha<sup>-1</sup>) of tanned poultry litter were applied and incorporated aside of the plant rows; and in experiment 2, six doses (0.00, 0.75, 1.50, 2.25, 3.00 and 3.75 t ha<sup>-1</sup>) of tanned laying hen manure were used. At the right time to harvest of forage it was evaluated the plant and ear height, stem diameter, prolificacy, ear weight, proportion of ears in green matter, and productivity of green and dry matter of plants. After the evaluations, the forage was ensiled in experimental silos for 64 and 65 days. Regarding the quality of the silage, it was evaluated the dry matter and crude protein, losses by gases and effluent, loss of total dry matter and dry matter recovery of silage. In the two studies, among the evaluated agronomic characteristics, there was a significant effect only for the productivity of green and dry matter of plants, which there was linear increase in response to increases in the applied fertilizer levels, and there was no significant effect on the evaluated characteristics of the silage. Under the experimental conditions, it is recommended the application of 7.5 t ha<sup>-1</sup> of poultry litter and 3.75 t ha<sup>-1</sup> of laying hen manure in corn for silage to obtain yields of fresh and dry matter of plants above of 30 and 10 t ha<sup>-1</sup> respectively. In addition, the organic fertilization with poultry litter or laying hen manure does not interfere with the qualitative characteristics of the silage.

## INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com o último Censo Agropecuário do IBGE (2013), o Brasil possui 211 milhões de bovinos, 17 milhões de ovinos, 8 milhões de caprinos e 1 milhão de bubalinos, apresentando, portanto, número significativo de animais ruminantes, os quais são capazes de converter material não utilizável pelo homem em produtos de origem animal de elevado valor biológico, em função da ação fermentativa microbiana em seu trato gastrointestinal (Silva et al., 2010).

No Brasil, os sistemas de criação de ruminantes têm no pasto sua principal fonte de alimento (Castro et al., 2010), pois constitui a forma mais econômica de alimentação animal. No entanto, devido às condições climáticas, a disponibilidade de forragens é irregular ao longo do ano, com períodos alternados de excesso e escassez (Botelho et al., 2010). Diante dessa situação, os pecuaristas correm alguns riscos por não manter sua escala de produção baseada na alimentação dos animais somente em pasto (Neumann, 2011).

Para reduzir os reflexos negativos da estacionalidade de produção das plantas forrageiras sobre o desempenho do rebanho, o uso de forragens conservadas na alimentação de ruminantes é prática usual no inverno, visando fornecer alimento volumoso de qualidade e em quantidade suficiente para a manutenção dos níveis de produtividade (Meinerz et al., 2011) na época em que os preços do leite no mercado são melhores. Para isso, é necessário que os pecuaristas se planejem, produzindo durante o verão um alimento de boa qualidade que possa ser armazenado e conservado com o propósito de ser fornecido aos animais, durante o período seco do ano (Vilela et al., 2008).

A produção de silagem constitui alternativa de alimento volumoso aos animais ruminantes. A silagem é forragem verde, succulenta, picada, conservada em silos devido à produção de ácidos, que reduzem o pH, por meio de fermentação anaeróbia (Paziani, 2009). Segundo Pereira et al. (2007), nos sistemas de produção animal em confinamento, o principal volumoso utilizado é a silagem de milho, sendo alguns rebanhos alimentados com silagem o ano todo, requerendo sua programação antecipada (Paziani et al., 2009). Da mesma forma, nos demais sistemas de produção de bovinos, a suplementação volumosa também é à base de silagem, principalmente de milho, sorgo ou outras gramíneas, sobretudo, no inverno (Pereira et al., 2007).

Dentre as diversas espécies forrageiras com grande potencial de utilização na ensilagem e alimentação de ruminantes nas regiões tropicais (Oliveira et al., 2010), o

milho destaca-se por ser considerada a cultura padrão para ensilagem em função da sua tradição no cultivo, facilidade de cultivo e de mecanização em todas as etapas, alta produção de matéria seca por unidade de área, valor nutritivo adequado, elevado conteúdo energético e baixo teor de fibra, baixo poder tampão, teores adequados de matéria seca e carboidratos solúveis, boa fermentação microbiana sem a necessidade de aditivos, boa palatabilidade e alto consumo pelos animais (Restle et al., 2006; Paziani et al., 2009; Pinto et al., 2010).

Paziani et al. (2009) relatam que, em decorrência da crescente melhoria no padrão genético dos animais e da necessidade de intensificação da produção pecuária, aumenta-se também a exigência quanto à qualidade da silagem, a qual depende da eficiência do processo de ensilagem e das condições que a determinam como umidade, temperatura, ausência de oxigênio, concentração de carboidratos solúveis e outras características da planta ensilada, fatores estes que podem proporcionar a obtenção de silagens com variados valores nutritivos (Araújo, 2011).

Jobim et al. (2007) definem a qualidade da silagem como sendo uma referência ao valor nutritivo da massa de forragem, em interação com o consumo efetuado pelo animal e o potencial de desempenho do animal. A oferta de silagem de alta qualidade pode reduzir o uso de concentrados e, por consequência, os custos de alimentação do rebanho, aumentando o lucro do produtor (Pereira et al., 2012), pois a alimentação é responsável pela maior parte dos custos de produção, sejam animais confinados ou criados extensivamente (Pereira et al., 2007).

A silagem de milho é considerada alimento volumoso nutricionalmente completo com alta densidade energética, com teores moderados de proteína bruta, sem necessidade de incorporação de aditivos (Factori, 2008), pois o milho contém adequado aporte de nutrientes necessários à boa fermentação (Rabelo et al., 2013). No entanto, para obtenção de silagem de boa qualidade, com elevado valor nutritivo em função da maior participação de grãos na massa produzida, é preciso adotar procedimentos corretos em todas as etapas do processo produtivo (Paziani et al., 2009).

Assim, o manejo da adubação para a cultura do milho com vistas à produção de silagem requer cuidados, pois a qualidade final da silagem está diretamente relacionada ao estado nutricional das plantas e ao adequado processo fermentativo (Basi et al., 2011). Contudo, grande parte dos agricultores utiliza quantidade de fertilizantes aquém das necessidades nutricionais da cultura do milho em virtude dos elevados preços dos fertilizantes químicos. Neste caso, os produtores rurais devem buscar fontes alternativas de adubação, preferencialmente adubos orgânicos (Lopes et al., 2004).

A prática da adubação orgânica é de suma importância para manter ou incrementar o estoque de matéria orgânica do solo, que é essencial para garantir a qualidade do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas (Favoretto, 2007). De modo geral, os solos agrícolas são constituídos, em grande parte, pela fração mineral e somente pequena porção é representada pela matéria orgânica (Oliveira et al., 2009).

Segundo Araújo et al. (2008) outro benefício proporcionado pela adição de resíduo orgânico ao solo é o incremento da sua atividade microbiana. A matéria orgânica é fonte de alimentos e energia para a população microbiana existente no solo, responsável pela decomposição, reciclagem de nutrientes e disponibilização destes às plantas (Machado e Machado, 2009), promove melhorias na estruturação, aeração e drenagem (Kiehl, 1985), exercendo forte influência na capacidade produtiva do solo (Costa et al., 2013).

No Brasil, a avicultura de corte e postura vem aumentando a sua produção no intuito de atender a expressiva demanda por proteína animal a baixo custo, no mercado interno e, em menor parte, no mercado internacional (Ubabef, 2012) o que a torna, por consequência, grande geradora de resíduos, em diversas regiões. Tais resíduos necessitam de destinação ambiental adequada, uma vez que o descarte não pode ser aleatório no ambiente, com riscos à contaminação (Lana et al., 2010).

Uma forma de manejo correto dos resíduos avícolas, a cama aviária e o esterco de galinha poedeira, é o seu aproveitamento na fertilização de culturas agrícolas, pois são particularmente ricos em nutrientes e em razão da disponibilidade nas propriedades a baixo custo, podem ser viabilizados pelos produtores (Figueroa, 2008; Costa et al., 2009), reduzindo a sua dependência do setor industrial. No entanto, necessitam ser utilizados racionalmente a fim de minimizar problemas ambientais inerentes à contaminação da água, solo e ar, em especial, com microrganismos fecais, fosfatos, nitrato e gases intensificadores do efeito estufa (Peña, 2010). Além disso, à utilização racional de resíduos animais como fertilizantes agrícolas, sobretudo os avícolas, em substituição aos adubos minerais, contribui para a redução do uso das reservas finitas de minerais e de energia não renovável (Lana et al., 2010).

Neste contexto, definiu-se como objetivo, nesta dissertação, avaliar a produtividade de milho para silagem em resposta à aplicação de doses crescentes de cama aviária (Capítulo 1) e esterco de galinha poedeira (Capítulo 2) em cobertura e, a qualidade da silagem produzida.

## LITERATURA CITADA

ARAÚJO, F.F.; TIRITAN, C.S.; PEREIRA, H.M.; CAETANO JÚNIOR, O. Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curtume e fosforita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.507-511, 2008.

ARAÚJO, K.G. **Características produtivas, nutricionais e fermentativas e cinética de trânsito de partículas de silagem de milho**. 2011. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, 2011.

BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, R.K.; SANDINI, I.E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.4, n.3, p.219-234, 2011.

BOTELHO, P.R.F.; PIRES, D.A.A.; SALES, E.C.J.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; JAYME, D.G.; REIS, S.T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.9, n.3, p.287-297, 2010.

CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; MAURICIO, R.M. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.3, p.654-666, 2010.

COSTA, A.M.; BORGES, E.N.; SILVA, A.A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E.C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1991-1998, 2009.

FACTORI, M. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu-SP, 2008.

FAVORETTO, C.M. **Caracterização da matéria orgânica humificada de um Latossolo Vermelho Distrófico através da espectroscopia de fluorescência induzida por laser**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2007.

FIGUEROA, E. A. **Efeito imediato e residual de esterco de ave poedeira em culturas de grãos**. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal** 2013.

Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=p&o=27&i=P>>. Acesso em: 07 fev. 2015.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LANA, R.M.Q.; ASSIS, D.F.; SILVA, A.A.; LANA, A.M.Q.; GUIMARÃES, E.C.; BORGES, E.N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2010.

LOPES, H.M.; GALVÃO, J.C.C.; DAVID, A.M.S.S.; ALMEIDA, A.A.; ARAÚJO, E.F.; MOREIRA, L.B.; MIRANDA, G.V. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho em função da adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.3, n.2, p.265-275, 2004.

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; VIÉGAS, J.; NÖRNBERG, J.L.; AGNOLIN, C.A.; SCHEIBLER, R.B.; HORST, T.; FONTANELI, R.S. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; ZANETTE, P.M.; UENO, R.K.; MARAFON, F.; SOUZA, M.P. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: IV SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. **Anais...** 292 p. ISBN 978-85-63633-09-5 Maringá-PR, 2011.

OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; MEDEIROS, J.F.; ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; LINHARES, P.C.F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agronômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010.

PAZIANI, S.F. Cultivares de milho para silagem. **Nucleus**, Ituverava-SP, Edição Especial, p.15-27, 2009.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; CÉSAR RECO, P.C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PEÑA, J.A.G. **Produtividade de milho, perdas de nitrogênio e compartimentos da matéria orgânica em solo adubado com cama de aviário**. 2010. 105f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.

PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; PINHEIRO, S.M.; VILLARROEL, A.B.S.; CLEMENTINO, R.H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

PEREIRA, J.L.A.R.; PINHO, R.G.V.; SOUZA FILHO, A.X.; PEREIRA, M.N.; SANTOS, A.O.; BORGES, I.D. Quantitative characterization of corn plant components according to planting time and grain maturity stage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.41, n.5, p.1110-1117, 2012.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.

RABELO, C.H.S.; WATANABE, D.J.; REZENDE, A.V.; RABÊLO, F.H.S.; RODRIGUES, M. Efeito da altura de corte sobre parâmetros energéticos em silagem de milho. In: V CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2013, Lavras. **Anais...** 118p., ISSN: 2236-384X, Lavras-MG, 2013.

RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; ALVES FILHO, D.C.; FREITAS, A.K.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L.; PÁDUA, J.T.; ARBOITTE, M.Z. Silagem de diferentes híbridos de milho para produção de novilhos superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.2066-2076, 2006.

SILVA, J.J.; CARVALHO, D.M.G.; GOMES, R.A.B.; RODRIGUES, A.B.C. Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.17, n.1, p.26-36, 2010.

Ubabef - União Brasileira de Avicultura. Produção sustentável garante ao Brasil liderança nas exportações. Qualidade, sanidade e sustentabilidade, aliadas a preços competitivos, fazem da avicultura um dos segmentos mais importantes do agronegócio nacional. **Revista Avicultura Brasil**, São Paulo, n.1, p.4-7, 2012.

VILELA, H.H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; ANDRADE, G.A.; EVANGELISTA, A.R.; ALMEIDA, G.B.S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, n.7, p.1192-1199, 2008.

## CAPÍTULO 1

### CAMA AVIÁRIA NA PRODUÇÃO DE MILHO E QUALIDADE DA SILAGEM

**RESUMO** - Objetivou-se, com o trabalho, avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de cama aviária, em cobertura, na produção de milho e na qualidade da silagem. O experimento foi conduzido em condições de campo, em Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, no período de 16 de outubro/2013 a 27 de janeiro/2014. Os tratamentos consistiram de seis doses de cama aviária curtida (0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 t ha<sup>-1</sup>) e quatro repetições. Determinaram-se a altura de planta e de espiga, o diâmetro do colmo, a prolificidade, o peso de espiga, a proporção de espigas na matéria verde e a produtividade de matéria verde e seca de plantas. Dentre as características agrônômicas, as produtividades de matéria verde e seca de plantas elevaram-se linearmente ao aumento das doses de cama aviária aplicadas. Em relação à qualidade da silagem, avaliaram-se os teores de matéria seca e de proteína bruta, perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca da silagem; no entanto, não houve efeito estatístico significativo entre os tratamentos para estes parâmetros. O maior incremento na produtividade de matéria verde e seca de plantas de milho ocorreu com a dose de 7,5 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária superando em 39,49% e 27,62%, respectivamente, o tratamento controle. A adubação orgânica com cama aviária não influenciou a qualidade da silagem produzida.

**Palavras-chave:** adubação; parâmetros qualitativos; produtividade; resíduo; *Zea mays* L.

## **POULTRY LITTER IN PRODUCTION OF CORN AND QUALITY OF THE SILAGE**

**ABSTRACT** - The objective of the work was to evaluate the effect of increasing doses of poultry litter, in coverage, for corn production and quality of the silage. The experiment was conducted under field conditions in a Cambic Red-Yellow Argisol, from October 16, 2013 a January 27, 2014. The treatments consisted of six doses of tanned poultry litter (0.0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 and 7.5 t ha<sup>-1</sup>) and four replications. It was determined the height of plant and ear, stem diameter, prolificacy, the ear weight, the proportion of ears in green matter and the productivity of green and dry matter of plants. Among the agronomic characteristics, the yield of green and dry matter of plants amounted linearly to the increase of the doses of poultry litter applied. Regarding the quality of silage, it was evaluated the dry matter and crude protein, losses by gases and effluent, loss of total dry matter and dry matter recovery of silage; however, there was no statistically significant effect between treatments for these parameters. The highest increase in the productivity of green and dry matter of plants of corn occurred with the dose of 7.5 t ha<sup>-1</sup> of poultry litter exceeding by 39.49% and 27.62%, respectively, the control treatment. The organic fertilization with poultry litter did not influence the quality of the silage production.

**Keywords:** fertilization; manure; productivity; qualitative parameters; *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, em 2013, ocupou a posição de terceiro maior produtor de carne de frango, superado pelos Estados Unidos e China, e ainda permaneceu como o maior exportador mundial do produto (Usda/Ubabef, 2014), destacando-se os estados Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal como produtores e exportadores (Ubabef, 2014).

Apesar da avicultura de corte exercer relevante importância social e econômica, gerando 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos que agregam produtores, frigoríficos e exportadores e mais de 300 mil empregos de fábrica (Ubabef, 2012), este setor produz grande volume de resíduos, sendo a cama aviária o seu principal co-produto (Costa, 2012) resultante da mistura da excreta com o material utilizado na forração do piso dos aviários, penas e descamações da pele das aves, ração e água que caem dos comedouros e bebedouros (Damasceno et al., 2010).

Vários fatores influenciam a sua composição química como a constituição da ração, tipo e quantidade do material vegetal utilizado para cama, estação do ano, densidade de aves, ventilação do aviário, nível de reutilização da cama e características das excretas das aves (Aires, 2009).

O valor agrônômico da cama aviária está diretamente associado à quantidade de nutrientes presentes, sobretudo, N, P e K, e à taxa de liberação destes para as plantas. Sua composição mineral apresenta frações com solubilidades distintas, tendo algumas prontamente disponíveis às plantas e outras, na forma orgânica, que dependem da atividade biológica do solo para serem mineralizadas (Lourenço et al., 2013), o que resulta em menor perda de nutrientes por lixiviação e/ou volatilização (Fernandes et al. 2009).

Em 2004, com a Instrução Normativa nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), determinou-se a proibição do uso de cama aviária na alimentação de ruminantes. Tal fato, aliado ao elevado custo dos adubos minerais, têm levado ao desenvolvimento de estudos para o aproveitamento da cama de aves como fertilizante orgânico (Lana et al., 2010), devido a sua riqueza em nutrientes (Costa et al., 2009) comparativamente a esterco bovino, suíno e caprino (Azzez et al., 2010).

Nakano Neto e Mello (2010) realizaram experimento em Ituverava-SP, avaliando a produção de silagem de milho com diferentes fontes de adubação (formulação 03-15-15, cama sobreposta de suínos e cama de frango). Os adubos foram incorporados no dia do plantio. Avaliaram-se a altura de planta, peso de colmo, peso de espigas e peso total

de matéria verde. Concluiu-se que o uso de 7500 kg de cama sobreposta de suínos e 2500 kg de cama de frango pode ser recomendado como fonte única de nutrientes à cultura, desde que analisadas as necessidades e os parâmetros encontrados.

Daga et al. (2009) em experimento conduzido em Latossolo Vermelho Eutroférico típico no município de Vera Cruz do Oeste, PR, na safra 2008/2009, avaliaram o efeito da cama de frango (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 t ha<sup>-1</sup>) na cultura do milho híbrido 30F35 cultivado em sistema de plantio direto em comparação a adubação química (0,5 t ha<sup>-1</sup> do formulado 8-20-20). Os autores determinaram a altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo das plantas, comprimento da espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade e concluíram que ocorreram aumento da altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo da cultura do milho em resposta ao aumento das doses de cama de frango.

Segundo Noce et al. (2014), a cama de frango utilizada como fertilizante orgânico proporciona resultados positivos na produção de milho para silagem e, dependendo do custo e da disponibilidade regional do produto, pode substituir com vantagens a adubação química. Além disso, alguns autores relatam o efeito residual positivo da cama aviária para diferentes culturas estabelecidas subsequentemente, inclusive o milho (Medeiros et al., 2010; Silva, 2011; Adami et al., 2012; Novakowski, 2013), efeito este essencial para solos caracterizados como de baixa fertilidade natural.

Estes resultados revelam o potencial fertilizante da cama aviária que pode ser utilizada na cultura do milho para silagem, sobretudo, em estabelecimentos rurais que exercem a atividade avícola, conferindo maior autonomia aos produtores. De acordo com Santos et al. (2009) o aproveitamento de adubos orgânicos de origem animal é de suma importância para o crescimento e desenvolvimento das culturas exploradas pelos pequenos produtores, em função do seu baixo custo e dos benefícios destes na melhoria da fertilidade, conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes na propriedade.

Embora a cama aviária seja uma das melhores fontes de fertilizante orgânico disponível (Adami, 2012) a utilização de doses excessivas tende a ocasionar impactos ambientais negativos (Fogel et al., 2013), como a contaminação do lençol freático por nitrato e fósforo lixiviados, bem como a eutrofização em águas superficiais (Oviedo-Rondón, 2008) comprometendo a qualidade da água de consumo humano e animal. Diante disso, o uso de doses adequadas de cama aviária visa minimizar eventuais impactos ao ambiente, além de promover aumento da eficiência agrônômica e econômica da adubação.

Na literatura, há carência de trabalhos que avaliam a adubação orgânica deste resíduo sobre a produção de milho (Bratti, 2013). Assim, objetivou-se, avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de cama aviária, em cobertura, na produtividade de milho e qualidade da silagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental São João, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra, MG, no período de outubro de 2013 a janeiro de 2014. A área se caracteriza por temperatura média anual de 19 °C, precipitação média anual de 1.300 a 1.400 mm concentrada, principalmente, durante o período de outubro a março, com média anual de umidade relativa do ar de 80 a 85 % e apresenta altitude de 719 m.

Na Figura 1 encontram-se os dados climáticos do município de Viçosa, MG, computados durante o período experimental. O município com altitude de 648 m localiza-se a 20 km de Coimbra, MG, onde foi realizada a pesquisa, apresentando, portanto, aspectos climáticos semelhantes.

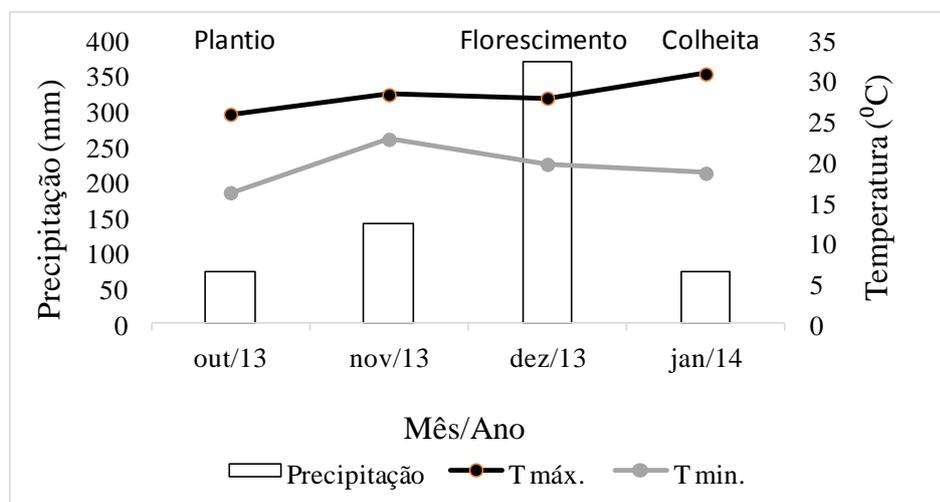


Figura 1. Dados da precipitação pluviométrica (mm) e das temperaturas máxima e mínima (°C) registrados no município de Viçosa, MG, durante o período de condução do experimento.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, fase terraço (Embrapa, 2006), textura muito argilosa (770 g kg<sup>-1</sup> de argila). Na área, por muitos anos, praticou-se o cultivo convencional de milho para produção de grãos no

verão e de feijoeiro no inverno. Sendo assim, cultivou-se milho na safra 2012/2013 e, após a colheita, os restos culturais foram mantidos na superfície do solo.

A análise do solo, apresentada na Tabela 1, revelou as seguintes características químicas na camada de 0-0,20.

Tabela 1. Caracterização química da amostra de solo da área experimental. Coimbra, MG, 2014.

P <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	m	pH
mg/dm <sup>3</sup>		----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----				-----		----- % -----		H <sub>2</sub> O	
21,8	66	1,9	1,0	0,1	4,46	3,07	3,17	7,53	41	3	5,3

Onde: t = CTC efetiva; T = CTC total; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; <sup>1</sup>Extraído com Mehlich 1.

Realizou-se a calagem baseada nos resultados da análise química do solo.

Por ocasião do estabelecimento da cultura, os restos culturais foram incorporados ao solo durante o preparo da área por meio de uma aração e uma gradagem leve.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos que consistiram das doses de adubação (base úmida) 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária curtida e quatro repetições. As doses foram estabelecidas com base nas quantidades de cama aviária utilizadas pela maioria dos produtores rurais. A cama foi confeccionada com palha de café, proveniente de um lote de aves e apresentou os seguintes teores determinados na matéria seca (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química e umidade da cama aviária. Coimbra, MG, 2014.

N	P	K	Ca	Mg	S	CO	C/N	pH	Umidade
----- % -----								H <sub>2</sub> O	%
3,42	1,40	2,72	2,91	0,68	1,01	12,79	3,73	7,08	23,46

N (método do Kjeldahl).

Cada parcela de 20 m<sup>2</sup> foi constituída por seis linhas de plantio espaçadas em 0,80 m e com comprimento de quatro metros. A área útil da parcela foi composta por quatro linhas centrais, excluindo-se 0,50 m nas extremidades.

Em 16/10/2013, a semeadura do milho variedade UFVM-100 Nativo de polinização aberta, ciclo precoce, grão dentado, recomendado para silagem, foi realizada mecanicamente com plantadeira de três linhas, distribuindo seis sementes por metro linear, almejando população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação foi feita após a emergência das plântulas no estágio fenológico V2, duas folhas completamente expandidas (Magalhães e Durães, 2006), a fim de facilitar a aplicação e incorporação das doses de cama aviária ao lado da linha de plantio.

No manejo de plantas espontâneas, foi efetuada capina manual por meio de enxada, no estágio V6 (seis folhas completamente expandidas). Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), aplicou-se óleo de nin (*Azadiracta indica*) diluído em água (100 mL de nin em 20 L de água) com pulverizador costal. Tal produto mostrou-se bastante eficiente no controle da lagarta que se manifestou no início do ciclo da cultura. As plantas foram irrigadas durante a fase vegetativa, quando necessário.

No dia 27/01/2014, dez plantas de milho no estágio grão farináceo foram avaliadas em sequência em uma fileira útil de cada parcela, determinando-se a altura de planta (m), altura de espiga (m), diâmetro de colmo (mm), prolificidade (número de espigas por planta), peso de espiga (g) e proporção de espigas na matéria verde (dividiu-se a produtividade de espigas pela produtividade de matéria verde de plantas, expressa em porcentagem). Calculou-se a produtividade de espigas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), multiplicando a prolificidade obtida pela população de plantas utilizada, sendo este resultado multiplicado pelo peso de espigas em kg. As espigas foram colhidas manualmente.

Em seguida, as plantas de milho foram colhidas para produção de silagem de planta inteira, sendo cortadas a 15 cm do solo, transportadas, trituradas em ensiladeira estacionária e pesadas para determinação da matéria verde de plantas, convertendo-se a massa em produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Após homogeneização do material, sub-amostras de 500 g foram coletadas e pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, até peso constante, e pesadas para a determinação da porcentagem e produtividade de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

O restante do material triturado foi depositado e compactado com o auxílio de bastão de madeira sob densidade média de  $471 \text{ kg/m}^3$ , em silos experimentais, baldes plásticos de 10 litros, vedados com tampas plásticas providas de válvula tipo Bunsen, lacradas com fita adesiva, sendo pesados antes e após a ensilagem. No fundo dos silos, colocou-se 1,5 kg de areia seca revestida em tecido de algodão para drenagem do efluente.

Deste modo, em função dos tratamentos avaliados, foram confeccionados 24 silos, os quais foram abertos após 65 dias de ensilagem para retirada de sub-amostras e avaliação dos teores de matéria seca e proteína bruta, perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca da silagem.

A silagem das extremidades foi descartada e o restante homogeneizado, sendo coletadas sub-amostras de 500 g para pré-secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas, para obtenção do teor de matéria seca. Estas sub-amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Tecido Vegetal para análise do conteúdo de N total (Tedesco et al., 1995), cujo valor foi multiplicado pelo fator de conversão 6,25 para estimativa do teor de proteína bruta (Campos et al., 2004).

As perdas de matéria seca nas silagens, sob as formas de gases e efluente, foram quantificadas por diferença de peso.

As perdas por gases foram estimadas pela equação  $PG (\% MS) = (Pb_{chf} - Pb_{cha}) / (MV_{fo} \times MS_{fo}) \times 1000$ , em que:  $Pb_{chf}$  = Peso do balde cheio no fechamento (kg);  $Pb_{cha}$  = Peso do balde cheio na abertura (kg);  $MV_{fo}$  = Massa verde de forragem no fechamento (kg) e  $MS_{fo}$  = Matéria seca da forragem no fechamento (%), baseadas na diferença de peso da massa de forragem seca (Jobim et al., 2007).

Calcularam-se as perdas por efluente pela equação  $PE (kg/t MV) = (P_{ef} \times 1000) / MV_i$ , em que  $P_{ef}$  = peso do efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura - peso do conjunto vazio antes do enchimento) (kg) e  $MV_i$  = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg). O peso do conjunto corresponde à massa do balde + tampa + areia + tecido (Jobim et al., 2007). Calculou-se a perda por efluente em % da MS, dividindo a produção de efluente em kg/t MV pelo % MS/100, cujo resultado foi dividido pelo volume do silo (L).

A determinação das perdas de matéria seca totais é calculada pela diferença entre o peso bruto de matéria seca (MS) inicial e final dos silos, em relação à quantidade de forragem ensilada (MS) pela equação  $PMST (\% MS) = (MS_i - MS_f) / MS_i \times 100$ , onde:  $MS_i$  = Quantidade de matéria seca inicial. Peso do silo após enchimento - peso do conjunto vazio antes do enchimento x teor de MS da forragem na ensilagem.  $MS_f$  = Quantidade de matéria seca final. Peso do silo cheio antes da abertura - peso do conjunto vazio após a abertura dos silos x teor de MS da forragem na abertura (Schmidt, 2006).

A recuperação de matéria seca da silagem foi estimada pela equação  $RMS (\%) = (MF_{ab} \times MS_{ab}) / (MF_{fe} \times MS_{fe}) \times 100$ , onde:  $MF_{ab}$  = massa de forragem na abertura (kg);  $MS_{ab}$  = teor de MS (%) na abertura;  $MF_{fe}$  = massa de forragem no fechamento (kg) e  $MS_{fe}$  = teor de MS (%) da forragem no fechamento (Jobim et al., 2007).

Para verificar o efeito das doses de adubação sobre as variáveis analisadas, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e regressão por meio do software ASSISTAT versão 7.7 beta (Silva e Azevedo, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características agronômicas avaliadas

Para as características altura de planta e de espiga, diâmetro do colmo, prolificidade, peso de espiga e proporção de espigas na matéria verde de plantas de milho, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

A altura da planta da cultivar utilizada varia de 2,00 a 2,30 m. Verifica-se que a média obtida para esta variável atingiu o valor máximo (Tabela 3) estando concordante com Santos et al. (2010) que apresentaram médias variando de 2,00 a 2,40 m para altura de plantas, trabalhando com seis variedades de milho de silagem, indicadas para a região semiárida brasileira, sob irrigação. Similarmente, Nakano Neto e Mello (2010) encontraram 2,21 m de altura de plantas de milho híbrido para silagem, quando fertilizado com cama aviária no plantio.

Resultados diversos foram constatados por Sbardelotto e Cassol (2009) quando a altura de plantas de milho se mostrou crescente com a elevação dos níveis de cama de aviário. Do ponto de vista de produção de silagem, a maior altura de plantas é desejável, uma vez que está associada à maior produção de biomassa (Menezes et al., 2013). A altura de planta atingida pela cultivar pode inferir que a planta de milho teve nutrição adequada e o ambiente foi favorável.

Tabela 3. Valores médios de altura de planta (AP) e de espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), prolificidade (PROL), peso de espiga (PEE) e proporção de espigas (PRE) na matéria verde de plantas de milho fertilizado com doses de cama aviária. Coimbra, MG, 2014.

Dose de cama aviária (t ha <sup>-1</sup> )	AP <sup>ns</sup> (m)	AE <sup>ns</sup> (m)	DC <sup>ns</sup> (mm)	PROL <sup>ns</sup>	PEE <sup>ns</sup> (g)	PRE <sup>ns</sup> (%)
0 - sem adubo	2,2	1,2	20,8	1,1	226	47
1,5	2,3	1,3	21,1	1,0	208	36
3,0	2,3	1,2	21,0	1,1	238	42
4,5	2,3	1,3	21,2	1,2	211	38
6,0	2,3	1,3	21,3	1,1	208	32
7,5	2,4	1,3	22,7	1,1	234	34
Média geral	2,3	1,3	21,3	1,1	221	38
CV (%)	6,94	10,26	8,06	12,50	12,14	21,70

CV - coeficiente de variação; <sup>ns</sup> - F não significativo a 5%.

A altura da espiga da variedade empregada varia de 1,00 a 1,15 m. Constatou-se média de 1,3 m (Tabela 3), superior a estes valores, e à média 0,9 m, descrita por Santos et al. (2010), trabalhando com sete variedades de milho para produção de silagem e por

Nakano Neto e Mello (2010), para milho híbrido destinado a ensilagem, quando aplicaram e incorporaram cama de aves no plantio.

Pereira et al. (2012) obtiveram resultado coerente verificando que a altura da primeira espiga de milho verde orgânico também não foi influenciada pelas doses (2,0 sem silício; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 com silício t ha<sup>-1</sup>) de composto orgânico enriquecido com silício. No entanto, Daga et al. (2009) verificaram aumento na altura de inserção da espiga de milho em resposta ao aumento das doses (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 t ha<sup>-1</sup>) de cama de frango.

A média do diâmetro do colmo de 21,3 mm (Tabela 3) é próxima à relatada por Carvalho (2013) com 22,00 mm para os híbridos BRS 1F583, BRS 2E530, P3646H, SHX-5550 e XBX70202, avaliando 39 genótipos de milho para produção de silagem. Damasceno et al. (2010) testando diferentes espaçamentos de plantio de milho para silagem, obtiveram diâmetro de 22,62 mm para plantas espaçadas a 0,80 m. Observa-se que a média obtida é adequada ao desenvolvimento do milho, variando de 20-22 mm (Meira et al., 2009).

Semelhantemente, Pereira et al. (2012) não verificaram efeito da aplicação de doses (2,0 sem silício; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 com silício t ha<sup>-1</sup>) de composto orgânico com silício sobre o diâmetro do colmo de milho verde cultivado organicamente. Resultado contrário foi reportado por Daga et al. (2009) pois obtiveram aumento do diâmetro do colmo de milho em resposta ao aumento das doses (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 t ha<sup>-1</sup>) de cama de frango. Plantas com maior diâmetro normalmente apresentam maior resistência a quebras e acamamentos, reduzindo perdas durante a colheita mecanizada (Gomes et al., 2010).

Os resultados apresentados para altura de planta, altura de espiga e diâmetro do colmo de milho devem-se às características de rusticidade, alta tolerância à acidez do solo, eficiência no uso do nitrogênio e boa capacidade produtiva da variedade, além da adequada densidade de semeadura e disponibilidade térmica e hídrica nos meses de outubro a dezembro que favoreceram o crescimento e desenvolvimento das plantas. A maior dose de cama aviária (7,5 t ha<sup>-1</sup>) não diferiu das menores doses em decorrência de que estas, mais os nutrientes presentes no solo, foram suficientes para atender a demanda nutricional da cultura.

Quanto à prolificidade, obteve-se valor médio de 1,1 (Tabela 3), idêntico ao observado para os híbridos de milho TRAKTOR e AS-32S (Pinto et al., 2010) e a variedade BR 106 (Cruz et al., 2007), sendo superior ao índice 1,0, encontrado por Oliveira et al. (2007) para a variedade UFVM-100, a mesma utilizada neste trabalho e

que normalmente apresenta 1,5 a 2,0 espigas planta<sup>-1</sup>. Resultado compatível é relatado por Sbardelotto e Cassol (2009), quando não encontraram diferença estatística para o número de espigas por planta de milho híbrido submetido à adubação orgânica com cama aviária em doses crescentes. Farinelli e Lemos (2010), empregando a ureia como fonte de N em cobertura, também observaram que a prolificidade de milho híbrido não respondeu ao aumento das doses testadas.

Quanto maior a prolificidade, maior será a quantidade de espigas total produzidas. O estande de 60 mil é considerado alto para uma variedade de milho. Os resultados evidenciam a capacidade de produção da variedade em razão da prolificidade (índice de espiga) atingir em média valores acima de 1,0. Na planta de milho, com a população acima do ideal, há ocorrência de plantas sem espiga. Tal efeito não foi detectado no presente trabalho revelando a capacidade adaptativa da cultivar a altas populações. Na finalidade silagem, é de extrema importância para a qualidade nutricional da mesma a participação das espigas, notadamente dependente, também, do estande final de plantas.

O peso médio de espigas foi de 221 g (Tabela 3), maior ao verificado por Cruz et al. (2007), com variação de 86 g (BR 106) a 128 g (AL Piratininga), testando diferentes cultivares de milho, em sistema de produção orgânico. Carvalho (2013) encontrou média de 220,1 g para espiga de milho híbrido AG 7088. Pereira et al. (2012) relataram que as doses de composto orgânico com silício não influenciaram na massa de espigas de milho verde orgânico, com palha e sem palha. Já Gomes et al. (2005) notaram incremento linear do peso médio de espigas de milho, quando as plantas foram submetidas a doses crescentes de composto orgânico.

Nas condições experimentais, foram verificadas precipitações de forma não distribuída, com ocorrência de veranico na fase reprodutiva, entre o florescimento (25/12/2013) e a colheita (27/01/2014) (Figura 1), que propiciou, possivelmente, a redução da translocação de nutrientes por ocasião da fase de enchimento de grãos. A cultivar empregada floresce com 63 dias após a emergência. Conforme Zopollatto et al. (2009) a planta de milho exige precipitação mínima de 350 a 500 mm para desenvolvimento adequado. Cultivares de milho apropriadas para silagem apresentam alta produtividade, com espigas grandes e grãos bem desenvolvidos (Schmidt, 2011), é o caso da cultivar aqui utilizada. A espiga do milho é a parte de maior digestibilidade da planta (Lucas et al., 2009) e o peso de espigas é importante por influir diretamente na qualidade da silagem de milho (Noce et al., 2014).

A variável proporção de espigas na matéria verde (PRE) da planta de milho apresentou média de 38% (Tabela 3) corroborando com as médias verificadas por Lucas

et al. (2009) de 37,66 a 41,55% para a proporção de espigas de milho na MV. Domingues et al. (2013) verificaram 41,23 e 41,51% de espigas na MV para os híbridos BF 9534 e BE 8307, respectivamente, quando avaliou as características agronômicas de 23 híbridos de milho para a produção de silagem, cultivados na segunda safra.

A proporção de espigas verificada deve-se ao menor peso de espigas, que refletiu em menor produtividade de espigas. De modo geral, plantas de milho para silagem devem apresentar alta porcentagem de espigas na MV (Curcelli et al., 2010). Quanto maior a quantidade de espigas na forragem, maior será a presença de grãos, nos quais ocorre elevada concentração de amido e açúcares solúveis, melhorando a qualidade fermentativa e nutricional da silagem (Moraes et al., 2013), além do valor energético, uma vez que a energia da silagem está concentrada nos grãos. A quantidade de grãos pode ser estimada pela proporção de espigas na MV, devendo ser superior a 40% (Miranda et al., 2002) visando garantir altos teores de carboidratos solúveis. Além disso, o aumento da participação de grãos tem efeito diluidor do teor de fibra, mesmo este sendo crescente na parte vegetativa da planta (Moraes et al., 2013). Os grãos têm maior participação na porcentagem de MS da massa ensilada, favorecendo, assim, a melhor fermentação dentro do silo (Araújo, 2011).

Houve incremento linear da produção de matéria verde de plantas com o aumento das doses de cama aviária (Figura 2). A maior produtividade foi de 45.168 kg ha<sup>-1</sup> obtida com a aplicação de 7,5 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária, superando em 41,5 % o tratamento sem adubação. A produtividade média de 38.542 kg ha<sup>-1</sup> encontra-se em concordância com os resultados verificados por Mendes et al. (2008) com variação de 19.458 a 46.250 kg ha<sup>-1</sup> de MV, avaliando 23 híbridos de milho para silagem.

Cruz et al. (2010) constataram que os níveis de esterco aviário afetaram a produção de matéria verde total, sendo que a produção aumentou com a elevação da quantidade de esterco aplicado até o maior nível estudado (12 t ha<sup>-1</sup>). Já Pereira et al. (2012) averiguaram que a produtividade de massa verde total das plantas de milho verde não apresentou diferença significativa quando adubadas com doses de composto orgânico adicionado de silício (2,0 sem silício; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 com silício t ha<sup>-1</sup>), em sistema de produção orgânico.

A produção de matéria verde é a informação agronômica mais importante na avaliação de sistemas de produção de milho para silagem (Noce et al., 2010) e, quanto maior a produtividade, menor será o custo de cada tonelada produzida (Paziani et al., 2009) decorrente da diluição dos custos de implantação da cultura. A maior produtividade encontrada no presente trabalho permite inferir que é possível a obtenção

de produtividade acima de  $30 \text{ t ha}^{-1}$  com utilização de variedade e cama aviária como fertilizante no cultivo de milho com vistas à produção de silagem, em propriedades rurais familiares, com possibilidade de redução de custos de implantação da lavoura.

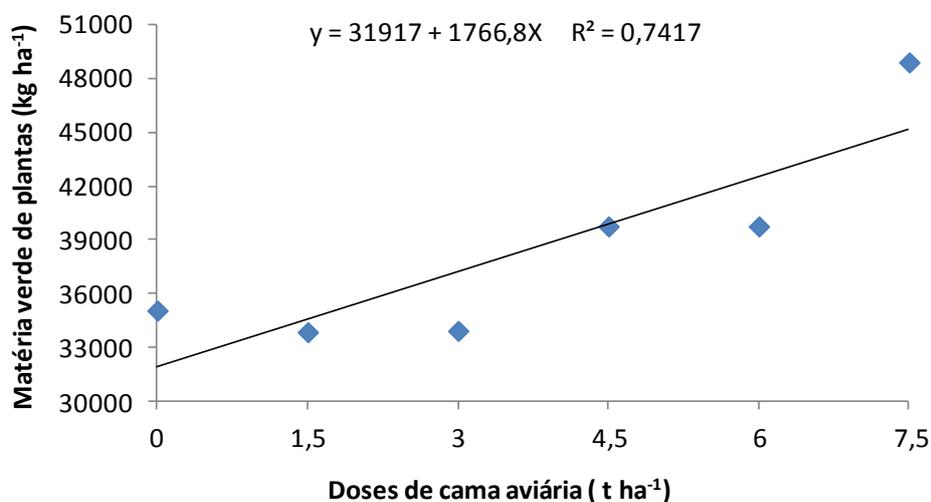


Figura 2. Modelo de regressão ajustado para a matéria verde de plantas de milho em função de doses de cama aviária. Coimbra, MG, 2014.

As doses de cama aviária também promoveram aumento linear da produção de matéria seca de plantas (Figura 3), com maior produtividade de  $14.196 \text{ kg ha}^{-1}$  alcançado com adição de  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$  do adubo, indicando aumento de 28 % em relação à produção do tratamento controle. A produtividade média de  $12.640 \text{ kg ha}^{-1}$  equivale-se aos valores observados por Carvalho (2013), variando entre  $11.380$  e  $22.604 \text{ kg ha}^{-1}$  para produtividade de matéria seca, ao estudar 49 cultivares de milho para silagem.

Corroborando os presentes resultados, Vieira et al. (2014) verificaram que o peso de matéria seca total da variedade de milho foi significativamente afetado pelas doses de composto orgânico adicionadas, ajustando-se a equação linear crescente. Hirzel et al. (2007) observaram que a maior produtividade de matéria seca de plantas de milho para ensilagem foi obtida com aplicação da menor dose ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) de cama de frango. Já neste estudo, a maior produtividade de matéria seca foi alcançada com a dose  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo menor do que a utilizada por estes autores. A produção de matéria seca depende também do teor de matéria seca da planta no momento do corte (Botelho et al., 2010).

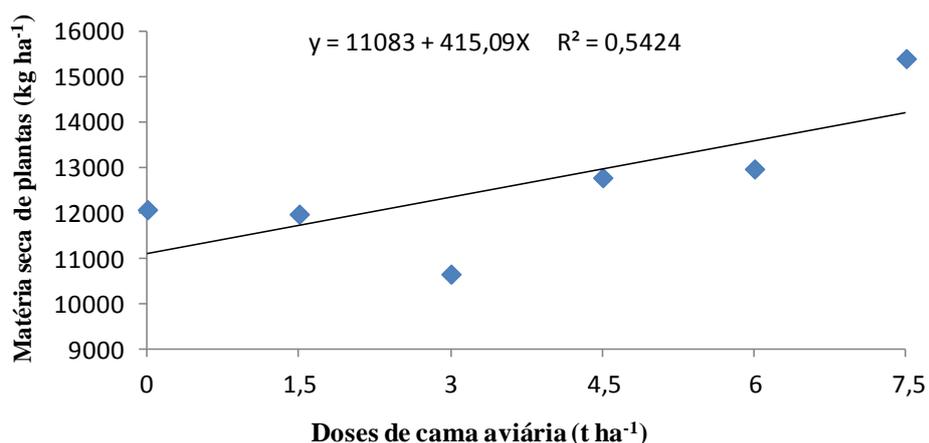


Figura 3. Modelo de regressão ajustado para a matéria seca de plantas de milho em função de doses de cama aviária. Coimbra, MG, 2014.

As produtividades de matéria verde e seca de plantas estão diretamente relacionadas com o preparo do solo, correção, época de plantio, adubação, tratos culturais, cultivar utilizada, entre outros (Araújo, 2011). As produtividades alcançadas neste trabalho decorreram das condições do solo experimental e da adubação orgânica aplicada. A cama aviária forneceu matéria orgânica e nutrientes ao solo. A baixa relação carbono/nitrogênio (3,73) da cama pode favorecer a decomposição e mineralização mais rápidas da matéria orgânica promovidas pela biomassa microbiana, elevando a fertilidade do solo e propiciando ambiente favorável ao crescimento e desenvolvimento das plantas, além da contribuição de outros fatores de produção tais como o manejo de plantas espontâneas, controle da lagarta do cartucho e a irrigação efetuada durante a fase vegetativa da cultura, na ausência de precipitação.

A maior produtividade nos tratamentos nos quais se fez a aplicação de cama aviária está relacionada aos altos valores de N contidos na cama e à liberação contínua dos nutrientes ao solo (Bulegon et al., 2012), que resultou na maior concentração de nutrientes disponíveis à forrageira, que coincidiu com o período de maior demanda nutricional. Mello e Vitti (2002) relataram que a baixa relação C/N da cama de aviário favorece a rápida mineralização do N e sua disponibilização às plantas. A adubação orgânica, além de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, fornece macro e micronutrientes que são importantes para aumentar a produtividade e a qualidade da silagem (Miranda et al., 2002).

### Características qualitativas da silagem

Para as variáveis teor de matéria seca (MS) e proteína bruta, perdas por gases e efluente, perda de MS total e recuperação de MS das silagens não foi detectado efeito estatístico entre os tratamentos (Tabela 4).

A média dos teores de MS nas silagens foi de 32,80% (Tabela 4), o mesmo valor averiguado por Oliveira et al. (2013) para silagem de milho ensilado no estágio R5, e que está de acordo com os registrados por Araújo (2011), que variaram de 28,85 a 34,86% para as silagens dos híbridos de milho avaliados.

As silagens, neste experimento, apresentaram teores adequados de MS (30 a 35% de MS), característicos de silagens de boa qualidade. O conhecimento do teor de MS nas forragens é de grande importância, uma vez que as dietas dos animais são formuladas com base na MS. Os animais requerem quantidades específicas de nutrientes concentrados na MS dos alimentos, para atender suas exigências de manutenção, crescimento, gestação e produção de leite (McDonald et al., 1991). Cesarino (2006) também não verificou diferença nos teores de MS de silagens de milho fertirrigado com doses de dejetos líquidos de suíno fermentado, quando aplicadas em cobertura. Macedo et al. (2012) demonstraram que os teores de MS das silagens de sorgo BR 601 não sofreram efeito da adubação nitrogenada (sulfato de amônio) em cobertura.

Tabela 4. Valores médios dos teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB), perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total (PMST) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens da planta de milho fertilizado com doses de cama aviária. Coimbra, MG, 2014.

Parâmetros	Doses de cama aviária (t ha <sup>-1</sup> )							CV(%)
	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	Média	
MS (%) <sup>ns</sup>	32,40	33,30	31,60	32,50	33,80	33,20	32,80	5,02
PB (%MS) <sup>ns</sup>	6,48	6,55	6,52	6,50	6,53	6,49	6,51	1,15
Gases (%MS) <sup>ns</sup>	0,47	0,39	0,46	0,38	0,39	0,39	0,44	13,98
Efluente (kg/t MV) <sup>ns</sup>	16,81	17,06	18,60	16,32	16,36	16,46	17,14	9,60
Efluente (%MS) <sup>ns</sup>	5,19	5,12	5,89	5,02	4,84	4,96	5,22	11,57
PMST (%MS) <sup>ns</sup>	13,09	9,85	9,62	8,12	8,11	8,52	9,55	6,22
RMS (%) <sup>ns</sup>	86,91	90,15	90,38	91,88	91,89	91,48	90,45	6,34

CV - coeficiente de variação; MS - matéria seca; MV - matéria verde; <sup>ns</sup> - F não significativo a 5%.

Encontrou-se valor médio de 6,51% de proteína bruta nas silagens avaliadas (Tabela 4), próximo ao registrado por Pereira et al. (2007) com 6,52% de proteína para silagens de diferentes híbridos de milho, e por Oliveira et al. (2010) com 6,1% de PB para a silagem de milho comparativamente a de outras forrageiras.

Os valores de PB obtidos podem ser considerados adequados, uma vez que, na silagem de milho, ocorre variação da proteína, normalmente, entre 6 e 9% (Factori, 2008). Porém, a literatura informa que o nível mínimo de PB na forragem é de 7% para que não ocorra diminuição da ingestão voluntária (Zonta e Zonta, 2011). Desta forma, os valores obtidos estão inferiores ao mínimo exigido, como citado por Cesarino (2006), sendo interessante a complementação proteica. É bem provável que a baixa participação de espigas na MV tenha favorecido estes resultados, devido ao menor fornecimento de grãos. Esta característica deve ser avaliada pela importância que tem em relação à lucratividade da produção animal, considerando que a proteína é o ingrediente mais oneroso da dieta dos ruminantes (Berchielli et al., 2011).

É interessante conhecer o teor proteico do alimento para auxiliar na suplementação e formulação de ração de ruminantes (Carvalho, 2013). Resultado similar foi evidenciado por Oliveira et al. (2009) verificando que a adubação nitrogenada (sulfato de amônio) não promoveu incremento do teor de PB de híbridos de sorgo forrageiro. Diferentemente, Silva (2012) observou que a adição de doses de nitrogênio na forma de ureia aumentou linearmente o teor de PB da silagem de milho.

Durante a fermentação no silo, ocorreram pequenas perdas gasosas de 0,44% da MS (Tabela 4), inferior às perdas por gases de 1,25% da MS (Santos et al., 2014) e de 4,5% da MS (Junges, 2010) produzidos em silagens de planta inteira de milho.

As perdas por gases são inevitáveis e difíceis de serem reduzidas, pois ocorrem durante o processo fermentativo da forragem ensilada (Carvalho e Jobim, 2013). As silagens apresentaram perda gasosa considerada baixa, pois conforme Pupo (2002), esta perda pode atingir de 2 a 5% da MS inicial. A pequena produção de gases pode ter sido ocasionada pela menor manifestação de bactérias do gênero *Clostridium*, que atuam sobre o lactato ou açúcares, produzindo ácido butírico e CO<sub>2</sub> (Jobim et al., 2007). Concordando com os resultados detectados, França et al. (2011) constataram que a produção de gás não diferiu entre os híbridos de sorgo forrageiro e doses de N na forma de sulfato de amônio avaliados. Do mesmo modo, Pinho et al. (2014), utilizando-se desta fonte de N, não observaram efeito das doses testadas sobre a emissão de gases das silagens de milho do híbrido avaliado.

Verificou-se produção média de 17,14 kg/t MV ou 5,22% da MS de efluente nas silagens (Tabela 4) superior ao reportado por Rabelo et al. (2012), que quantificaram 13,369 kg/t de MV de efluente produzido em silagens de milho (controle), e por Junges (2010), que encontrou 14,0 kg/t MV. Conforme Silva et al. (2011) a perda de MS por meio do efluente é aumentada em silagens com teor de MS inferior a 30%, fato não demonstrado neste trabalho. As pequenas perdas quantificadas podem ser resultantes dos adequados teores de MS e processo de compactação durante o enchimento dos silos (França et al., 2011), o qual apresentou densidade média de 471 kg/m<sup>3</sup>.

De modo geral, durante o processo de produção de silagem, ocorrem perdas de efluente (Santos et al., 2014), influenciadas, principalmente, pelo teor de MS do material ensilado e por outros fatores como tipo de silo, intensidade de compactação e processamento físico da forragem, afetando a taxa e o volume final (Zamarchi et al., 2014). Quando ocorrem perdas por efluente, há liberação de compostos orgânicos como açúcares, ácidos, proteína e minerais, afetando diretamente a concentração de nutrientes da silagem e, conseqüentemente, sua qualidade (Jobim et al., 2007). Estes componentes estão relacionados ao impacto ambiental que o efluente produzido pode causar, sobretudo, se atingir cursos de água ou lençol freático (Schmidt et al., 2011). França et al. (2011) também não verificaram diferença na geração de efluente da silagem entre híbridos de sorgo forrageiro e doses de N (sulfato de amônio).

A média encontrada para a perda de matéria seca total (PMST) das silagens foi de 9,55% da MS (Tabela 4), acima dos valores 5,8% (Junges, 2010) e 7,95% (Rabelo et al., 2014), observados por estes autores, avaliando as perdas em silagens de milho.

Na presente pesquisa, os respectivos valores médios de MS do material original e da silagem resultante foram de 33,25% e de 32,80%, apresentando-se bastante próximos, o que evidencia pequenas perdas e indica boas condições de conservação (Dias et al., 2010), pois o teor de MS da forragem determina o tipo de fermentação que irá se desenvolver no interior do silo (Oliveira et al., 2009). De acordo com Faria (1986), em condições normais, a perda média é de 10%. A PMST obtida está relacionada às perdas por efluente em relação às baixas perdas gasosas, fato também constatado por Oliveira et al. (2010). Segundo Muck (2010), as menores perdas em silagem de milho podem ser atribuídas ao teor adequado de MS e de carboidratos solúveis, e ao baixo poder tampão, permitindo rápida e adequada fermentação láctica, declínio do pH e conservação da silagem.

Encontrou-se menor recuperação de matéria seca (RMS) das silagens, de 90,45% (Tabela 4), em relação a Reich e Kung Junior (2010), que notaram 94,1% de RMS na

silagem de milho controle comparada às silagens inoculadas, e por Santos et al. (2014), que constataram 97,49% de RMS para a silagem de planta inteira de milho. Pinho et al. (2014) registraram que a RMS das silagens do milho híbrido diminuiu linearmente com o aumento das doses de nitrogênio, apresentando-se menores valores para as maiores doses aplicadas, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio. Por outro lado, não perceberam efeito significativo das doses de nitrogênio estudadas sobre a RMS das silagens da variedade avaliada.

A variável RMS representa a quantidade de silagem produzida em relação à forragem ensilada, ambas consideradas na MS (Siqueira, 2005). A forragem foi colhida no momento propício com teor médio de 33,25 % de MS, pois conforme Deminiciis et al. (2009) a planta de milho para ser ensilada deve apresentar teor de MS entre 30 e 35%. Tal fato, adicionado à boa compactação, influenciaram a RMS. A maior RMS indica que houve inibição de enterobactérias, bactérias heterofermentativas e proteolíticas responsáveis pela elevação das perdas (Muck, 1996). Oliveira et al. (2013) corroboram os nossos resultados, observando que as plantas de milho ensiladas no estágio R5 (32,6% de MS) melhoraram as características fermentativas, reduziram as perdas de matéria seca, proporcionando uma silagem de melhor valor nutritivo.

## **CONCLUSÕES**

As produtividades de matéria verde e seca de plantas de milho respondem linearmente à adubação com cama aviária.

A dose de 7,5 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária aplicada no cultivo do milho destinado à silagem atingiu 45 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 14 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

A adubação orgânica com cama aviária não influenciou a qualidade da silagem produzida e as demais características agrônômicas.

## LITERATURA CITADA

ADAMI, P.F.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; MODOLO, A.J.; ASSMANN, T.S.; FRANCHIN, M.F.; CASSOL, L.C. Grazing intensities and poultry litter fertilization levels on corn and black oat yield. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.3, p.360-368, mar. 2012.

AIRES, A.M. **Biodigestão anaeróbia da cama de frangos de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida**. 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, 2009.

ARAÚJO, F.F.; TIRITAN, C.S.; PEREIRA, H.M.; CAETANO JÚNIOR, O. Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curture e fosforita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.507-511, 2008.

AZEEZ, J.O.; AVERBEKE, W.V.; OKOROGONA, A.O.M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. **Bioresource Technology**, v.101, n.7, p.2499-2505, 2010.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 Ed. Editora Funep: Jaboticabal, 2011, 616p.

BOTELHO, P.R.F.; PIRES, D.A.A.; SALES, E.C.J.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; JAYME, D.G.; REIS, S.T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.9, n.3, p. 287-297, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 8 de 26 de março de 2004**. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. 2004.

BRATTI, F.C. **Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2013.

BULEGON, L.G.; CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, P.S.R.; SOUZA, F.H. Análise econômica na cultura do milho utilizando adubação orgânica em substituição à mineral. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos-SP, v.16, n.2, p.81-91, 2012.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CARVALHO, A.F.G. **Caracterização e relações entre caracteres agrônômicos de milho e bromatológicos da silagem no Sudoeste do Paraná**. 120f. 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco, Pato branco, 2013.

CARVALHO, I.Q. e JOBIM, C.C. Silagem. Como reduzir as perdas? **Inforleite**, v.35, p.44-47, 2013.

CESARINO, R.O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem**. 2006. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS, Alfenas-MG, 2006.

COSTA, A.M.; BORGES, E.N.; SILVA, A.A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E.C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1991-1998, 2009.

COSTA, L.V.C. **Produção de biogás utilizando cama de frango diluída em água e em biofertilizante de dejetos de suínos**. 2012. 75f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mequista Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas - Campus de Botucatu, Botucatu-SP, 2012.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17, p.1842-1860, 2013.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; PEREIRA, F.T.F.; ALVARENGA, R.C.; KONZEN, E.A. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.1186-1189, 2007.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; MOREIRA, J.A.A.; MATRANGOLO, W.J.R. Resposta de Cultivares de Milho à Adubação Orgânica para Consumo Verde, Grãos e Forragem em Sistema Orgânico de Produção. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010, p.2420-2428. CD-Rom.

CURCELLI, F.; BICUDO, S.J.; PINOTTI, E.B.; AGUIAR, E.B.; GRANUZZO, J.T.; PARISE, F.A. Silagem De Espiga: Produtividade E Teor De Mataria Seca Em Diferente Épocas De Colheita. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010, p.2492-2495. CD-Rom.

DAGA, J.; RICHART, A.; NOZAKI, M.H.; ZANETTI, T.A.; ZANETTI, R.D. Desempenho do milho em função da adubação química e orgânica. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco-PR, v.4, n.1, 2009.

DAMASCENO, F.A.; GOMES, R.C.C.; TINÔCO, I.F.F.; SOUZA, F.F. Mudanças climáticas e sua influência na produção avícola. **PUBVET**, Londrina, v.4, n.28, Ed. 133, Art. 901, 2010.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; JARDIM, L.G. et al. Silagem de milho: características agrônômicas e considerações. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.10, n.2, 2009.

DIAS, F.J.; JOBIM, C.C.; SORIANI FILHO, J.L.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; POPPI, E.C.; SANTELLO, G.A. Composição química e perdas totais de matéria seca

na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.1, p.19-26, 2010.

DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CANEPPELE, C.; REIS, R.H.P.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C.M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.35, n.1, p.7-12, 2013.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FACTORI, M. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu-SP, 2008.

FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: PEIXOTO, A.M; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba:FEALQ,1986. P.323-348.

FARINELLI, R. e LEMOS, L.B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.9, n.2, p.135-146, 2010.

FERNANDES, J.D.; CHAVES, L.H.G.; DANTAS, J.P.; SILVA, J.R.P. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p. 358-368, 2009.

FOGEL, G.F.; MARTINKOSKI, L.; MOKOCHINSKI, F.M.; GUILHERMETTI, P.G.C.; MOREIRA, V.S. Efeitos da adubação com dejetos suínos, cama de aves e fosfato natural na recuperação de pastagens degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró-RN, v.8, n.5, p.66-71, (Edição Especial) dezembro, 2013.

FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P.; RODRIGUES, J.A.S.; MIYAGI, E.S.; SILVA, A.G.; PERON, H.J.M.C.; ABREU, J.B.R.; BASTOS, D.C. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-GO, S.l., v.12, n.3, p.383-391, 2011.

GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomia**, Maringá, v.27, n.3, p.521-529, 2005.

HIRZEL, J.; MATUS, I.; NOVOA, F.; WALTER, I. Effect of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) production and nutrient uptake. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.5, n.1, p.102-109, 2007.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

JUNGES, D. **Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2010.

JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; TEIXEIRA, R.A.; Perdas fermentativas de silagens de milho tratadas com uma combinação de microrganismos homo e heteroláticos em diferentes tempos de armazenamento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., Salvador, 2010. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. CD-Rom.

LOURENÇO, K.S.; CORRÊA, J.C.; ERNANI, P.R.; LOPES, L.S.; NICOLOSO, R.S. Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.37, n.2, p.462-471, 2013.

LUCAS, F.T.; SEKITA, A.P.C.; SILVA, F.H.; FERNANDES, L.O. Produção e qualidade de híbridos de milho para silagem. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.6, p.11-52, 2009.

MACEDO, C.H.O.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C.; EDVAN, R.L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.371-382, 2012.

MACHADO, C.T.T.; MACHADO, A.T. Produção de Milho em Sistemas Agroecológicos. In: MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. (Ed.) **Manejo da diversidade genética do milho em sistemas agroecológicos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2009. p.55-94.

MAGALHÃES, P.C. e DURÃES, F.O.M. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MEDEIROS, K.A.A.L.; SILVA, H.; SOFIATTI, V.; MEDEIROS, O.; LUCENA, A.M.A.; FREIRE, M.A.O.; ARRIEL, N.H.C. Efeito residual de compostos orgânicos para o cultivo de mudas de pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p.1345-1350.

MEIRA, F.A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; JOÃO ANDRADE, J.A.C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.2, p.275-284, 2009.

MELLO, S.C. e VITTI, G.C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.452-458, 2002.

MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M.N.; FARIA FILHO, E.M.; SOUZA FILHO, A.X. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre

linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.285-297, 2008.

MENEZES, L.F.G.; RONSANI, R.; PAVINATO, P.S.; BIESEK, R.R.; SILVA, C.E.K.; MARTINELLO, C.; CAPPELLESSO, B.; SILVEIRA, M.F. Produção, valor nutricional e eficiências de recuperação e utilização do nitrogênio de silagens de milho sob diferentes doses de adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.3, p.1353-1362, 2013.

MIRANDA, J.E.C.; RESENDE, H.; VALENTE, J.O. **Plantio de milho para silagem**. Juíz de Fora-MG: Embrapa, dezembro, 2002. 8p. (Comunicado Técnico, 27).

MORAES, S.D.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.; MARQUARDT, F.I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.4, p.624-634, 2013.

MUCK, R.E. Inoculant of silage and its effects on silage quality. In: Informational conference with dairy and forage industries. **Proceedings...** US Dairy Forage Research, p.43-52, 1996.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.39, supl. spe., p.183-191, 2010.

NAKANO NETO, M. e MELO, S.P. Produção de silagens de milho (*Zea mays* L.) com diferentes adubações. **Nucleus**, Ituverava, v.7, n.2, p.155-164, 2010.

NOCE, M.A.; CARVALHO, D. de O.; OLIVEIRA, A.C. de; CHAVES, F.F. Fertilização orgânica do milho para silagem utilizando cama de frango em doses e sistemas de aplicação distintos. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010. p.2530-2535.

NOCE, M.A.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, D.O.; CHAVES, F.F. Fertilização do milho silagem utilizando cama de frango em doses e sistemas de aplicação distintos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.13, n.2, p.232-239, 2014.

NOVAKOWISKI, J.H.; SANDINI, I.E.; FALBO, M.K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J.H. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.4, p.1663-1672, 2013.

OLIVEIRA, L.R.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, I.C.; GALVÃO, J.C.C.; LIMA, J.S.; MENDES, F.F.; FONTANETTI, A.; SOUZA, L.V.; VAZ DE MELO, A. Desempenho e seleção de cultivares de milho em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Altas, v.2, n.1, p.1369-1372, 2007.

OLIVEIRA, R.P.; FRANÇA, A.F.S.; SILVA, A.G.; MIYAGI, E.S.; OLIVEIRA, E.R.; PERÓN, H.J.M.C. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p.1003-1012, 2009.

OLIVEIRA, L.B., PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OLIVEIRA, M.R.; NEUMANN, M.; UENO, R.K.; NERI, J.; MARAFON, F. Avaliação das perdas na ensilagem de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.12, n.3, p. 319-325, 2013.

OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, suplemento especial, p.239-252, 2008.

PAZIANI, S.F. Cultivares de milho para silagem. **Nucleus**, Ituverava, Edição Especial, p.15-27, 2009.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; CÉSAR RECO, P.C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; PINHEIRO, S.M.; VILLARROEL, A.B.S.; CLEMENTINO, R.H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

PEREIRA JÚNIOR, E.B.; HAFLE, O.M.; OLIVEIRA, F.T.; OLIVEIRA, F.H.T.; GOMES, E.M. Produção e qualidade de milho-verde com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró-RN, v.7, n.2, p.277-282, 2012.

PEREIRA, L.B.; KOMURO, L.K.; SANTOS, N.C.B.; SOUZA, L.C.D.; E ALINE OLIVEIRA, E.Z. Aplicação de Adubo em Milho Verde Orgânico Irrigado. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e Inovações na Era dos Transgênicos. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012, p.1488-1493.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; MACEDO, C.H.O.; BEZERRA, H.F.C.; PERAZZO, A.F. Silages of pearl millet submitted to nitrogen fertilization. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.5, p.918-924, 2014.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.

PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras**: formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2002. p.274-303.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; RABELO, F.H.S.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.F.; BARBOSA, L.A.; CARVALHO, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias

ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.656-668, 2012.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.F.; BERNARDES, C.L.; CARVALHO, A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.2, p.368-373, 2014.

REICH, J. e KUNG JUNIOR, L. Effects of combining *Lactobacillus buchneri* 40788 with various lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.159, n.3, p.105-109, 2010.

SANTOS, M.F.; MENDONÇA, M.C.; CARVALHO FILHO, J.L.S.; DANTAS, I.B.; SILVA-MANN, R.; BLANK, A.F. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva cidreira verdadeira (*Melissa officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.4, p.355-359, 2009.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; AZEVEDO, J.A.G.; MORAES, S.A.; COSTA, C.T.F. Características agrônômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.4, p.367-373, 2010.

SANTOS, T.M.; LEFFERS NETO, L.; PORTELA, B.L.; GOBBI, K.F.; GARCEZ NETO, A.F. Losses and dry matter recovery of Pioneiro grass (*Pennisetum purpureum*) and maize silages in mixtures. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.2, n.1, p.140-141, 2014.

SBARDELOTTO, G.A. e CASSOL, L.C. Desempenho da cultura do milho submetida a níveis crescentes de cama de aviário. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco-PR, v.4, n.1, 2009.

SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C.O.; JUNGES, D. Riscos ambientais oriundos de compostos orgânicos voláteis e do efluente produzido por silagens. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2011. p. 251-270.

SILVA, F.A.S. e AZEVEDO, C.A.V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attention. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, E.E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; RESENDE, A.L.S.; OLIVEIRA, F.L.; RIBEIRO, R.L.D. Sucessão entre cultivos orgânicos de milho e couve consorciados com leguminosas em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.57-62, 2011.

SILVA, M.R. **Modelo determinístico para estimação da adubação nitrogenada na cultura do milho para grãos e silagem**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2012.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2005.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim técnico, 5).

UBABEF - União Brasileira de Avicultura. Produção sustentável garante ao Brasil liderança nas exportações. Qualidade, sanidade e sustentabilidade, aliadas a preços competitivos, fazem da avicultura um dos segmentos mais importantes do agronegócio nacional. **Revista Avicultura Brasil**, São Paulo, n.1, p.4-7, 2012.

UBABEF - União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual 2014**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.p>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

VIEIRA, L.V.; SOUZA, H.A.; SOARES, L.S.P.; ZIEGLER, H.R.S. **Doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e do abate de pequenos ruminantes na cultura do milho**. 2014. 26f. Artigo (Bacharel em Biologia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2014.

ZAMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; MARTIN, T.N. Silagem de aveia branca em função da adubação nitrogenada e pré-murchamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.4, p.2185-2196, 2014.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A.P.; MOURAO, 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, MG, v.38, n.3, p.452-461, 2009.

## CAPÍTULO 2

### ESTERCO DE GALINHA POEDEIRA NA PRODUÇÃO DE MILHO E QUALIDADE DA SILAGEM

**RESUMO** - O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de doses de esterco de poedeira, aplicadas em cobertura, na produção de milho e na qualidade da silagem. Foi utilizado o milho variedade UFVM-100 Nativo. O plantio ocorreu em outubro de 2013, em parcelas de 5 metros de comprimento, 4 metros de largura e espaçamento de 0,80 metros entrelinhas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com seis tratamentos (0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00 e 3,75 t ha<sup>-1</sup> de esterco curtido) e quatro repetições. Analisaram-se altura de planta e de espiga, diâmetro do colmo, prolificidade, peso de espiga, proporção de espigas na matéria verde e produtividade de matéria verde e seca de plantas. Após o corte, o material foi ensilado. Após 64 dias de armazenamento, os silos foram abertos para determinação dos teores de matéria seca e de proteína bruta, perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca das silagens. Verificou-se incremento linear da produtividade de matéria verde e seca de plantas de milho em resposta à aplicação do esterco. Para as demais características agrônômicas e as avaliativas da silagem, não se verificou diferença significativa entre os tratamentos. Recomenda-se a aplicação de 3,75 t ha<sup>-1</sup> do esterco de poedeira para alcance de maior produção de matéria verde e seca de plantas de milho para silagem. A adubação orgânica com esterco de poedeira não afetou a qualidade da silagem.

**Palavras-chave:** parâmetros qualitativos; produtividade; resíduo orgânico; Zea mays L.

## **LAYING HEN MANURE IN THE YIELD OF CORN AND QUALITY OF THE SILAGE**

**ABSTRACT** - The experiment aimed to evaluate the influence of laying hen manure in the yield of corn and in quality of the silage. It was used the corn variety UFVM-100 Native. The planting occurred in October 2013, in plots of 5 meters in length, 4 meters width and 0.80 m spacing between plants. The experiment consisted of a randomized block design with six treatments (0.00, 0.75, 1.50, 2.25, 3.00 and 3.75 t ha<sup>-1</sup> of tanned manure) and four replications. It was analyzed the height of plant and ear insertion, stem diameter, prolificacy, the ear weight, the proportion of ears in green matter and the productivity of green and dry matter of plants. After the harvest, the material was ensiled. After 64 days of storage, the silos were opened to determine the dry matter and crude protein, losses by gases and effluent, loss of total dry matter and dry matter recovery of silages. There was a linear increase in productivity of green and dry matter of plants of corn in response to application of manure. For the other agronomic characteristics and the evaluation of the silage there was no significant difference between treatments. It is recommended the application of 3.75 t ha<sup>-1</sup> poultry manure to reach higher production of green and dry matter of plants of corn for silage. The organic fertilization with poultry manure does not affect quality of the silage.

**Keywords:** organic waste, productivity, qualitative parameters; *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, em 2013, atingiu a condição de sétimo produtor mundial de ovos, tendo como maiores estados produtores São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso, Pernambuco, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás (Ubabef, 2014). Concomitantemente ao aumento da produção de ovos houve acréscimo no volume de esterco gerado por criadores de aves poedeiras (Figuerola et al., 2012). A disponibilidade deste esterco acentuou-se após a proibição do seu uso na composição da alimentação bovina em confinamento (Fernandes et al., 2013).

Com base no plantel de aves poedeiras em setembro de 2014 (IBGE, 2014), e considerando-se que cada poedeira gera, em média, 100 g de dejetos  $\text{dia}^{-1}$  na matéria natural (Augusto, 2007), estima-se que, neste período, 399.513 toneladas de esterco foram produzidas no país.

O esterco de galinha poedeira destaca-se em comparação aos outros em conteúdo de nutrientes, em especial, o nitrogênio, pois provém de aves alimentadas com rações concentradas (Kiehl, 1985; Figuerola, 2008). Com isso, as quantidades de minerais, sobretudo, cálcio e fósforo apresentam-se superiores às fornecidas para frangos de corte, revelando esterco mais concentrado em relação à cama aviária (Fukayama, 2008).

O referido esterco é importante fonte de matéria orgânica ao solo (Fernandes et al., 2013) e apresenta baixa relação carbono/nitrogênio (Santos et al., 2010b) que favorece a disponibilização da maior parte dos nutrientes aplicados às plantas, em especial do nitrogênio. Tal aspecto, associado ao baixo preço e à alta oferta do esterco de poedeira, tem motivado o seu uso como fertilizante e, sobretudo, fonte de nitrogênio às plantas. Além disso, na literatura, há carência de relatos sobre a resposta de culturas de grão à adubação com esterco de poedeira, nas condições edafoclimáticas do Brasil (Figuerola et al., 2012), em especial, na cultura do milho, amplamente utilizada para produção de grãos ou silagem.

A aplicação de adubos orgânicos de origem animal, desde que disponíveis, é uma alternativa ao desenvolvimento e crescimento das culturas exploradas pelos produtores rurais, em função dos benefícios destes na melhoria da fertilidade, conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes na propriedade (Santos et al., 2009). O aumento dos teores de macronutrientes Ca, Mg, P, K e N e de micronutrientes, sobretudo, Cu e Zn no solo, tem sido observado em áreas manejadas com uso prolongado de esterco (Figuerola, 2008).

Figuerola et al. (2012) conduziram experimento em Latossolo Vermelho distrófico húmico, em Passo Fundo, RG. Avaliaram o efeito de doses, em base úmida (2,8; 4,2; 5,6 e 11,2 t ha<sup>-1</sup>) de esterco de poedeira comparadas a tratamentos sem esterco (testemunha) mas com ou sem adição de ureia, no suprimento de nitrogênio e no rendimento de grão da cultura de trigo. Concluíram que a aplicação de 2,8 t ha<sup>-1</sup> de esterco foi suficiente para suprir nitrogênio à cultura do trigo, proporcionando produtividade de grão semelhante ao obtido com a aplicação de ureia.

Farhad et al. (2009) investigaram a eficácia de níveis de esterco de aves aplicado no crescimento e produção do milho. Os tratamentos (controle, 4, 6, 8, 10 e 12 t ha<sup>-1</sup> do esterco) foram aplicados e incorporados no solo antes da semeadura do milho híbrido. Determinaram-se número de espigas por planta, altura da planta, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, o peso de 1000 grãos, produção de grãos, rendimento biológico e índice de colheita. Todos os parâmetros estudados foram significativamente afetados pela aplicação dos níveis de esterco de aves, o que não foi verificado para o número de espigas por planta.

Boateng et al. (2006), determinando o efeito da aplicação de esterco de aves sobre o crescimento e rendimento do milho, verificaram que os tratamentos com o esterco, semi-decomposto (C/N=14.60), e aplicado na cova de plantio seis dias antes da semeadura da cultura, produziram valores mais elevados de altura, índice de área foliar e biomassa, comparados à testemunha, recomendando a adição de 4 t ha<sup>-1</sup>. Concluíram que o esterco de aves é um fertilizante valioso e pode servir como alternativa adequada aos fertilizantes químicos.

Os fertilizantes orgânicos devem ser adicionados ao solo de forma a atender os critérios econômicos e conservar a sua fertilidade, mantendo ou elevando a produtividade do solo, sem menosprezar os impactos ambientais negativos que níveis elevados podem ocasionar (Silva et al., 2011). Assim, torna-se uma necessidade à qualidade do ambiente, o descarte do resíduo da produção de ovos de forma correta (Silva et al., 2013), com uso de doses adequadas, que maximizem o potencial fertilizante e reduzam o potencial poluente.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a influência de doses de esterco de poedeira, aplicadas em cobertura, na produção de milho e na qualidade da silagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido de outubro de 2013 a janeiro de 2014, na Estação Experimental de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada em Coimbra, MG, com localização geográfica de 20°49'37"S e 42°45'58"W e 719 m de altitude. A área se caracteriza, climaticamente, por temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1.300 a 1.400 mm concentrada, principalmente, durante outubro a março, com média anual de umidade relativa do ar de 80 a 85%.

A Figura 4 demonstra os dados climáticos registrados no município de Viçosa, MG, durante o período experimental. O município com altitude de 648 m está situado a 20 km de Coimbra, MG, onde a pesquisa foi realizada, apresentando, portanto, aspectos climáticos semelhantes.

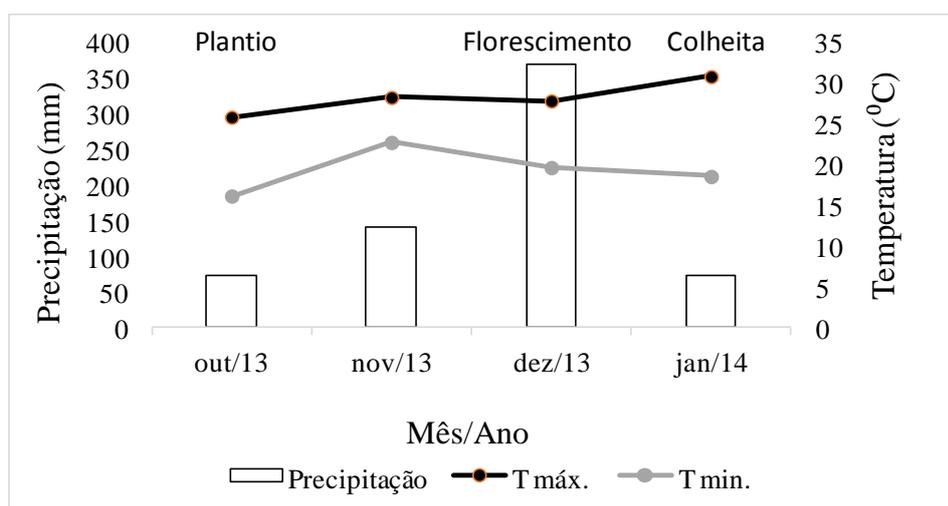


Figura 4. Dados da precipitação pluviométrica (mm) e das temperaturas máxima e mínima (°C) registrados no município de Viçosa, MG, durante o período de condução do experimento.

O solo da área utilizada é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço (Embrapa, 2006), muito argiloso (770 g kg<sup>-1</sup> de argila). Na área experimental, por muito tempo, cultivou-se o milho para produção de grãos no verão e o feijoeiro no inverno, submetidos ao manejo convencional. Assim, realizou-se o cultivo do milho no ano agrícola 2012/2013 e após a colheita, os restos culturais permaneceram na superfície do solo.

A Tabela 5 demonstra os resultados da análise química do solo experimental, na camada de 0-0,20 m.

Tabela 5. Caracterização química da amostra de solo da área experimental. Coimbra, MG, 2014.

P <sup>1</sup>	K <sup>1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	m	pH	
mg/dm <sup>3</sup>		-----			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		-----		-----	%	-----	H <sub>2</sub> O
21,8	66	1,9	1,0	0,1	4,46	3,07	3,17	7,53	41	3	5,3	

Onde: t = CTC efetiva; T = CTC total; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; <sup>1</sup>Extraído com Mehlich 1.

Efetuuou-se a calagem, baseada nos resultados da análise do solo.

Os restos culturais permanecidos na superfície foram incorporados durante o preparo da área, com uma aração seguida de uma gradagem leve, por ocasião da implantação da cultura do milho.

O esterco proveio de galinhas da raça H-line, alimentadas com ração. Após ter permanecido no Aviário da própria Instituição entre 12 e 18 meses, foi retirado para compostagem e apresentou a seguinte composição química na matéria seca (Tabela 6).

Tabela 6. Composição química e teor de umidade do esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.

N	P	K	Ca	Mg	S	CO	C/N	pH	Umidade	
-----								%	H <sub>2</sub> O	%
1,08	2,25	2,32	17,22	0,68	0,87	6,24	5,77	7,38	27,36	

N (método do Kjeldahl).

Conduziu-se o experimento em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram das doses de adubação (base úmida): 0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00 e 3,75 t ha<sup>-1</sup> de esterco de poedeira curtido. O experimento foi implantado em parcelas de 5 m de comprimento, 4 m de largura, sendo constituídas por seis fileiras de plantas, espaçadas por 0,80 m. Cada parcela obteve 9,6 m<sup>2</sup> de área útil.

Efetuuou-se a semeadura do milho com plantadeira mecanizada de três linhas, no dia 16/10/2013, utilizando a variedade UFVM-100 Nativo de polinização aberta, ciclo precoce, grão dentado, recomendada para silagem, depositando seis sementes por metro, visando população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O milho no estágio V2, duas folhas completas (Magalhães e Durães, 2006), foi fertilizado com doses crescentes do esterco, sendo este aplicado e incorporado ao lado da linha de plantio, motivo pelo qual a adubação foi feita após a emergência das plântulas.

O manejo de plantas espontâneas foi feito por meio de capina manual com auxílio de enxada, quando a cultura se encontrava no estágio V6, seis folhas completas. Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), aplicou-se o óleo de nin

(Azadirachta indica) diluído em água (100 mL de nin em 20 L de água) com pulverizador costal. Tal aplicação mostrou-se bastante eficiente no controle da lagarta, que se manifestou no início do ciclo da cultura. A cultura recebeu irrigação na fase vegetativa, quando necessário.

No momento da colheita, em 28/01/2014, no estádio grão farináceo, dez plantas em sequência de uma fileira útil de cada parcela, descartando-se 0,5 m em cada extremidade, foram avaliadas quanto à altura de planta (m), altura de espiga (m), diâmetro de colmo (mm), prolificidade (número de espigas por planta), peso de espiga (g) e proporção de espigas na matéria verde (dividiu-se a produtividade de espigas pela produtividade de matéria verde de plantas) expressa em porcentagem. Calculou-se a produtividade de espigas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), multiplicando a prolificidade obtida pela população de plantas utilizada, sendo este resultado multiplicado pelo peso de espigas em kg. As espigas foram colhidas manualmente.

Em sequência, as plantas de milho foram colhidas para produção de silagem de planta inteira, cortando-as a 15 cm do solo, transportadas, picadas em ensiladeira estacionária e pesadas para determinação da matéria verde de plantas, posteriormente, converteu-se a massa em produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Após homogeneização do material, coletou-se subamostras de 500 g, destinadas à pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C, por 72 horas. Foram pesadas para obtenção do teor de matéria seca da forragem in natura, a ser utilizado na determinação da produtividade de matéria seca de plantas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), multiplicando-se pela massa verde de plantas obtida.

O restante do material picado foi depositado e compactado com o auxílio de soquete de madeira, submetido a densidade média de  $543 \text{ kg/m}^3$ , em silos experimentais, tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, os quais continham no fundo 1,2 kg de areia seca revestida por tecido de algodão para quantificação do efluente. Foram vedados com tampas de PVC, providas de válvula tipo Bunsen, lacrados com fita adesiva, sendo pesados antes e após a ensilagem.

Desta forma, em função dos tratamentos avaliados, foram confeccionados 24 silos, os quais foram abertos após 64 dias de ensilagem para retirada de sub-amostras e avaliação dos teores de matéria seca e de proteína bruta, perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca da silagem.

A silagem da parte superior e inferior foi excluída e o restante homogeneizado. Sub-amostras de 500 g foram coletadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C, até peso constante, para obtenção do teor de matéria seca. Estas sub-amostras foram enviadas a Laboratório de Análise de Tecido Vegetal para análise do teor de

nitrogênio total (Tedesco et al., 1995). A concentração de proteína bruta foi obtida pela multiplicação do teor de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25 (Campos et al., 2004).

As perdas de matéria seca nas silagens, sob as formas de gases e efluente, foram quantificadas por diferença de peso.

As perdas por gases foram estimadas pela equação  $PG (\% MS) = (Pb_{chf} - Pb_{cha}) / (MV_{fo} \times MS_{fo}) \times 1000$ , em que:  $Pb_{chf}$  = Peso do balde cheio no fechamento (kg);  $Pb_{cha}$  = Peso do balde cheio na abertura (kg);  $MV_{fo}$  = Massa verde de forragem no fechamento (kg) e  $MS_{fo}$  = Matéria seca da forragem no fechamento (%), baseadas na diferença de peso da massa de forragem seca (Jobim et al., 2007).

Calcularam-se as perdas por efluente pela equação  $PE (kg/t MV) = (P_{ef} \times 1000) / MV_i$ , em que  $P_{ef}$  = peso do efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura - peso do conjunto vazio antes do enchimento) (kg) e  $MV_i$  = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg). O peso do conjunto corresponde à massa do balde + tampa + areia + tecido (Jobim et al., 2007). Calculou-se a perda por efluente em % da MS, dividindo a produção de efluente em kg/t MV pelo % MS/100, cujo resultado foi dividido pelo volume do silo (L).

A determinação das perdas de matéria seca totais foi calculada pela diferença entre o peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos, em relação à quantidade de forragem ensilada (MS) pela equação  $PMST (\% MS) = (MS_i - MS_f) / MS_i \times 100$ , em que:  $MS_i$  = Quantidade de matéria seca inicial. Peso do silo após enchimento - peso do conjunto vazio antes do enchimento x teor de MS da forragem na ensilagem.  $MS_f$  = Quantidade de matéria seca final. Peso do silo cheio antes da abertura - peso do conjunto vazio após a abertura dos silos x teor de MS da forragem na abertura (Schmidt, 2006).

A recuperação de matéria seca da silagem foi estimada pela equação  $RMS (\%) = (MF_{ab} \times MS_{ab}) / (MF_{fe} \times MS_{fe}) \times 100$ , em que:  $MF_{ab}$  = massa de forragem na abertura (kg);  $MS_{ab}$  = teor de MS (%) na abertura;  $MF_{fe}$  = massa de forragem no fechamento (kg) e  $MS_{fe}$  = teor de MS (%) da forragem no fechamento (Jobim et al., 2007).

Para verificar o efeito dos níveis de adubação sobre as variáveis analisadas, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e regressão por meio do software ASSISTAT versão 7.7 beta (Silva e Azevedo, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características agronômicas avaliadas

As variáveis altura de planta e de espiga, diâmetro do colmo, prolificidade, peso de espiga e proporção de espigas na matéria verde de plantas de milho não apresentaram diferença significativa em função das doses de esterco (Tabela 7).

Registrou-se média de 2,1 m para a altura de plantas (Tabela 7) que se encontra de acordo com a altura da planta desta cultivar, que varia de 2,00 a 2,30 m e se assemelha à detectada por Oliveira et al. (2007), com 2,16 m avaliando a mesma variedade em estudo sob produção orgânica. Carvalho (2013), avaliando 49 genótipos de milho para silagem encontrou 2,33 m de altura para o milho híbrido CD 327 cultivado convencionalmente. Corroborando com os resultados deste trabalho, Vieira et al. (2014) notaram que a altura de planta da variedade de milho BRS Gorutuba também não foi influenciada pelo aumento de doses (3; 6; 9; 12 e 24 t ha<sup>-1</sup>) de composto orgânico. Já Silva et al. (2013) verificaram que a altura das plantas de milho foi favorecida pela adição de doses de cama de poedeira.

Tabela 7. Valores médios de altura de planta (AP) e de espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), prolificidade (PROL), peso de espiga (PEE) e proporção de espigas (PRE) na matéria verde de plantas de milho adubado com doses de esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.

Dose de esterco (t ha <sup>-1</sup> )	AP <sup>ns</sup> (m)	AE <sup>ns</sup> (m)	DC <sup>ns</sup> (mm)	PROL <sup>ns</sup>	PEE <sup>ns</sup> (g)	PRE <sup>ns</sup> (%)
0 - sem adubo	2,1	1,1	20,5	1,0	218	41
0,75	2,1	1,2	21,1	1,0	220	39
1,5	2,1	1,2	19,3	1,0	169	28
2,25	2,1	1,2	20,8	1,0	207	32
3,0	2,2	1,2	20,5	1,0	199	29
3,75	2,3	1,3	21,9	1,0	213	29
Média geral	2,1	1,2	20,7	1,0	204	33
CV (%)	8,28	10,34	8,08	8,14	17,45	19,09

CV - coeficiente de variação; <sup>ns</sup> - F não significativo a 5%.

Para a altura de espigas constatou-se média de 1,2 m (Tabela 7), pouco acima da altura da espiga da variedade utilizada, que varia de 1,00 a 1,15 m. Vieira et al. (2013) encontraram o mesmo valor para a altura de espiga dos híbridos 2B587, 2B433 e Dow 2A106 ao avaliarem as características bromatológicas e agronômicas de 32 genótipos de milho para produção de silagem. Oliveira et al. (2007) encontraram 1,15 m para a altura de inserção de espiga da variedade UFVM-100, estudando cultivares de milho em sistema orgânico de produção. Vieira et al. (2014) perceberam que a adição de doses

crescentes de composto orgânico também não afetou a altura de inserção da espiga de milho variedade. Semelhantemente, Farinelli e Lemos (2010) verificaram que a altura da inserção da primeira espiga de milho híbrido não foi afetada pelas doses crescentes de nitrogênio (ureia) em cobertura.

O diâmetro do colmo de milho apresentou média de 20,7 mm (Tabela 7), similar ao constatado por Carvalho (2013), que foi de 20,5 mm para os híbridos de milho 2B655HX e AIGS 232, enquanto Vieira et al. (2013) verificaram o mesmo valor para o diâmetro do milho híbrido GNZX 0743, ambos manejados convencionalmente. Verifica-se que a média obtida encontra-se dentro da normalidade para o milho, que varia de 20-22 mm (Meira et al., 2009). O diâmetro do colmo é característica de grande importância, pois plantas com maior diâmetro basal são menos propensas a tombamento e quebraimento, facilitando a colheita (Pereira et al., 2012). Carmo et al. (2012) constataram que, em termos de doses (0, 50, 100, 150 kg ha<sup>-1</sup>), independente da fonte nitrogenada (Novatec®, ureia e sulfato de amônio) aplicada em cobertura, verificou-se resposta linear sobre o diâmetro do colmo de milho doce.

Os resultados encontrados para altura de planta e de espiga, e diâmetro do colmo de milho são atribuídos às condições edafoclimáticas favoráveis durante a fase vegetativa da cultura, à adequada população de plantas e às características de rusticidade, elevada tolerância à acidez do solo, eficiência no uso do nitrogênio e boa capacidade produtiva da cultivar utilizada. As parcelas onde se aplicaram as menores doses de esterco produziram semelhantemente às parcelas com maior dose (3,75 t ha<sup>-1</sup>) em função das condições do solo experimental.

A prolificidade média obtida foi 1,0 (Tabela 7). Isto indica que o número de espigas foi igual ao número de plantas. Valor idêntico foi encontrado para o índice de espigas das variedades de milho AL 30 e AL Ipiranga (Cruz et al., 2007) e os híbridos de milho AS-1533, CD-301, AG-122, AGN-3150 e CD-302 destinados a silagem (Pinto et al., 2010). Farhad et al. (2009) também verificaram que o número de espigas por planta não foi afetado significativamente pela aplicação de diferentes níveis de esterco de galinha. Cruz et al. (2010), avaliando o efeito de níveis de esterco aviário sobre a produtividade de grãos de milho verde e forragem, em sistema orgânico de cultivo, também averiguaram que a adubação orgânica não influenciou o índice de espigas.

Em se tratando de variedade de milho, o estande de 60 mil é considerado alto. Os resultados evidenciam a capacidade produtiva da variedade em razão da prolificidade (índice de espiga) atingir em média valores de 1,0. No plantio de milho, com a população acima do ideal, há ocorrência de plantas sem espiga. Este efeito não foi

encontrado na presente pesquisa, demonstrando a capacidade adaptativa da cultivar a altas populações. Na finalidade silagem, a participação das espigas é fundamental para a qualidade nutricional da mesma, sendo especialmente dependente também do estande final de plantas.

Obteve-se peso médio de espiga de milho de 204 g (Tabela 7) próximo ao observado por Cancellier et al. (2011) de 227 g avaliando o potencial forrageiro de 160 genótipos de milho e por Carvalho et al. (2013) com 216 g para a variedade AL Piratinga pertencente ao grupo de genótipos de milho do ano agrícola 2009/2010. Cancellier et al. (2010) também não detectaram efeito significativo para a massa da espiga de milho variedade em relação à aplicação de doses de esterco bovino curtido, no sulco de plantio. Já Santos et al. (2009) verificaram que a adubação com cama de galinha caipira aumentou o peso médio de espigas na cultura do milho.

O menor peso de espigas detectado neste estudo (Tabela 7), o que não é desejável, pode ser atribuído à reduzida translocação de nutrientes para o enchimento de grãos devido ao longo veranico no período reprodutivo entre o florescimento (25/12/2013) e a colheita (28/01/2014), observado na Figura 1. A variedade utilizada floresce com 63 dias após a emergência. De acordo com Araújo (2011), o desempenho animal melhora com o aumento no conteúdo de grãos na forragem, pois estes, além de contribuírem para a elevação da qualidade da silagem, em virtude do melhor valor nutritivo, têm maior participação na porcentagem de matéria seca da massa ensilada, favorecendo, assim, a melhor fermentação dentro do silo.

Detectou-se valor médio de 33% para a proporção de espigas na matéria verde da planta de milho (Tabela 7), próximo ao constatado por Rabelo et al. (2012), com 34,29% de espigas na massa ensilada, quando as plantas de milho atingiram o estágio de maturidade 2/3 da linha de leite, e por Domingues et al. (2013) com 35,92% para o híbrido BE 9701, estudando características agrônômicas de 23 híbridos de milho para silagem, cultivados na segunda safra.

A baixa proporção de espigas obtida deve-se ao menor peso das espigas produzidas, que repercutiu em menor produtividade de espigas. Ressalta-se que, quanto maior a quantidade de espigas na forragem, maior será a presença de grãos. No grão está a maior concentração de amido e açúcares solúveis. Desta forma, é desejável maior proporção de espigas no material a ser ensilado, pois quanto maior a proporção de grãos presentes, melhor será a qualidade fermentativa e nutricional da silagem (Moraes et al., 2013). A matéria prima para ensilagem deve ter em sua composição aproximadamente 40 a 50% de grãos na matéria seca da planta. Quanto maior for esta proporção, melhor

ocorrerá à fermentação no silo, maiores serão o valor energético, a digestibilidade aparente, o consumo e melhor conversão alimentar (Fancelli e Dourado Neto, 2004).

Houve efeito linear das doses de esterco de galinha poedeira sobre a produtividade de matéria verde de plantas (Figura 5). O maior incremento de produtividade foi de 43.212 kg ha<sup>-1</sup> constatado pela adição de 3,75 t ha<sup>-1</sup> do esterco com acréscimo de 36 % em comparação ao tratamento controle. Para esta variável, obteve-se média de 37.490 kg ha<sup>-1</sup>, inferior ao encontrado por Santos et al. (2010) com 40.000 kg ha<sup>-1</sup> para a variedade de milho BRS 4103 recomendada para produção de silagem na região semiárida brasileira sob irrigação.

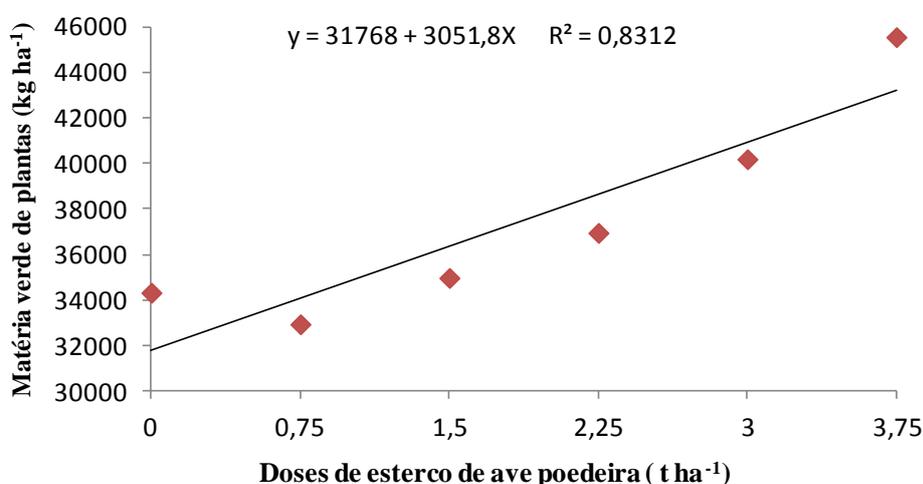


Figura 5. Produtividade de matéria verde de plantas de milho em resposta a aplicação de doses de esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.

De modo semelhante, Silva et al. (2013) notaram que o aumento das doses de esterco de galinha poedeira proporcionou incremento da produtividade de matéria verde da parte aérea do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, obtendo-se os melhores resultados no tratamento 15 t ha<sup>-1</sup>. Cancellier et al. (2010) verificaram que a maior dose (60 t ha<sup>-1</sup>) de esterco bovino curtido, sem adubação nitrogenada em cobertura, proporcionou maior produção de massa verde total de plantas de milho, diferindo-se significativamente dos tratamentos sem esterco e da menor dose (20 t ha<sup>-1</sup>), mas não diferindo das demais doses utilizadas. Brito et al. (2010) constataram que o aumento das doses de nitrogênio promoveu incremento na produtividade do milho até atingir valor máximo, tendendo a decair a partir desse ponto. A produtividade mostrou-se superior para a dose de 200 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>, com relação aos demais tratamentos.

A produtividade de massa verde é uma das primeiras características a se avaliar quando se busca informação sobre determinado cultivar, preocupação anterior aos parâmetros de qualidade da silagem. Além de ser atributo para o dimensionamento de silos (Ferrari Júnior et al., 2005), também contribui com a diluição dos custos de implantação da cultura por elevar a produtividade. Quanto maior a produtividade, menor será o custo de cada tonelada produzida (Paziani et al., 2009). A maior produtividade verificada neste estudo revela o potencial de uso de esterco de poedeira na fertilização da variedade de milho destinado à silagem, com maior expectativa de diluição de custos de implantação da cultura em propriedades familiares.

A produtividade de matéria seca de plantas foi influenciada pelo aumento dos níveis de esterco de poedeira (Figura 6). A dose de 3,75 t ha<sup>-1</sup> do esterco propiciou maior produtividade alcançando 15.285 kg ha<sup>-1</sup>, a qual superou o tratamento sem adubação em 43 %. Para esta variável registrou-se média de 13.131 kg ha<sup>-1</sup>, abaixo da verificada por Santos et al. (2010) com 16.500 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando a variedade de milho BRS 4103.

Similarmente ao presente estudo, Mantovani et al. (2004), avaliando doses de resíduo da indústria processadora de goiabas, associadas ou não à adubação mineral, concluíram que, na ausência da adubação mineral, a matéria seca da parte aérea do milho aumentou linearmente com as doses de resíduo e, na presença, não houve variação significativa. Já Cesarino (2006) percebeu que a produtividade de matéria seca da variedade AL-Bandeirante de milho para ensilagem não foi influenciada pelo aumento das doses de dejetos líquidos de suíno fermentado, aplicadas em cobertura.

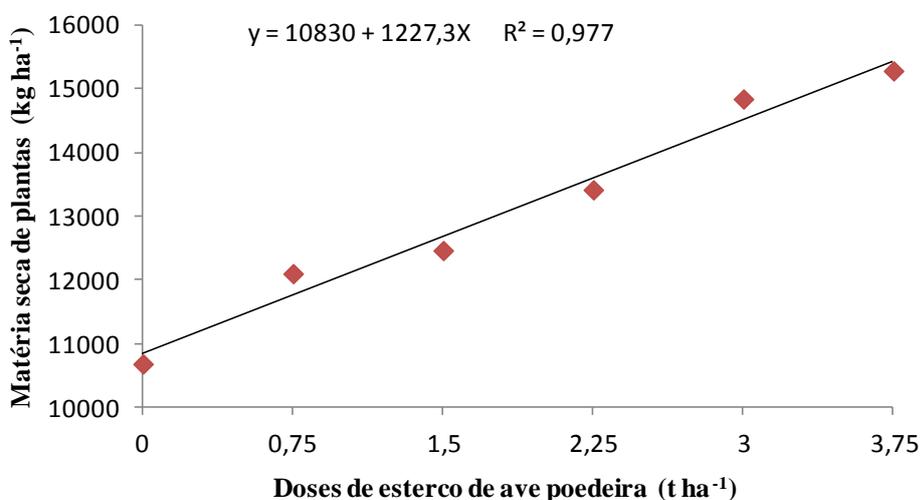


Figura 6. Produtividade de matéria seca de plantas de milho em resposta a aplicação de doses de esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.

As produtividades de matéria verde e seca de plantas, verificadas na presente pesquisa, devem-se às condições do solo experimental e à adição de adubação orgânica. Os resultados podem ser justificados em função de rápida mineralização de nutrientes presentes no esterco em decorrência da baixa relação C/N (5,77), elevando a fertilidade do solo cultivado. Provavelmente ocorreu sincronismo entre a liberação dos nutrientes e a época de maior exigência da variedade empregada, a qual apresenta alta capacidade produtiva. A irrigação realizada durante a fase vegetativa da cultura, quando não havia precipitação, o manejo de plantas espontâneas, o controle da lagarta do cartucho também colaboraram para o alcance destas produtividades.

#### Características qualitativas da silagem

A análise estatística revelou que a adubação com esterco de galinha poedeira não afetou as características teor de matéria seca e proteína bruta, perdas gasosas e por efluente, perda de matéria seca total e recuperação de matéria seca das silagens (Tabela 8).

Determinou-se teor médio de matéria seca das silagens de 30,72% (Tabela 8) similar aos relatados por Oliveira et al. (2010) que obtiveram 29,2% e por Basso (2009) com 32,04% para silagem de milho híbrido. O teor de matéria seca da planta forrageira determina o tipo de fermentação que irá se desenvolver no interior do silo (Scheda et al., 2007). As plantas de milho foram colhidas no estágio adequado à ensilagem, com teor médio de 32,11% de matéria seca, fato que contribuiu para que o teor de matéria seca verificado nas silagens estivesse dentro do padrão de fermentação de boa qualidade.

Segundo Araújo (2011), os grãos têm maior contribuição no percentual de matéria seca da massa ensilada. Além disso, a produção de efluente, conseqüentemente, elevou os teores de matéria seca do material ensilado (França et al., 2011). O conhecimento do teor de matéria seca contida na silagem é importante, pois com base nele se estabelece o cálculo da dieta, já que o consumo de alimento pelos animais é estabelecido em kg de MS/animal/dia (Araújo, 2011). França et al. (2011) avaliando características qualitativas das silagens de quatro híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio na região de Goiânia-GO, verificaram que o conteúdo de matéria seca das silagens dos híbridos 1F 305 e 0369 267 diferiram em função das doses de nitrogênio (sulfato de amônio) aplicadas. Por outro lado, não perceberam diferença no teor de matéria seca das silagens dos demais híbridos avaliados em função da adubação nitrogenada.

Tabela 8. Valores médios dos teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB), perdas por gases e efluente, perda de matéria seca total (PMST) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens da planta de milho fertilizado com doses de esterco de galinha poedeira. Coimbra, MG, 2014.

Parâmetros	Doses de esterco de galinha poedeira (t ha <sup>-1</sup> )							CV(%)
	0	0,75	1,5	2,25	3,0	3,75	Média	
MS (%) <sup>ns</sup>	30,15	30,55	32,55	29,90	30,00	31,20	30,72	7,62
PB (%MS) <sup>ns</sup>	5,17	5,13	5,18	5,05	5,05	5,06	5,11	2,20
Gases (%MS) <sup>ns</sup>	0,39	0,38	0,30	0,35	0,43	0,41	0,37	14,49
Efluente (kg/tMV) <sup>ns</sup>	19,66	20,38	20,32	18,05	17,99	17,66	19,01	15,85
Efluente (%MS) <sup>ns</sup>	6,52	6,67	6,24	6,03	5,99	5,66	6,18	15,75
PMST (%MS) <sup>ns</sup>	8,75	10,01	7,54	8,77	7,61	10,25	8,82	13,70
RMS (%) <sup>ns</sup>	91,25	89,99	92,46	91,23	92,39	89,75	91,18	6,32

CV - coeficiente de variação; MS - matéria seca; MV - matéria verde; <sup>ns</sup> - F não significativo a 5%.

Registrou-se teor médio de 5,11% da MS de proteína bruta (PB) das silagens avaliadas (Tabela 8), inferior ao determinado por Azevêdo et al. (2011) com 6,09% para silagem de milho comparativamente as silagens de diferentes sub-produtos, e por Pereira (2013) com 6,95% para a silagem do milho híbrido 22T10, avaliando a qualidade de silagens de quatro híbridos de milho. Cesarino (2006) também verificou que o teor de PB de silagens de milho variedade AL-Bandeirante não foi afetado quando as plantas foram submetidas a doses crescentes de dejetos líquidos de suíno fermentado, aplicadas em cobertura. Macedo et al. (2012) notaram que o teor de PB das silagens de sorgo não diferiu entre os níveis de adubação nitrogenada (sulfato de amônio) adicionados em cobertura.

O teor de proteína bruta obtido na pesquisa (Tabela 8) está aquém de valores normalmente encontrados para silagem de milho, uma vez que apresenta teores moderados de PB, entre 6 e 9% (Factori, 2008). O baixo teor de PB deve-se ao menor conteúdo de nitrogênio total presente nas sub-amostras (média de 0,817 dag/kg) das silagens de cada parcela. Verificou-se que o esterco utilizado no experimento permaneceu no aviário entre 12 e 18 meses e apresentou 1,08% de nitrogênio, provavelmente em decorrência das perdas deste nutriente por volatilização de amônia.

Outra possível justificativa para a redução da porcentagem de PB pode ser atribuída ao aumento da produção de matéria seca que causa diluição da proteína na

matéria seca (Vilela et al., 2008) e também à baixa participação de espigas na matéria verde (33%), uma vez que os teores foram semelhantes entre os tratamentos. Observa-se que as silagens produzidas não atenderiam satisfatoriamente aos requisitos proteicos mínimos dos ruminantes (7%), conforme verificado por Rabelo et al. (2013), sendo vantajosa a complementação do teor proteico, pois de acordo com Basi et al. (2011) silagens de maior valor nutricional tendem a melhorar o consumo e o desempenho dos animais.

Quantificaram-se baixas perdas por gases na fermentação das silagens (Tabela 8) verificando-se média de 0,37% da MS, inferior em relação ao apresentado por Oliveira et al. (2010) com 2,2% de perdas gasosas para silagem de milho armazenado por 60 dias, e por Basso (2009) com 4,93% para a silagem de milho controle comparada às silagens sob o efeito de doses de *Lactobacillus buchneri*.

Na presente pesquisa, as perdas por gases foram relativamente pequenas em comparação às perdas por efluente, fato também constatado por Oliveira et al. (2010). Segundo Amaral et al. (2007), a formação de gás na silagem é resultante de fermentação secundária exercida por enterobactérias, bactérias *Clostridium* e microrganismos aeróbicos, que normalmente crescem em meios com pH mais elevado. Neste estudo, a redução das perdas por gases deve-se, provavelmente, à redução da ação destes microrganismos produtores de gás que se desenvolvem em silagens mal fermentadas (Edvan et al., 2013), decorrente da transformação das proteínas e carboidratos por microrganismos que geram vários produtos como ácidos orgânicos, etanol, água, ATP e CO<sub>2</sub> (Siqueira, 2005).

Resultados semelhantes ao desta pesquisa foram encontrados por Rigueira et al. (2013), não observando efeito da adubação nitrogenada com sulfato de amônio, em níveis crescentes, sobre a produção de gás das silagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça e de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk avaliadas. Oliveira (2005) também não encontrou diferença na produção de gás das silagens dos quatro híbridos de sorgo forrageiro, avaliados sob doses de nitrogênio (sulfato de amônio) em cobertura.

O valor médio obtido para a produção de efluente das silagens foi de 19,01 kg/t de massa verde ou 6,18% da MS (Tabela 8), abaixo do averiguado por Oliveira et al. (2010) com 20,4 kg/t de MV para a silagem de milho, a qual se destacou pela menor perda de efluente em relação as outras forrageiras avaliadas. Rigueira et al. (2013), estudando as perdas por efluente nas silagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça e de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk fertilizados com níveis crescentes de nitrogênio (sulfato de amônio) perceberam que a adubação nitrogenada aumentou as perdas de

efluente, com maiores valores para a silagem de capim Mombaça adubado com 60 kg de N ha<sup>-1</sup>. Oliveira (2005) verificou aumento da produção de efluentes das silagens de sorgo forrageiro para o híbrido 0369 255 de acordo com a elevação do nitrogênio (sulfato de amônio) aplicado em cobertura, o que não se observou para os demais híbridos testados.

A perda de efluentes é elevada em silagens com teor de MS inferior a 30%, o que não foi verificado no presente estudo (Silva et al., 2011). As pequenas perdas de MS por efluentes, possivelmente, se devem ao adequado processo de ensilagem do material original que é influenciado, sobretudo, pelo teor de matéria seca, processamento físico da forragem, tipo de silo e grau de compactação (França et al., 2011). As silagens produzidas com milho no estágio 1/2 e 2/3 da linha do leite, por sua vez, estiveram dentro da faixa ideal preconizada na literatura, entre 30 a 35% para que ocorra boa fermentação da massa ensilada, garantindo condições para a obtenção de silagens de boa qualidade (Rabelo et al., 2012; Carvalho, 2013). Segundo Araújo (2011), nestes valores de MS, a atividade clostrídica é reduzida ou lenta, permitindo a proliferação de bactérias produtoras de ácido lático e acético.

Quanto à perda de matéria seca total - PMST (Tabela 8), constatou-se média de 8,82%, superior à verificada por Neumann et al. (2007) com 3,5% para as perdas de matéria seca em silagens de milho. Os teores de matéria seca da silagem foram, em média, 1,39% inferiores, quando comparados aos teores da forragem original, o que é normal, considerando-se as perdas ocorridas durante o processo de fermentação, as quais, de acordo com Faria (1986), ocorrem em média de 10%. Assim, em relação ao teor de matéria seca, as perdas foram pequenas, indicando boas condições de conservação (Dias et al., 2010). A PMST está relacionada às perdas por efluente em relação às baixas perdas gasosas, fato também constatado por Oliveira et al. (2010). Segundo Muck (2010), as menores perdas em silagem de milho podem ser atribuídas ao teor adequado de matéria seca e de carboidratos solúveis, e ao baixo poder tampão, permitindo rápida e adequada fermentação láctica, declínio do pH e conservação da silagem.

Encontrou-se média de 91,18% para a recuperação de matéria seca (RMS) das silagens (Tabela 8), abaixo dos valores 96,5% (Miyazaki, 2008) e 99,25% (Basso, 2009) encontrados por estes autores para silagem de milho controle, comparativamente às silagens inoculadas com *Lactobacillus buchneri*. Esta variável está relacionada às perdas, ou seja, maiores perdas geram menores valores de RMS. Os valores relativamente altos de RMS podem estar correlacionados, sobretudo, à baixa perda por

gases comparativamente à perda por efluente. Os teores de matéria seca do material original encontraram-se dentro do limite de 30 a 35%, sugerido por Dias et al. (2010) como ideal para que haja o favorecimento da fermentação láctica adequada visando a manutenção do valor nutritivo da silagem. Este fato, aliado à correta compactação média da forragem, de 543 kg/m<sup>3</sup>, influenciaram na RMS.

## **CONCLUSÕES**

As produtividades de matéria verde e seca de plantas de milho respondem de forma linear a aplicação do esterco de galinha poedeira.

A dose de 3,75 t ha<sup>-1</sup> do esterco, aplicada na cultura do milho para silagem, possibilitou a produtividade de 43 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 15 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

A adubação com o esterco de poedeira não interferiu nas outras características agronômicas e na qualidade da silagem de milho.

## LITERATURA CITADA

ADAMI, P.F.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; MODOLO, A.J.; ASSMANN, T.S.; FRANCHIN, M.F.; CASSOL, L.C. Grazing intensities and poultry litter fertilization levels on corn and black oat yield. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.3, p.360-368, mar. 2012.

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36, n.3, p.532-539, 2007.

ARAÚJO, K.G. **Características produtivas, nutricionais e fermentativas e cinética de trânsito de partículas de silagem de milho**. 2011. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, 2011.

AUGUSTO, K.V.Z. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia**. 2007. 132f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, 2007.

AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; DINIZ, L.L.; FERNANDES, H.J. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas para ruminantes de subprodutos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.1, p.114-123, 2011.

BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, R.K.; SANDINI, I.E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.4, n.3, p.219-234, 2011.

BASSO, F.C. **Estabilidade aeróbia de silagens de planta e de grãos úmidos de milho**. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, 2009.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 Ed. Editora Funep: Jaboticabal, 2011, 616p.

BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry Manure Effect on Growth and Yield of Maize. **West Africa Journal of Applied Ecology (WAJAE)**, v.9, p.1-11, 2006.

BRITO, K.S.; LYRA, G.B.; LYRA, G.B.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; SILVA, M.; ROCHA, A.E.Q.; SILVA, S. Produtividade e Índice de Área Foliar do Milho em Função da Adubação Nitrogenada. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Goiânia, 2010. **Anais...** Goiânia:ABMS, 2010.

CAMPOS, F.P.de; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; ADORIAN, G.C.; RODRIGUES, H.V.M. Influencia da adubação orgânica na linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró-RN, v.5, n.5, p.25-32 (Numero Especial), 2010.

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; DUTRA, D.P.; LEÃO, F.F.; PELUZIO, J.M.; CARVALHO, E.V. Potencial forrageiro de populações de milho no Sul do estado de Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.77-87, 2011.

CARMO, M.S.; CRUZ, S.C.S.; SOUZA, E.J.; CAMPOS, L.F.C.; MACHADO, C.G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays convar. Saccharata var. Rugosa*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, Supplement 1, p.223-231, 2012.

CARVALHO, A.F.G. **Caracterização e relações entre caracteres agrônômicos de milho e bromatológicos da silagem no Sudoeste do Paraná**. 120f. 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco, Pato branco, 2013.

CESARINO, R.O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem**. 2006. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS, Alfenas-MG, 2006.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; PEREIRA, F.T.F.;ALVARENGA, R.C.; KONZEN, E.A. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.1186-1189, 2007.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; MOREIRA, J.A.A.; MATRANGOLO, W.J.R. Resposta de Cultivares de Milho à Adubação Orgânica para Consumo Verde, Grãos e Forragem em Sistema Orgânico de Produção. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010, p.2420-2428. CD-Rom.

DIAS, F.J.; JOBIM, C.C.; SORIANI FILHO, J.L.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; POPPI, E.C.; SANTELLO, G.A. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.1, p.19-26, 2010.

DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CANEPPELE, C.; REIS, R.H.P.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C.M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.35, n.1, p.7-12, 2013.

EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S.S.; COUTINHO, M.J.F.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, G.S.; SILVA, M.S.M.; ALBUQUERQUE, D.R. Perdas e composição bromatológica de silagem de gliricídia contendo diferentes níveis de vagem de algaroba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.2, p.63-68, 2013.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FACTORI, M. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem.** 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu-SP, 2008.

FANCELLI, A.L. e DOURADO NETO, D. **Produção de Milho.** 2 ed. Piracicaba: Os autores, 2004. p.360.

FARHAD, W.; SALEEM, M.F.; CHEEMA, M.A.; HAMMAD, H.M. Effect of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). **Jornal de Animais e Plantas Ciências**, Faisalabad-Pakistan, v.19, n.3, p.122-125, 2009.

FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: PEIXOTO, A.M; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba:FEALQ,1986. P.323-348.

FARINELLI, R. e LEMOS, L.B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.9, n.2, p.135-146, 2010.

FERNANDES, A.L.T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R.T.; SANTINATO, R. Adubação orgânica do cafeeiro, com uso do esterco de galinha, em substituição à adubação mineral. **Coffee Science**, Lavras, v.8, n.4, p.486-499, 2013.

FERRARI JR., E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L.P.; NOGUEIRA, J.R.; ANDRADE, J.B. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.1, p.19-27, 2005.

FIGUEROA, E. A. **Efeito imediato e residual de esterco de ave poedeira em culturas de grãos.** 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS, 2008.

FIGUEROA, E.A.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; WIETHÖLTER, S. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.7, p.714-720, 2012.

FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P.; RODRIGUES, J.A.S.; MIYAGI, E.S.; SILVA, A.G.; PERON, H.J.M.C.; ABREU, J.B.R.; BASTOS, D.C. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-GO, S.l., v.12, n.3, p.383-391, 2011.

FUKAYAMA, E.H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Unesp, Jaboticabal-SP, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Ovos de Galinha - julho-setembro 2014.** Disponível em:< <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

MACEDO, C.H.O.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C.; EDVAN, R.L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.371-382, 2012.

MAGALHÃES, P.C. e DURÃES, F.O.M. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

MANTOVANI, J.R.; CORRÊA, M.C.M.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; NATALE, W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.339-342, 2004.

MEIRA, F.A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; JOÃO ANDRADE, J.A.C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.2, p.275-284, 2009.

MIYAZAKI, M.K. **Uso de aditivo microbiano e de filme plástico no controle da fermentação e da deterioração aeróbia de silagem de milho**. 2008. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, 2008.

MORAES, S.D.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.; MARQUARDT, F.I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.4, p.624-634, 2013.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.39, Supl. especial, p.183-191, 2010.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; OST, P.R.; RESTLE, J.; SANDINI, I.E.; ROMANO, M.A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.847-854, 2007.

OLIVEIRA, R.P. **Caracterização agrônômica, potencial produtivo e composição bromatológica da planta e da silagem de híbridos de sorgo sob doses crescentes de nitrogênio**. 2005. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

OLIVEIRA, L.R.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, I.C.; GALVÃO, J.C.C.; LIMA, J.S.; MENDES, F.F.; FONTANETTI, A.; SOUZA, L.V.; VAZ DE MELO, A. Desempenho e seleção de cultivares de milho em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.1369-1372, 2007.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; CÉSAR RECO, P.C. Características agrônômicas e

bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PEREIRA, L.B.; KOMURO, L.K.; SANTOS, N.C.B.; SOUZA, L.C.D.; E ALINE OLIVEIRA, E.Z. Aplicação de Adubo em Milho Verde Orgânico Irrigado. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e Inovações na Era dos Transgênicos. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012, p.1488-1493.

PEREIRA, B.M. **Avaliação da qualidade da silagem de híbridos de milho (Zea mays L.) cultivados no Distrito Federal**. 28f. 2013. Monografia (Curso Engenharia Agrônoma) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2013.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; RABELO, F.H.S.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.F.; BARBOSA, L.A.; CARVALHO, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.656-668, 2012.

RABÊLO, F.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; AMORIM, F.A. Características agrônomicas e bromatológicas do milho submetido a adubações com potássio na produção de silagem. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza-CE, v.44, n.3, p.635-643, 2013.

RIGUEIRA, J.P.S.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; MANTOVANI, H.C.; AGARUSSI, M.C.N. The chemical composition, fermentation profile, and microbial populations in tropical grass silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.42, n.9, p.612-621, 2013.

SANTOS, J.F.; GRANGEIRO, J.I.T.; OLIVEIRA, M.E.C.; BEZERRA, S.A.; SANTOS, M.C.C.A. Adubação orgânica na cultura do milho no Brejo Paraibano. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p.209-216, 2009.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; AZEVÊDO, J.A.G.; MORAES, S.A.; COSTA, C.T.F. Características agrônomicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.4, p.367-373, 2010.

SANTOS, F.G.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; RODRIGUES, L.B. Qualidade de compostos de esterco de ave poedeira submetido a dois tipos de tratamento de compostagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.10, p.1101-1108, 2010b.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SILVA, F.A.S. e AZEVEDO, C.A.V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, P.R.D.; LANDGRAF, M.D.; REZENDE, M.O.O. Avaliação do potencial agrônomo de vermicomposto produzido a partir de lodo de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v.6, n.4, p.565-571, 2011.

SILVA, A.A.; SIMIONI, G.F.; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Parecis/Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.16; p.923-932, 2013.

SILVA, T.R.; MENEZES, J.F.S.; SIMON, G.A.; ASSIS, R.L. Desenvolvimento inicial do milho em um latossolo vermelho distrófico com aplicação de cama de poedeira. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.6, n.3, p.1-7, 2013.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2005.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim técnico, 5).

UBABEF - União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual 2014**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.p>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

VIEIRA, V.C.; MARTIN, T.N.; MENEZES, L.F.G.; ASSMANN, T.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; PIRAN FILHO, F.A.; SCHIMITZ, T.H. Caracterização bromatológica e agrônômica de genótipos de milho para produção de silagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte-MG, v.65, n.3, p.847-856, 2013.

VIEIRA, L.V.; SOUZA, H.A.; SOARES, L.S.P.; ZIEGLER, H.R.S. **Doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e do abate de pequenos ruminantes na cultura do milho**. 2014. 26f. Artigo (Bacharel em Biologia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2014.

VILELA, H.H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; ANDRADE, G.A.; EVANGELISTA, A.R.; ALMEIDA, G.B.S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, n.7, p.1192-1199, 2008.

## ANEXO



Figura 7. Cultivo da variedade de milho UFV-M100 para silagem de planta inteira.



Figura 8. (A) Areia seca revestida com tecido de algodão ao fundo do silo experimental (balde plástico); (B) Silos acondicionados em ambiente adequado por 65 dias e (C) Momento da desensilagem para coleta de sub-amostras.

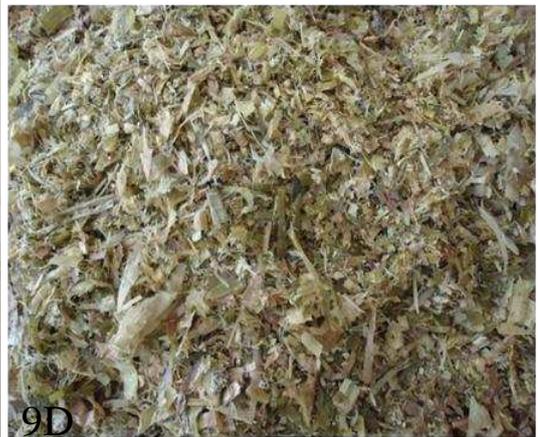


Figura 9. (A) Areia seca colocada ao fundo do tubo de PVC utilizado como silo experimental; (B) Silos devidamente identificados; (C) Silos armazenados em condições apropriadas durante 64 dias e (D) Silagem homogênea para coleta de sub-amostras.