



**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E
QUALIDADE FERMENTATIVA DE
SILAGEM DE SORGO COM INCLUSÃO DE
FEIJÃO-GUANDU**

FRANCISCO JOSÉ CALIXTO JÚNIOR

2016

FRANCISCO JOSÉ CALIXTO JÚNIOR

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E
QUALIDADE FERMENTATIVA DE
SILAGEM DE SORGO COM INCLUSÃO DE
FEIJÃO-GUANDE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador

Prof^a. D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL**

2016

Calixto Júnior, Francisco José

C154i Composição bromatológica e qualidade fermentativa de silagem de sorgo com inclusão de feijão-guandu [manuscrito] / Francisco José Calixto Júnior. – 2016.
43 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2015.

Orientadora: Prof^a. D. Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales.

1. Forragem. 2. Gramínea. 3. Leguminosa. 4. Sorgo Silagem. I. Sales, Eleuza Clarete Junqueira de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.08552

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rosângela e Calixto, e à minha irmã e meu padrinho, Sibeles e Júnior, pelo incentivo e apoio em todas as minhas decisões, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades;

À Unimontes, em especial minha orientadora Prof^a. Eleuza pela simplicidade, paciência e compreensão;

Aos meus pais, minha irmã Sibebe e meu Padrinho Júnior Mala, alicerce de todas as minhas conquistas;

À Fernanda, pelo amor e por sempre vivenciar sonhos e conquistas juntos;

À Diretora Geral do IFNMG – Campus Salinas, Prof^a Araci, pelo incentivo. Aos amigos da CGPP, Susi, Noelba, Osmar e Álvaro, sempre presentes. A bibliotecária Angélica, pela amizade. Aos funcionários das Zootecnia I, II, III e Fazenda Santa Izabel, pela ajuda;

Ao amigo Fabiano e primo Paquinha, pelo apoio no experimento e companheirismo de viagens nesse Brasil;

Ao Programa de Bolsas de Qualificação de Servidores (PBQS), do IFNMG, importante financiador dessa etapa;

Enfim, a todos que contribuíram para conclusão de mais uma etapa acadêmica e profissional;

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Feijão-guandu	3
2.2 Sorgo Forrageiro.....	4
2.3 Consorciamento de silagem.....	5
2.4 Qualidade Nutricional de Silagens utilizando leguminosas.....	6
2.5 pH e Qualidade Fermentativa de silagens consorciadas com leguminosas.	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	38

RESUMO

CALIXTO JÚNIOR, Francisco José. **Composição bromatológica e qualidade fermentativa de silagem de sorgo com inclusão de feijão-guandu**. 2016. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a qualidade fermentativa e a composição bromatológica de silagem de sorgo com inclusão de feijão-guandu. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 níveis de inclusão de feijão-guandu (25, 50, 75 e 100% na base da matéria natural) e o controle (silagem exclusiva de sorgo), cada tratamento com 5 repetições. O material foi acondicionado em silos de PVC com capacidade de 2,6 litros, que foram abertos após 60 dias de fermentação. Após abertura dos silos foram realizadas pesagens para determinação das perdas, através da quantificação da produção de efluente e das perdas por gases. O suco foi extraído com auxílio de uma prensa hidráulica para análises de ácido acético e ácido láctico. Foram coletadas amostras para composição químico-bromatológica. Com a inclusão de feijão-guandu, foram observados aumento linear nos teores de MS, PB, NIDA, fração C de carboidratos totais e pH. Entretanto, houve redução nos teores de MM, CIDN, fração B2 de carboidratos totais, ácido acético, ácido láctico, efluentes e perdas por gases. Para todos os níveis, não foram observadas diferenças entre as variáveis CIDA, NIDN, EE, FDNcp, FDAcp, LIG, NDT, CHOT, frações A + B1 de carboidratos totais e BAL. Menor teor de nitrogênio amoniacal foi observado com a inclusão de 100% de feijão-guandu. Considerando as condições experimentais, a inclusão do feijão-guandu à silagem de sorgo diminui as perdas fermentativas e melhora a composição bromatológica da silagem.

Palavras-chave: conservação de forragens, gramíneas, leguminosas, perfil fermentativo.

¹Comitê de Orientação: Prof^aD.Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientadora) – Prof. D.Sc. Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/Unimontes (Co-orientador)

ABSTRACT

CALIXTO JÚNIOR, Francisco José. **Chemical composition and fermentation quality of silage sorghum include pigeon pea**. 2016. 43p. Dissertation (Master's in Animal Science) –Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

The experiment was conducted to evaluate the fermentative quality and chemical composition of sorghum silage with pigeon pea inclusion. We used a completely randomized design with 4 bean inclusion levels of pigeon pea (25, 50, 75 and 100% natural matter basis) and control (exclusive sorghum silage), each treatment with 5 repetitions. The material was packed in PVC silos with 2.6 liters, which were opened after 60 days of fermentation. After opening the silos were performed weighing to determine the loss by quantification of effluent production and losses gases. The juice was extracted with the aid of a hydraulic press analysis for acetic acid and lactic acid. Samples were collected for microbiological count of lactic acid bacteria and chemical composition. With the inclusion of pigeon pea were observed linear increase in DM, CP, NIDA, C fraction of total carbohydrates and pH. However, there was a reduction in the MM content, CIDN, B2 fraction of total carbohydrates, acetic acid, lactic acid, waste and losses gases. For all levels, no differences were observed between CIDA variables NDIN, EE, NDFap, FDAcp, LIG, TDN, TC, fractions A + B1 of total carbohydrates and BAL. Lower ammonia nitrogen content was observed with the inclusion of 100% of pigeon pea. Considering the experimental conditions, the inclusion of pigeon npea and sorghum silage reduces losses of the fermentation process and improves the chemical composition of the ensiled material, can use up to 100% inclusion.

Keywords: grasssilage, grasses, legumes, profile fermentative.

¹Comitê de Orientação: Profª Ph.D.Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Adviser) – Prof. Ph.D.Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/Unimontes (Co-adviser).

1. INTRODUÇÃO

Devido à estacionalidade do ciclo das pastagens, principalmente no período de estiagem, as forrageiras tropicais não fornecem quantidades de nutrientes suficientes para os índices produtivos dos animais sendo necessárias alternativas que atendam à demanda crescente de volumosos nesse período, como a produção de silagens.

Denomina-se silagem o alimento conservado para utilização na alimentação de animais. São gramíneas ou leguminosas que foram fermentadas em anaerobiose, ou seja, na ausência de oxigênio. Sua função mais importante é a reserva do alimento produzido no verão para ser usado no inverno, quando a disponibilidade de pastagem diminui. Portanto, a silagem é uma fonte alternativa de alimento volumoso para os herbívoros, e o armazenamento do excesso de forragem proveniente da época das águas para utilização no período da seca constitui estratégia de grande impacto na viabilidade da atividade pecuária.

No entanto, com a intensificação dos processos produtivos na pecuária de corte e leite do país, há uma necessidade crescente não só em quantidade, mas também em qualidade de alimentos para os animais. É nesse contexto que a busca por uma silagem de alta qualidade nutricional se faz necessária, gerando alternativas viáveis à manutenção dos sistemas de forrageamento que restrinjam o período de carência alimentar e melhorem os índices zootécnicos.

Segundo Andriguetto *et al.* (2002), é possível ensilar quase todos os tipos de forragem. Entretanto, poucas espécies atendem às exigências de quantidade e qualidade, sendo importante analisar quais delas são mais convenientes do ponto de vista econômico e nutricional. Nesse contexto, o sorgo se apresenta como uma das espécies forrageiras mais utilizadas e com o maior potencial de produção para silagem no norte de Minas Gerais. Segundo Argenta *et al.* (2013) o sorgo é largamente utilizado para a produção de silagem, também, por apresentar maior resistência a doenças e

ao déficit hídrico em relação ao milho, tornando-se uma espécie atrativa na escolha da implantação para a confecção da silagem.

Uma prática ainda pouco explorada é a utilização de leguminosas para a produção de silagem. Tal fato pode ser atribuído à qualidade do alimento produzido, pois silagens exclusivas de leguminosas, muitas vezes, não apresentam qualidade fermentativa devido ao alto poder tampão característico dos alimentos ricos em proteína e baixos teores de carboidratos solúveis em sua constituição, que constituem obstáculos na sua conservação por fermentação, pois a produção de ácidos lácticos é pouco explorada. Porém, a utilização de leguminosas associada às gramíneas, melhora a qualidade da massa ensilada e aumenta o teor de proteína, quando comparada à silagem exclusiva de milho ou de sorgo (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002). Um dos méritos mais comumente atribuídos às leguminosas é o incremento no conteúdo de proteína bruta da forragem, exercendo efeito benéfico, principalmente no aumento do valor protéico quando ensilados juntos (MARCHEZAN *et al.*, 2002).

Nesse contexto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a composição bromatológica e a qualidade fermentativa de silagem mista, utilizando gramíneas e leguminosas. Foi utilizada como modelo experimental a ensilagem de Sorgo com inclusões de feijão-guandu.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Feijão-guandu

O Feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae. Leguminosa arbustiva anual ou semiperene é uma cultura importante para diversos países dos trópicos e subtropicais. Esta leguminosa foi introduzida no Brasil provavelmente pela rota dos escravos, nos navios negreiros procedentes da África, tornando-se largamente distribuída e seminaturalizada na região tropical (SEIFFERT e THIAGO, 1983).

Trata-se de uma leguminosa arbustiva, ereta, podendo atingir 4m de altura dependendo do cultivar, com um sistema radicular forte, uma raiz principal profunda, pivotante que em certas condições podem atingir 2 metros e raízes laterais bem desenvolvidas em uma camada mais superficial do solo a 0,60m, onde é encontrada em maior quantidade (RAMOS, 1994). Trifoliolado, com folíolos lanceolados ou elípticos, de 4 a 10 cm de comprimento, inflorescência em ráceros terminais de até 1,8 cm amarelas ou alaranjadas e vagens indeiscentes de até 8 cm e com cores variando de verde até marrom (SEIFFERT e THIAGO, 1983).

No Brasil, a cultura do guandu foi introduzida, principalmente, devido ao fato de ser resistente à seca e de crescer em solos pobres, apresentando bons resultados como fornecedora de massa verde nos pastos em períodos de chuvas escassas, além de ser planta muito versátil, adaptada às mais diversas condições climáticas do país, sendo utilizada também na rotação de cultura (ALVES e MEDEIROS, 1997).

Segundo o Instituto Agrônomo do Paraná, a variedade de feijão-guandu IAPAR – 43 utilizado nessa pesquisa é uma variedade de ciclo curto, em torno de 180 dias podendo chegar a 140 dias se semeado entre dezembro e janeiro, rústica e de valor nutritivo que lhe valeram o nome de “ARATÁ”, que significa “semente forte” em língua tupi. O formato da planta é do tipo

taça, com concentração de vargens no terço superior da planta. Apresenta altura de 1,0 a 0,5m em condições normais. A produção de grãos tem variado de 1000 a 2000 kg por hectare.

2.2 Sorgo Forrageiro

O sorgo é uma planta que tem origem na África e em parte da Ásia. Embora seja uma cultura muito antiga, seu desenvolvimento se deu, em várias regiões do mundo, somente no final do século XIX. No Brasil, sua expansão se iniciou na década de 70, principalmente no Rio Grande do Sul, em São Paulo, na Bahia e no Paraná. No Estado de Minas Gerais a cultura vem crescendo de forma acentuada nos últimos anos, especialmente nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste Mineiro, como alternativa de plantio de safrinha ou segunda safra.

Na região Norte de Minas segundo Rosa (2012), principalmente em função das baixas precipitações pluviométricas, o sorgo é uma opção de cultivo, devido à sua grande resistência a períodos de estiagem, e tem sido muito utilizado na produção de silagem.

O sorgo forrageiro, objeto dessa pesquisa, se destaca pelos seus diferenciais que são apresentar grande produção de forragem, desde que tecnicamente bem conduzida, alcança produtividades médias de 50 toneladas de massa verde por hectare (VIANA, 2008), maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar um maior volume de solo e por apresentar um sistema radicular abundante e profundo (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008) o que aumenta a eficiência na extração de água da solução de solo (ROSA, 2012). Outra característica positiva é a possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% do seu potencial no primeiro corte quando submetido a manejo adequado (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008).

2.3 Consorciamento de silagem

A baixa disponibilidade e valor nutritivo das pastagens, notadamente no período da seca, são os fatores que mais contribuem para a perda de peso e diminuição de produção de leite e carne dos animais. A conservação de alimentos, principalmente de volumosos, tem sido utilizada como uma técnica que permite a utilização desses alimentos em qualquer época do ano. Nesse contexto, a ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida durante a estação de maior crescimento das plantas forrageiras, garantindo a alimentação adequada na época das secas (PEREIRA *et al.*, 2004).

Embora o sorgo e o milho sejam os alimentos mais utilizados para a produção de silagens, é comprovado que nem sempre apresentam um perfil nutricional de qualidade que atenda as exigências dos animais, podendo ser utilizado como alternativa para melhorar o valor nutritivo do material ensilado, a inclusão de produtos mais protéicos.

Uma prática ainda pouco explorada é a utilização de leguminosas para a produção de silagem. A silagens exclusivas de leguminosas têm má qualidade, em virtude do alto poder tampão e do baixo teor de carboidratos solúveis. Porém, a utilização de leguminosas misturada às gramíneas melhora a qualidade da massa ensilada e aumenta o teor de proteína, quando comparada à silagem só de milho ou de sorgo (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002). No tocante a silagem exclusiva de milho, Pereira *et al.* (2004) afirmam que a mesma apresenta um baixo teor de proteína, o que constitui uma limitação ao seu uso, principalmente para animais de altas exigências nutricionais. Uma alternativa para melhorar o valor nutritivo do material ensilado é a inclusão de produtos mais protéicos.

Sendo assim, Silva *et al.* (2011), avaliando a silagem consorciada de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e feijão-guandu em diferentes proporções, inferiu que as inclusões de até 75% de guandu proporcionam

incremento nos teores de PB e MS da silagem, diminuindo a produção de efluentes e conservando o pH em valores aceitáveis.

Evangelista *et al.* (2005) quando avaliaram os efeitos da inclusão de forragem de leucena (*Leucaenaleucocephala* (Lam.) DeWit) na qualidade da silagem de milho (*Zeamays* L.) concluíram que a inclusão de leucena até o nível de 40% melhora a qualidade das silagens de milho produzidas, principalmente em razão do aumento do teor de proteína bruta e da redução dos teores de fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro que ocorrem nesse volumoso. Segundo os autores a adição da leguminosa elevou o teor de nitrogênio amoniacal da silagem e tendeu a elevar o pH, porém, dentro de limites aceitáveis, indicando boa fermentação.

2.4 Qualidade Nutricional de Silagens utilizando leguminosas

A inclusão de leguminosas forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas de uma determinada região junto às gramíneas pode aumentar o valor nutricional do alimento. Neste sentido, a leguminosa surge como alternativa para assegurar um bom padrão alimentar dos animais, notadamente durante o período seco do ano, e pode ser fornecida na forma de feno, triturada verde para ser consumida no cocho, ou ainda, como aditivo para melhorar o valor nutritivo da silagem quando misturada com outras forrageiras (FAVORETTO *et al.*, 1995).

Assim, Jobim *et al.* (2007) relata que a inclusão de leguminosas é uma opção para aumentar os níveis protéicos e reduzir os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Contudo, grandes inclusões de leguminosas na forragem podem ocasionar mudanças no processo fermentativo da silagem e comprometer a qualidade final do alimento, pela baixa ensilabilidade das leguminosas, que resulta dos baixos teores de carboidratos solúveis em água (CHOs) e MS, associado à alta capacidade tampão (CT) (EVANGELISTA *et al.*, 2005; JOBIM *et al.*, 2007).

A determinação dos teores das frações fibrosas é muito importante na caracterização do valor nutritivo das forragens. Tanto o teor de FDA quanto o FDN são negativamente correlacionados com a digestibilidade e com o seu consumo, respectivamente (VAN SOEST, 1994). A FDN representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta e variável e, quando incluída acima de determinados limites definidos pelo potencial de produção animal, pode limitar tanto o consumo de MS quanto o desempenho (MERTENS, 1997).

Os níveis de FDN variam conforme a espécie vegetal e o estágio vegetativo. Normalmente, os níveis de FDN nas leguminosas são mais baixos do que nas gramíneas. Dentro da mesma espécie vegetal, as plantas mais novas apresentam níveis de FDN mais baixos, o que é facilmente detectado com o maior consumo pelos animais. A FDA relaciona-se com a digestibilidade da silagem, já que contém a maior proporção de lignina, fração de fibra indigestível. Logo, a FDA é um indicador do valor energético da silagem: quanto menor a FDA, maior o valor energético (CRUZ *et al.*, 2005).

Pode-se mensurar a quantidade de carboidratos disponíveis no alimento. Para isso, através de fórmula proposta por Sniffen *et al.* (1992), calcula-se porcentagem de carboidratos totais (CHOT). Logo, Hall (2003) estimou a quantidade de carboidratos não fibrosos (frações A + B1), correspondentes as frações de rápida degradação, pela diferença entre CHOT e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDN_{cp}). Assim, tem-se que FDN_{cp} corresponde aos carboidratos fibrosos (B2). Já a fração C, correspondente a fração de carboidratos indisponível ao animal ou aquela correspondente aos componentes da parede celular que não são digeridos pelo trato gastrintestinal dos animais, é obtida pela determinação da Fibra em Detergente Neutro Indisponível (FDN_i).

Além disso, pressupõe-se que a associação de gramínea com leguminosa pode melhorar a degradação de matéria seca no rúmen e, portanto, aumentar a energia disponível destes alimentos aos animais, pelo

fato de haver incremento significativo na disponibilidade de nitrogênio aos microrganismos, podendo significar redução na suplementação energética (DIAS, 2007).

Evangelista *et al.* (2005), avaliaram os efeitos da adição de níveis crescentes até 40% de inclusão de forragem de leucena na composição bromatológica da silagem de sorgo. Foi observado redução nos teores de MS à medida que se incluiu a leguminosa, passando de 32,06% para silagem exclusiva de sorgo para 28,4% com a inclusão de 40% de leucena. Entretanto, houve aumento dos valores de Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃/NT) e Proteína Bruta (PB), sendo que a silagem exclusiva de sorgo apresentou variação de 0,23% a 2,15% e 4,48% a 10,3%, respectivamente. Logo, concluiu-se que a adição de até 40% de leucena apresentou-se viável, com elevação dos teores de PB além de N-NH₃ e MS considerados adequados.

Santos *et al.* (2004), avaliaram a inclusão de duas linhagens de feijão-guandu (Caqui e g-146) na produção de silagem de milho. Os autores mensuraram as perdas no processo de fermentação e o valor nutritivo de silagem de milho com a inclusão de 30% ou 50% em silos experimentais, ocasionando um aumento nos teores de proteína bruta e redução nos teores de FDN para silagens com 50% de inclusão sem suscitar diferença estatística entre as variedades de feijão-guandu. Os valores de proteína bruta passaram de 10,88% e 10,96% para 14,63% e 15,67%, respectivamente, com a mudança de inclusão de 30% para 50% de feijão-guandu variedades Caqui e g-146, respectivamente. Já os teores de FDN variaram de 56,01% a 52,07% com o aumento de 30% para 50% de feijão-guandu.

Silva *et al.* (2011), avaliaram em experimento as características produtivas e a composição bromatológica do feijão-guandu na consorciação com o sorgo forrageiro em diferentes proporções para a produção de silagem. O teor de MS apresentou média de 25,27%. Já os teores de FDA variaram de 40,59% a 48,06%, apresentando 0,074% de aumento nos teores a cada 1% de incremento de feijão-guandu. O teor de PB aumentou 0,066%

a cada 1% de inclusão de Feijão-guandu, variando de 9,12% a 15,78%. Segundo os autores, as proporções de consorciação com até 75% de guandu foram as que apresentaram os melhores resultados. Estes níveis proporcionam incremento nos teores de PB e MS da silagem, com redução na produção de efluentes e conservando o pH em valores aceitáveis.

2.5 pH e Qualidade Fermentativa de silagens consorciadas com leguminosas

A conservação de forragens na forma de silagem depende diretamente da rápida estabilização do pH e, conseqüentemente, de uma melhor conservação do material ensilado. Para que haja rápida estabilização do pH é necessário que o material tenha quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes no material ensilado. Se a concentração de carboidratos solúveis é adequada, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias ácido lácticas (BAL) em ambiente de anaerobiose, as quais produzem o ácido láctico, que é o desejado (GUIM, 2002).

O estabelecimento de anaerobiose ocorre pela expulsão do ar existente entre as partículas de forragem por meio da compactação e pela subsequente vedação do silo. O rápido estabelecimento dessa condição é desejável porque a presença do ar permite a respiração das células da planta e de microrganismos aeróbicos e anaeróbicos facultativos, que estão presentes na forragem e causam a perda de matéria seca, energia e quantidade de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação de bactérias produtora de ácido láctico (McDONALD *et al.*, 1991).

Assim, a redução do pH relaciona-se diretamente à conservação do material ensilado, por promover a diminuição da atividade proteolítica mediada por enzimas da própria planta e fazer cessar o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, particularmente, bactérias do gênero *Enterobacterium sp.* e *Clostridium sp.* (MUCK e BOLSEN, 1991).

Por sua vez, os clostrídios são considerados os principais microrganismos anaeróbicos que prejudicam a qualidade da silagem, contaminam a forragem na forma de esporos derivados de partículas do solo, iniciando seu crescimento logo que se estabelece condição de anaerobiose no silo. Como as enterobactérias, os clostrídios também são sensíveis a baixos valores de pH, mas são particularmente sensíveis à disponibilidade de água, sendo geralmente inativos em silagens com mais de 28% de MS, enquanto em materiais com cerca de 15% de MS e valores de pH abaixo de 4 podem não inibir totalmente o seu crescimento. Portanto, o valor de pH adequado para promover a eficiente conservação da forragem ensilada depende do conteúdo de umidade da silagem que, por sua vez, está relacionado à umidade ambiente, ao período de incidência de luz solar durante a ensilagem e, principalmente, ao conteúdo de MS da forrageira original (McDONALD *et al.*, 1991).

Para Pereira *et al.* (2009), a acidez é ponto importante no processo de avaliação da qualidade das silagens, tendo em vista que as bactérias butíricas são muito sensíveis ao ambiente ácido. Desse modo, segundo Tayarol Martin (1997), quanto mais rápido ocorrer o abaixamento de pH para valores próximos de 4, maior número de microrganismos deteriorantes serão inibidos e melhor será a qualidade da silagem.

Percebe-se que os microrganismos anaeróbicos (*Enterobacterium sp.*, *Clostridium sp.*, alguns gêneros de *Bacillus sp.* e leveduras) começam seu crescimento depois de alcançada a condição de anaerobiose no silo, e se o pH não abaixar rapidamente o suficiente para inibi-los, esses microrganismos competem por substrato, reduzindo a eficiência das BAL no uso dos carboidratos solúveis disponíveis e na redução do pH (SIQUEIRA *et al.*, 2007).

Neste sentido, McDonald *et al.* (1991), preleciona que vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (lático, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico). Todavia, para a avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais

comumente utilizados são os ácidos láctico, butírico e acético. Os autores determinaram que as perdas de matéria seca e de energia das silagens são maiores quando há presença de fermentação clostridiana, fermentando alanina a ácido propiônico e acético e também convertendo ácido láctico em ácido butírico e de enterobactérias, que fermentam a glicose em ácido acético.

Apesar de todos os ácidos formados na fermentação contribuírem para redução do pH da silagem, o ácido láctico possui fundamental papel nesse processo, por apresentar maior constante de dissociação que os demais (MOISO e HEIKONEN, 1994).

Para Fisher e Burns (1987), o conteúdo de ácido butírico reflete a extensão da atividade clostridiana sobre a forragem ensilada e está relacionado a menores taxas de decréscimo e maiores valores finais de pH nas silagens. O conteúdo desse ácido pode ser considerado um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo, bem como corresponde àquelas silagens que apresentaram perdas acentuadas de matéria seca e energia da forragem original durante a fermentação e, frequentemente, esse conteúdo de ácido butírico é positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da forragem.

O conteúdo de ácido acético, assim como o conteúdo de ácido butírico, também está relacionado a menores taxas de decréscimo e de maiores valores finais de pH nas silagens. Esse conteúdo corresponde, principalmente, à ação prolongada de enterobactérias e bactérias lácticas heterofermentativas, mas, em menor proporção, sendo também produzido por clostrídios. Além de afetar negativamente a queda do pH, as fermentações promovidas por esses microrganismos acarretam maiores perdas de matéria seca e energia do material ensilado. Portanto, silagens bem conservadas devem apresentar reduzido conteúdo de ácido acético, cujo nível também pode ser utilizado como parâmetro para a avaliação da qualidade do processo fermentativo (MUCK e BOLSEN, 1991).

Segundo Griffin (2000), as leguminosas, embora apresentem elevado valor nutritivo, são plantas com algumas características indesejáveis para o adequado processo de fermentação da massa ensilada, como alta umidade no momento da colheita, alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis. Além disso, o alto conteúdo de extrato etéreo pode inibir as bactérias na massa ensilada, afetando o processo de fermentação, resultando em silagem com pH elevado.

Silva *et al.* (2015) avaliaram silagem de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. A silagem de *Leucena* apresentou um pH elevado (5,5) e pode estar relacionado ao alto teor de PB que resulta em maior poder tampão e menor relação da taxa açúcar: proteína. Já a silagem de *Gliricídia* apresentou pH de 4,47, mas com um teor de Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃) de 10,93% do Nitrogênio Total (NT). Segundo Henderson e Heron (1991), teores de N-NH₃/NT superiores a 10% são indicativos de proteólise intensa e fermentações indesejadas no processo de fermentação da silagem.

Obeidet *et al.* (1992) avaliaram o pH de silagem de milho com diversas leguminosas. Na área experimental, cada tratamento consistiu na semeadura em linhas paralelas de milho e diferentes leguminosas, com diferentes quantidades de sementes. Não houve diferença significativa entre os teores de pH das mais diversas silagens sendo a média de 3,89.

Coutinho *et al.* (2015) avaliaram a qualidade da ensilagem de feijão-guandu e *Crotalaria* com a inclusão de diferentes níveis de melaço em pó. Os tratamentos consistiram na inclusão de 2, 4, 6, 8 e 12% de melaço nas silagens. Não houve diferença significativa no pH com a inclusão de melaço na silagem de feijão-guandu e *Crotalaria*. Os autores encontraram valores de pH médios de 4,21 e 3,88 respectivamente.

Com o propósito de estabelecer limites ou faixas de pH e nitrogênio amoniacal Silveira (1975) diz ser de boa silagem aquela que tem pH menor que 4,2 e N-Nh₃ menor ou igual a 12% do NT. Paiva (1976) correlacionou pH com teor de MS de silagem e estipulou que, para este pH, a MS deveria estar entre 25 e 35%. Nogueira (1995) estabeleceu concentrações de ácido

lático encontrados no suco de silagens. Para o autor, silagens boas ou muito boas apresentam concentrações acima de 3 % na MS. Já Borges (1995) propôs limites máximos de concentração de ácido acético e butírico no suco de 2,5 e 0,2%, respectivamente.

De forma semelhante, Tomichet *al.* (2003) propuseram sistema de avaliação de silagens baseado num conjunto de parâmetros que englobam a MS, pH, N-NH₃/NT, Ácido Acético e Ácido Butírico. Com base em pontuações estabelecidas para os achados na composição, são classificadas de ótimas a péssimas.

Para Muck e Bolsen (1991), a redução do pH afeta negativamente a atividade proteolítica das enzimas presentes na própria planta e inibe a atividade microbiana de microrganismos deteriorantes. Henderson (1993) relata que a atividade da água é determinante para que ocorra crescimento bacteriano, ou seja, a disponibilidade de água influencia consideravelmente o desenvolvimento de bactérias e fungos indesejáveis. Logo, quanto maior o teor de MS presente na silagem, menor deverá ser o pH para que haja preservação do material ensilado.

O conteúdo de N-NH₃ na planta antes da ensilagem é geralmente menor que 1% do NT. Entretanto, após o corte e o processo de ensilagem começa a ocorrer atividade proteolítica, tanto pelas próprias enzimas da planta quanto por microrganismos, com produção de N-NH₃ (HERON *et al.*, 1986). Contudo, em silagens bem conservadas, a grande parte de Nitrogênio disponível deve vir de aminoácidos, sendo o N-NH₃ encontrado em níveis baixos (VAN SOEST, 1994).

O conteúdo de ácido butírico pode ser considerado como um dos principais indicadores negativos da qualidade do alimento. Ele reflete a atividade clostridiana na ensilagem e está relacionado a menores decréscimos do pH, maiores perdas de nutrientes, redução da palatabilidade e consumo (FISHER e BURNS, 1987).

Já o conteúdo de ácido acético, embora também represente menores decréscimos de pH e perdas de nutrientes, está relacionado a proliferação de

Enterobacterium sp. e BAL heterofermentativas. Assim como a mensuração de ácido butírico, a produção de ácido acético é mensurada e sua quantidade presente na MS deve ser baixa a fim de representar qualidade do processo (MUCK e BOLSEN, 1991).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Umburanas pertencente ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Salinas, município de Salinas (MG), coordenadas geográficas 16°09'12" S de latitude e 42°18'29" W de longitude, a uma altura de 475 metros. A precipitação média anual no ano de 2015 foi de 423 mm³.

Para gramínea, utilizou-se como modelo o Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), de marca Volumax[®] fornecido pela Sementes Agrocere[®]. Para leguminosa, utilizou-se o Feijão Guandu (*Cajanuscajan* (L). Millsp.), cultivar IAPAR 43, fornecido pela BRSEEDS[®].

O plantio foi feito em duas áreas adjacentes: uma área destinada exclusivamente ao sorgo e outra para o feijão-guandu. Foi realizado através da técnica de plantio direto, utilizando a plantadeira TATU MARCHESAN PHT3 PLUS[®]. A quantidade de sementes utilizadas por metro linear foi de 14 sementes para o sorgo e 18 sementes para o feijão guandu, num espaçamento de 96 cm entre linhas para ambas culturas. As áreas foram irrigadas diariamente até os 100 dias pós- plantio em função da evapotranspiração das culturas, por aspersão convencional/canhão. A quantidade de plantas obtidas no stand final foi de 130 mil plantas de sorgo por hectare e 160 mil plantas de feijão-guandu por hectare, aproximadamente.

A colheita de ambas culturas respeitou a altura de corte de 10 cm em relação ao solo, aos 120 dias pós plantio. Tanto o sorgo quanto o feijão-guandu apresentavam grãos no estágio leitoso para farináceo. O teor de matéria seca foi de 30,65% e 45,83% para o sorgo e o feijão-guandu, respectivamente. O material foi colhido separadamente e processado em ensiladeira de facas acoplada a um trator em partículas de 2 cm de média. Adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 5

tratamentos e 5 repetições. As proporções definidas nos tratamentos, com base no peso de matéria verde, foram:

- silagem exclusiva de sorgo
- 25% de inclusão de feijão-guandu + 75% de sorgo;
- 50% de inclusão de feijão-guandu + 50% de sorgo;
- 75% de inclusão de feijão-guandu + 25% de sorgo;
- silagem exclusiva de feijão-guandu

Cada minissilo tinha capacidade para 2,6 L e a densidade de compactação ficou em torno de $644\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Em cada minissilo, antes de ser completado com o material a ensilar, foi adicionado 400 gramas de areia lavada separados por uma tela de nylon para coletar os efluentes gerados no processo de ensilagem. Cada minissilo possuía, em sua tampa, uma válvula tipo Busen para saída de gás.

Após o enchimento e a compactação do material, os minissilos foram tampados, pesados e lacrados com uma fita adesiva transparente. O material ficou ensilado por 60 dias quando, então, foi aberto para análises. Foram confeccionados 5 minissilos para cada tratamento, ou seja, 25 ao todo.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Itapetinga (UESB Itapetinga), de acordo com metodologias descritas por Detmann *et al.* (2012).

Os carboidratos totais (CHOT) foram estimados, segundo Sniffen *et al.* (1992), por meio da equação:

$$\text{CHOT} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

Os teores de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003):

$$\text{CNFcp} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$$

Em que:

- PB = Proteína bruta
- FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas
- EE = Extrato etéreo
- MM = Matéria mineral

Foi feito o fracionamento de carboidratos em que a fração A + B1 representa os teores de CNFcp; a fração C representa a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi); e fração B2 representa as diferenças entre a fração C e a FDNcp (SNIFFEN *et al.*, 1992).

Para se obter a FDNi, amostras foram incubadas “in situ” por 144 horas segundo metodologia descrita por Cabral *et al.* (2004).

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimado (NDTest) foram expressos de acordo com as equações (DETMANN *et al.*, 2006a; DETMANN *et al.*, 2006b; DETMANN *et al.*, 2006c):

$$\text{NDTest} = \text{CNFad}\% + 2,5. \text{EEad}\% + \text{PBad}\% + \text{FDNdVL}\%$$

Onde:

- Carboidratos não Fibrosos aparentemente digestíveis (CNFad) = $0,9507\text{CNFcp}\% - 5,72$; para vacas em lactação;
- Extato Etéreo aparentemente digestível (EEad) = $0,8596\text{EE}\% - 0,21$; para vacas em lactação;
- Proteína Bruta aparentemente digestível (PBad) = $0,7845\text{PB}\% - 0,97$; para vacas em lactação;

- Fibra em Detergente Neutro digestível para vacas em lactação
(FDNdVL)VL = 0,67. [(FDNcp - Lignina). (1 -
Lignina/FDNcp).0,85].

O suco de silagem foi obtido com ajuda de uma prensa hidráulica, com capacidade de pressão de 15 toneladas, de forma que a silagem fosse acondicionada dentro de cilindro em aço inox, com um sistema que permite a saída do suco, e pressionada por um êmbolo maciço de polietileno.

Para mensuração de ácido láctico, amostras foram congeladas e enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia da Faculdade de Ciências Veterinária e Zootecnia da USP em Pirassununga. Para isso, foi utilizado o espectrofotômetro líquido JENWAY-6405 UV/VIS®, conforme metodologia descrita por Silva (1990).

Para obtenção do perfil de ácidos acético, propiônico, butírico e isobutírico, foram enviadas amostras congeladas para o Laboratório de Nutrição Animal da UNESP em Jaboticabal onde foram analisadas seguindo metodologia proposta por Silva (1990). Foi utilizado Cromatógrafo Gasoso (Marca SHIMADZU, modelo GC-2014) com injetor automático modelo AOC - 20i.

O pH foi mensurado com auxílio de um medidor de pH (K39 - 1014B Prolab). Para isso, 25g de amostras foram coletadas e adicionadas em béquer com 100 mL de água destilada onde foram homogeneizadas. Após 2 horas, procedeu-se 3 leituras do pH e retirou-se a média das leituras, conforme metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002).

A determinação da perda gasosa foi calculada segundo metodologia descrita por Schmidt (2006):

$$G = \frac{[(PCen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pen) * MSab] x}{100 [(PCen - Pen) * MSen]}$$

Onde:

G = Perdas por gases em % da MS;

PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na ensilagem (kg);

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem

(%); PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

As perdas por efluentes seguiram a metodologia de Schmidt (2006):

$$E = \frac{(Pab - Pen) \times 1000}{(MVfe)}$$

Em que:

E = Produção de efluente (kg t-1 de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

Utilizou-se o SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014) para avaliação dos resultados, que foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e posterior análise de regressão. Foram selecionadas as equações de regressão que apresentaram maior coeficiente de determinação (R^2) e com as estimativas dos parâmetros significativos a 5% pelo teste “t”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria seca (MS) das silagens aumentaram de forma linear à medida que se incluiu feijão-guandu (Tabela 1). Para cada 1% de inclusão de feijão-guandu foram observadas elevações de 0,17 pontos percentuais nos teores de MS. Os teores estimados de MS variaram de 26,22% de MS em silagens exclusivas de sorgo a 43,92% naquelas exclusivas de feijão-guandu. Os resultados indicam que a inclusão de feijão-guandu contribuíram para o aumento dos teores de MS.

Tabela 1: Valores médios de matéria seca (% MS) e da composição químico-bromatológica da silagem de sorgo com inclusões de feijão-guandu.

	Níveis de Inclusão de Feijão-guandu (%)					ER	CV
	0	25	50	75	100		
MS(%)	26,22	30,65	35,07	39,50	43,92	1	3,29
MM	7,52	6,68	5,85	5,01	4,18	2	4,87
PB	7,50	8,72	9,94	11,15	12,37	3	4,61
EE	3,72	3,50	3,28	3,06	2,84	$\hat{Y} = \bar{Y}$	21,08
FDN _{cp}	63,81	63,92	64,03	64,14	64,24	$\hat{Y} = \bar{Y}$	3,17
FDA _{cp}	33,63	33,92	34,21	34,50	34,79	$\hat{Y} = \bar{Y}$	8,44
LIG	4,26	6,00	6,22	6,22	6,52	$\hat{Y} = \bar{Y}$	24,05
CIDN	4,69	3,73	2,78	1,83	0,88	4	17,34
NIDN	26,99	26,72	26,46	26,19	25,92	$\hat{Y} = \bar{Y}$	12,03
NDT	69,52	69,09	68,66	68,23	67,81	$\hat{Y} = \bar{Y}$	3,11
CIDA	1,67	1,41	1,15	0,88	0,62	$\hat{Y} = \bar{Y}$	31,04
NIDA	10,51	11,30	12,09	12,87	13,66	5	14,91

MS = Matéria seca

MM = Matéria mineral

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FDN_{cp} = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas

FDA_{cp} = Fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteínas

LIG = Lignina

CIDN = Cinzas indisponível em detergente neutro

NIDN = Nitrogênio indisponível em detergente neutro

NDT = Nutrientes digestíveis totais

CIDA = Cinzas indisponíveis em detergente ácido

NIDA = Nitrogênio indisponível em detergente ácido

CV = Coeficiente de Variação; \hat{Y} = Média Estimada; \bar{Y} = Média Geral

ER = Equação de Regressão; ^a% da MS; ^b% da FDN e FDA; ^c% do Nitrogênio Total

¹ $\hat{Y} = 26,22 + 0,17 * X; R^2 = 0,98$

² $\hat{Y} = 7,52 - 0,03 * X; R^2 = 0,89$

³ $\hat{Y} = 4,69 - 0,03 * X; R^2 = 0,94$

⁴ $\hat{Y} = 7,50 + 0,04 * X; R^2 = 0,98$

⁵ $\hat{Y} = 10,51 + 0,03 * X; R^2 = 0,71$

onde X representa o nível de substituição da silagem de sorgo por feijão-guandu; *significativo em nível de 5% de significância pelo teste "t".

Os teores de MM sofreram redução com a inclusão de feijão-guandu (Tabela 1). De forma linear, cada 1% de inclusão de feijão-guandu representou 0,03 pontos percentuais de redução nos valores de MM. Carellos (2013) constatou que o conteúdo mineral médio da planta original de feijão-guandu IAPAR 43 foi de 5,4%. Já Vieira (2011) ao avaliar a matéria mineral do sorgo obteve 8,55%.

Leguminosas, de uma forma geral, apresentam teores de minerais superiores a gramíneas. Logo, quanto maior o teor de componentes minerais, menores teores de carboidratos solúveis disponíveis para fermentação, além exercer poder tamponante à silagem, oferecendo resistência ao abaixamento de pH (LIMA, 1992). Fato esse não observado no ensaio em que a adição de feijão-guandu representou redução nos teores de MM.

As CIDN constituem a contaminação mineral nos resíduos insolúveis em detergente neutro (Tabela 1). O teor de CIDN foi influenciado pela inclusão de feijão-guandu, com redução estimada de 0,03 pontos percentuais para cada 1% de adição de feijão-guandu. Entretanto, não foi observado diferenças entre as CIDA.

Já a PB aumentou linearmente à medida que se inclui feijão-guandu a silagem de sorgo (Tabela 1). Houve um aumento de 0,04 pontos percentuais de PB a cada 1% de inclusão de feijão-guandu. Fato corroborado com Silva et al. (2011) que, de forma semelhante verificou aumento nos teores de PB com a inclusão da leguminosa.

Contudo, Lima *et al.* (2015) não verificaram diferenças significativas em silagens oriundas de plantio de sorgo forrageiro (cvVolumax) e feijão-guandu anão em proporções iguais, que foi de 4,50%. Tal valor, inferior ao obtido, foi explicado pela pouca quantidade de folhas no momento da colheita devido ao estresse hídrico ambiental sofrido.

Para NIDA houve aumento linear com a inclusão de feijão-guandu em silagem. Entretanto, o mesmo não ocorreu para NIDN onde as médias estimadas foram iguais as médias observadas (Figura 2). Dessa forma, a cada

1% de inclusão de feijão-guandu foi aumentado 0,03 pontos percentuais de NIDA.

O NIDN representa a proteína ligada aos constituintes da parede celular das plantas e que possuem baixa degradação. O calor que envolve o processo de silagem pode, por si só, aumentar os teores de NIDN. Quando há uma exacerbação do aumento da temperatura, podem ocorrer reações do tipo de “Maillard” em que envolve a condensação de açúcares redutores com grupos amino (NH₂) livres dos aminoácidos e posterior polimerização. Havendo a reação completa, a polimerização resulta na indisponibilidade total do nitrogênio (VAN SOEST, 1994).

O NIDA encontrado por Detmann *et al.* (2010), para silagem exclusiva de sorgo, foi de 14,25%, superior àquela encontrada no experimento que foi de 10,51%.

O teor de EE apresentou médias estimadas iguais as médias observadas à medida que se incluiu feijão-guandu (tabela 1). Rigueira (2007) encontrou, em silagens exclusivas de soja, teor de EE em 9%. Já Dettman *et al.* (2010) encontraram teores de EE em feijão-guandu em 5,92 e 3,53%, utilizando apenas a parte aérea ou a planta inteira, respectivamente.

Deve salientar que EE alto, além de prejudicar o processo fermentativo (GRIFFIN, 2000), pode levar a redução de consumo pelo animal. Sendo assim, não se deseja teores de EE acima de 6% da dieta total para ruminantes (MIR *et al.*, 2001).

FDN_{cp}, FDA_{cp}, LIG e NDT apresentaram médias estimadas iguais as médias observadas (tabela 1).

Lima *et al.* (2015) encontraram teores de FDN, FDA e LIG para silagens mistas de sorgo e feijão-guandu em 73,08, 50,41 e 7,95%, respectivamente. Já Silva *et al.* (2011) avaliaram a inclusão de feijão-guandu em silagens de sorgo e encontraram aumento linear de 0,07% nos teores de FDA para cada 1% de inclusão. Neumann *et al.* (2014) estabeleceram que silagens de sorgo com FDN e FDA superiores a 65 e 43% são tidas de má qualidade.

Não houve variação dos teores de NDT à medida que se incluiu feijão-guandu a silagem de sorgo, sendo as médias estimadas iguais as médias observadas (tabela 1), e as médias demonstrando um alimento com bom conteúdo energético.

O conteúdo de CHOT não apresentou variações à medida que se incluiu feijão-guandu a silagem de sorgo (tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de carboidratos totais e suas frações na silagem de sorgo aditivadas de feijão-guandu.

	Níveis de Inclusão de Feijão-guandu (%)					ER	CV
	0	25	50	75	100		
CHOT	81,24	81,08	80,91	80,75	80,59	$\hat{Y} = \bar{Y}$	1,08
A + B1	17,43	17,15	16,88	16,61	16,34	$\hat{Y} = \bar{Y}$	12,65
B2	39,95	38,92	37,89	36,85	35,82	1	5,81
C	23,85	25,00	26,14	27,28	28,42	2	5,71

CHOT = Carboidratos totais

CV = Coeficiente de Variação; \hat{Y} = Média Estimada; \bar{Y} = Média Geral

ER = Equação de Regressão; ^a% da MS; ^b% de CHOT

¹ $\hat{Y} = 29,95 - 0,04 * X$; $R^2 = 0,66$

² $\hat{Y} = 23,85 + 0,04 * X$; $R^2 = 0,86$

onde X representa o nível de substituição da silagem de sorgo por feijão-guandu; * significativo em nível de 5% de significância pelo teste "t".

Para as frações A + B1 não apresentou variações à medida que se incluiu feijão-guandu à silagem de sorgo. Entretanto, as frações B2 e C apresentaram efeito linear, sendo redução de 0,04 pontos percentuais e aumento de 0,04 pontos percentuais para cada 1% de inclusão de feijão-guandu, respectivamente.

Assim, Viana *et al.* (2012) encontraram teores da fração A + B1 para silagens de sorgo forrageiro e silagens de milho de 32,2 e 25,4%, respectivamente. Já a fração B dessas mesmas silagens apresentaram teores de 44,8 e 42%, respectivamente. A fração C apresentou teores de 29,8 e 25,8%, respectivamente.

Alimentos com elevada fração A + B1 são considerados boas fontes energéticas para aumento no conteúdo dos microrganismos ruminais (CARVALHO *et al.*, 2007) e o sincronismo entre a taxa de digestão das proteínas e dos carboidratos, podendo ter importante efeito sobre os produtos finais da fermentação e sobre a produção animal (NOCEK e RUSSELL, 1988). Além disso, o maior teor de CNF, representado pelas frações A + B1, teoricamente aumentaria o conteúdo de NDT, uma vez que estes carboidratos apresentam quase completa disponibilidade nutricional em ruminantes (MERTENS, 1996; CABRAL *et al.*, 2003). Contudo, a fração B2, principal componente das silagens de forrageiras tropicais, por apresentar lenta taxa de degradação, juntamente com a fração (indigestível) normalmente afeta o consumo animal pelo fator enchimento, reduzindo o desempenho dos animais (MERTENS, 1987).

O ácido acético é um dos ácidos orgânicos utilizados na qualificação de silagens (tabela 3).

Houve efeito linear à medida que se incluiu feijão-guandu às silagens de sorgo (tabela 3).

Tabela 3: Valores médios de parâmetros qualitativos para silagens.

	Níveis de Inclusão de Feijão-guandu (%)					ER	CV
	0	25	50	75	100		
Ácido Acético	1,30	0,99	0,67	0,36	0,05	1	30,82
Ácido Lático	7,24	6,12	5,45	5,24	5,48	2	18,60
pH	2,84	2,86	2,96	3,13	3,39	3	1,74
PG (%MS)	15,37	12,76	10,14	7,53	4,91	4	26,41
PE(kg.t.MV ¹)	8,56	5,43	3,51	2,79	3,27	5	80,40
NH3-N/NT	17,31	14,43	11,55	8,68	5,80	6	11,38

PG = Perda por gases

PE = Produção de efluentes

NH3-N/NT = Nitrogênio amoniacal por nitrogênio total

CV = Coeficiente de Variação; \hat{Y} = Média Estimada; \bar{Y} = Média Geral

ER = Equação de Regressão; ^a% da MS; ^bUFCg⁻¹ de material

¹ $\hat{Y} = 1,30 - 0,012 * X$; R2 = 0,98

² $\hat{Y} = 7,24 - 0,05 * X + 0,0003 * X^2$; R2 = 0,72

³ $\hat{Y} = 2,77 + 0,005 * X$; R2 = 0,87

⁴ $\hat{Y} = 15,37 - 0,10 * X$; R2 = 0,90

⁵ $\hat{Y} = 8,56 - 0,14 * X + 0,0009 * X^2$; R2 = 0,63

⁶ $\hat{Y} = 17,31 - 0,11 * X$; R2 = 0,90

onde X representa o nível de substituição da silagem de sorgo por feijão-guandu; * significativo em nível de 5% de significância pelo teste "t".

O ácido, embora contribua para redução do pH, representa uma queda com menos intensidade e está relacionado com a proliferação de bactérias ácido lácticas (BAL) heterofermentativas, bactérias do gênero *Enterobacteriumspe*, em menor escala, por *Clostridium sp.* (MUCK e BOLSEN, 1991). A produção deste ácido ocorre a partir da fermentação de frutose (BAL), glicose (*Enterobacteriumsp*) e alanina (*Clostridium sp.*) e implica em perdas de MS e energia da silagem (McDONALD et al., 1991).

Neiva et al. (1998) verificaram que silagens de milho apresentaram teores de ácido acético de 0,75 a 1,55%. Tomichet *al.* (2003) propõe valores de ácido acético para qualificar a silagem e estabelece como limite teor de 4%, sendo desejável teor inferior a 2%.

Entretanto, teores altos de ácido láctico são desejáveis. Moiso e Heikonen (1994) atribuem ao ácido láctico maior constante de dissociação e, por conseguinte, maior força de acidez. Teores acima de 3% indicam uma

boa fermentação da massa ensilada e está diretamente relacionado à conservação nutricional (NOGUEIRA, 1995). A silagem de sorgo com inclusões de feijão-guandu teve teores de ácido láctico reduzidos à medida que se incorporou feijão-guandu (tabela 3). Enquanto em silagens exclusivas de sorgo a média estimada foi de 7,24%, na silagem com inclusão de 100% de guandu apresentou média estimada em 5,48%.

O pH das silagens aumentaram com a inclusão de feijão-guandu. Para cada 1% de inclusão, houve aumento de 0,05 pontos percentuais.

Valores mais altos de pH em silagens de leguminosas podem estar associadas, entre outros fatores, ao teor de PB. Entretanto, devido a população de BAL e teores de ácido láctico encontrados nas silagens, foi encontrado pH baixo mostrando eficiência na conservação do material ensilado.

Houve perdas por gases e efluentes. As maiores perdas foram registradas em silagens exclusivas de sorgo. Tal fato pode estar associado aos maiores teores de umidade da forragem. As perdas por gases estão intimamente relacionadas a fermentações indesejáveis, como a fermentação acética. Essas perdas podem ser atribuídas à incidência de fermentações indesejáveis, causada por microrganismos produtores de gás (bactérias hetero-fermentativas), que apresentam crescimento associado ao excesso de umidade do material ensilado (IGARASSI, 2002). A cada 1% de inclusão de feijão-guandu houve redução nas perdas por gases de 0,10 pontos percentuais. Já as perdas por efluentes variaram de 8,56 a 3,57 kg por tonelada de matéria verde. Silva *et al.* (2011) encontraram perdas por efluentes na ordem de 67,02 kg por tonelada de matéria verde para silagens exclusivas de sorgo e redução desses valores até, aproximadamente, 8,52 com a inclusão de 75% da leguminosa.

Houve redução linear nos teores de Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃) com a inclusão de feijão-guandu (tabela 3). Para cada 1% de inclusão reduziu-se 0,11%. Undersander *et al.* (2007) demonstrou que a quantidade de água disponível na silagem contribui para fermentações indesejáveis e pode

estar associado ao crescimento de bactérias que produzam amônia a partir do nitrogênio disponível. Já Farias *et al.* (2007), determinou que a concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens deve ser inferior a 15% do nitrogênio total da silagem, indicando que o processo fermentativo não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia. Tomichet *al.* (2003) indicam que silagens com teores N-NH₃ inferiores a 10% do Nitrogênio Total (NT) se enquadram na pontuação máxima da proposta para qualificação da fermentação de silagens.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de feijão-guandu melhora a composição bromatológica e a qualidade fermentativa da silagem de sorgo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. J.; MEDEIROS, G. B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: FAVORETTO, V. (Eds.). In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 251-272.

ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal**. v. 1. São Paulo: Nobel, 2002.

ARGENTA, F. M. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhos alimentados com silagem de capim papuã (*Urochloa plantaginea*) x silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Acadêmica: Ciência Agrária e Ambiental**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 243-253, 2013.

BORGES, A. L. C. C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação**. 1995. 104 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

CABRAL, L. S. *et al.* Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 5, p. 1250-1258, 2003.

CABRAL, L. S. *et al.* Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-Tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p. 1573-1580, 2004.

CARELLOS, D. C. **Avaliação de cultivares de feijão-gandu (Cajanuscajan (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco em São João Evangelista-MG**. 2013. 135 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 2013.

CARVALHO, G. G. P. *et al.* Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurcheado ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 1000-1005, 2007.

COUTINHO, J. J. O. *et al.* Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência et Práxis**, Passos, v. 8, n. 15, p. 53-27, 2015.

CRUZ, G. A. D. R. *et al.* Comparação entre a digestibilidade proteica *in vitro* e *in vivo* de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) armazenados por 30 dias. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 265-271, jul./set. 2005.

DETMANN, E. *et al.* Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 1469-1478, 2006a.

DETMANN, E. *et al.* Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos a partir do conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 1479-1486, 2006c.

DETMANN, E. *et al.* Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos a partir dos teores dietéticos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 2101-2109, 2006b.

DETMANN, E. *et al.* Estimação por aproximação química dos teores de proteína indegradável insolúvel em detergente neutro em forragens tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 742-746, 2010.

DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema, 2012.

DIAS, F. J. **Valor nutritivo de silagem de gramínea de inverno com ou sem leguminosa e da planta de soja**. 2007. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual de Maringá, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sorgo forrageiro produção de silagem de alta qualidade**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/folders/Fol_06.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2016.

EVANGELISTA, A. R. *et al.* Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaenaleucocephala* (LAM.) DEWIT). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, abr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542005000200022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jun. 2016.

FARIAS, D. J. G. *et al.* Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 2, p. 301-308, 2007.

FAVORETTO, V. *et al.* Produção e qualidade de forragem aproveitável de cultivares de guandu durante o período seco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 7, p. 1009-1015, 1995.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v38n2/a01v38n2.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

FISHER, D. S.; BURNS, J. C. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 2, p. 242-248, 1987.

GRIFFIN, T. **Soy bean silage as an alternative silage**. 2000. Disponível em: <http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean_silage.htm>. Acesso em: 20 dez. 2015.

GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3., 2002. **Anais...Areia: UFPB**, 2002. 1 CD-ROM.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

HERON, S. J. E.; EDWARDS, R. A.; PHILLIPS, P. The effect of pH on the activity of ryegrass (*Lolium multiflorum*) proteases. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 46, n. 3, p. 267-277, 1986.

IGARASSI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. CvTanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do inoculante bacteriano**. 2002. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-12082002-151258/pt-br.php>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Guandu anão: IAPAR 43 Aratã**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/guandu/guandu43.html>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, p. 101-119, 2007. Suplemento Especial.

LIMA, G. C. *et al.* Qualidade bromatológica de silagem de sorgo em consórcio com forrageiras e guandu-anão em sistema de integração lavoura pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA ZOOTEC 2015, 25. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ZOOTEC, 2015. 1 CD-ROM. LIMA, J. A. **Qualidade e valor nutritivo da silagem mista de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e soja (*Glycine max* (L.) Merril), com e sem adição de farelo de trigo**. 1992. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, 1992.

MARCHEZAN, E. *et al.* Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 303-308, 2002.

McDONALD, P.; HERDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1996.

MIR, P. S. *et al.* Vegetable oil in beef cattle diets. In: BEAUCHEMIN, K. A.; CREWS, D. H. (Eds.). **Advances in beef cattlescience**. Lethbridge: Lethbridge Research Centre, 2001. v. 1, p. 88-104.

MOISO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 47, n. 1-2, p. 107-124, 1994.

MUCK, R. E.; BOLSEN, K. K. Silage preservation and silage additive products. In: BOLSEN, K. K. et al. (Eds.). **Field guide for hay and silage management in North America**. Des Moines: National Feed Ingredients Association, 1991. p. 105-126.

NEIVA, J. N. M. *et al.* Desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 466-473, 1998.

NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

NOGUEIRA, F. A. S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório.** 1995. 78 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

OBEID, J. A. *et al.* Silagem consorciada de milho (*Zeamays*, L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 21, n. 1, p. 33-38, 1992.

PAIVA, J. A. J. **Qualidade do sorgo da região metalúrgica de Minas Gerais.** 1976. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1976.

PEREIRA, L. G. R. *et al.* **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes.** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2009.

PEREIRA, M. N.; SAENZ, E. A. C. **Algumas considerações sobre a velha cana com uréia.** 2004. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/?noticiaID=19506&acTA=7&areaID=61&seoID=176>. Acesso em: 4 jul 2008.

RAMOS, G. M. **Recomendações práticas para o cultivo do guandu para produção de feno.** Teresina: EMBRAPA/CPAMN, 1994. 16 p. Circular Técnica, 13.

RIGUEIRA, J. P. S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte.** 2007. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 2007.

ROSA, W. J. **Cultura do sorgo.** EMATER-MG. ago. 2012. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf. Acesso em: 10 dez. 2015.

SANTOS, P. M. *et al.* Inclusão de duas linhagens de guandu na produção de silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. **Legumineira cultura forrageira para produção de proteína: guandu (*Cajanuscajan*)**. Embrapa-CNPGC, 1983. Circular Técnica, 13.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1990.

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

SILVA, M. D. A. *et al.* Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 571-578, 2015.

SILVA, N. C. da; REIS, J. dos; MAGALHÃES, R. Silagem consorciada de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e feijão-guandu (*Cajanuscajan*) em diferentes proporções: produção e composição bromatológica. **PERQUIRERERevista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, Patos de Minas, v. 1, n. 8, p. 213-222, jul. 2011.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

SIQUEIRA, G. R. *et al.* Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 789-798, 2007.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TAYAROL MARTIN, L. C. **Bovinos: volumosos suplementares**. São Paulo: Nobel, 1997.

TOMICH, T. R. *et al.* **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens**: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. Documentos, 57.

UNDERSANDER, D. A **guidetomakingsoybeansilage**. Disponível em: <<http://rpm.wisc.edu/Portals/O/Blog/Files/17/361/SoybeanSilage.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2007.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: ComstockPublishingAssociations, 1994.

VIANA, G. F. Silagem: sorgo ganha destaque pelos potenciais nutritivo e agrônômico. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 5, mar. 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/grao/5_edicao/grao_em_grao_materia_02.htm> Acesso em: 15 jun. 2016.

VIANA, P. T. *et al.* Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

ANEXOS

ANEXO I: Resultado de análise química e física de solo em amostras da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40

Prot	Identif.	pH ¹	MO ² dag/k	P ₃ ..mg/dm ³	K ₃	Na ³	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H+Al ⁵	SB	t	T	V	m	B ₆	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	S ⁷	Prem ⁸	CE
			g			cmolc/dm ³							...%mg/dm ³					mg/L	dS/m	
1433	1.00-20	5,7	2,1	2,5	174	0,1	2,6	1,8	0,0	2,1	4,9	4,9	7,0	70	0	0,5	4,7	16,9	160,6	24,5		32,1	0,3
1434	1.20-40	5,7	0,9	1,7	120	0,1	2,1	1,4	0,0	1,7	3,9	3,9	5,6	70	0	0,4	9,2	16,5	116,1	49,7		24,3	0,3

1/pH em água; 2/Colorimetria; 3/Extrator: Mehlich-1; 4/Extrator: KCl 1 mol/L; 5/pH SMP; 6/Extrator: BaCl₂; 7/Extrator: Ca(H₂PO₄)₂, 500mg/L de P em HOAc 2mol/L; 8/Solução equilíbrio de P; SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; m, Saturação por alumínio; P-rem, Fósforo remanescente; CE, Condutividade elétrica. dag/kg = %; mg/dm³ = ppm; cmolc/dm³ = meq/100 cm³

Areia	Silte	Argila
.....dag/kg.....		
22	49	29
19	53	28

Análises realizadas pelo Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG – Unidade Regional Epamig Norte de Minas – URENM - Rodov. MGT 122 KM 155 - C. P. 12 –TELEFAX 038 3834- 1760 –E-mail: labsolo@epamig.br 39527-000 –Nova Porteirinha-MG - Site: www.epamig.br

ANEXO II – TABELAS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

TABELA 1: MS

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	992,655416	248,163854	0,0000
erro	20	26,606600	1,330330	
Total corrigido	24	1019,262016		

TABELA 2: MATÉRIA MINERAL

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	38,993416	9,748354	0,0000
erro	20	1,627400	0,081370	
Total corrigido	24	40,620816		

TABELA 3: CIDN

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	47,989600	11,997400	0,0000
erro	20	4,668800	0,233440	
Total corrigido	24	52,658400		

TABELA 4: CIDA

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	4,995496	1,248874	0,0000
erro	20	0,446960	0,022348	
Total corrigido	24	5,442456		

TABELA 5: PB

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	75,197856	18,799464	0,0000
erro	20	4,208840	0,210442	
Total corrigido	24	79,406696		

TABELA 6: NIDA

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	43,351096	10,837774	0,0301
erro	20	64,948000	3,247400	
Total corrigido	24	108,299096		

TABELA 7: NIDN

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	33,451840	8,362960	0,5244
erro	20	202,612760	10,130638	
Total corrigido	24	236,064600		

TABELA 8: EE

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	3,329496	0,832374	0,1816
erro	20	9,588920	0,479446	
Total corrigido	24	12,918416		

TABELA 9: FDNCP

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	15,929384	3,982346	0,4487
erro	20	82,612560	4,130628	
Total corrigido	24	98,541944		

TABELA 10: FDACP

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	6,571446	1,642862	0,9370
erro	20	166,664300	8,333215	
Total corrigido	24	173,235746		

TABELA 11: LIG

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	16,386720	4,096680	0,1226
erro	20	39,536080	1,976804	
Total corrigido	24	55,922800		

TABELA 12: NDT

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	11,771058	2,942764	0,6355
erro	20	90,976359	4,548818	
Total corrigido	24	102,747417		

TABELA 13: CHOT

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	8,047224	2,011806	0,0645
erro	20	15,260760	0,763038	
Total corrigido	24	23,307984		

TABELA 14: A+B1

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	37,361434	9,340359	0,1262
erro	20	91,256873	4,562844	
Total corrigido	24	128,618308		

TABELA 15: B2

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	80,918045	20,229511	0,0129
erro	20	97,033890	4,851694	
Total corrigido	24	177,951935		

TABELA 16: C

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	75,719724	18,929931	0,0004
erro	20	44,592373	2,229619	
Total corrigido	24	120,312097		

TABELA 17: ÁCIDO ACÉTICO

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	4,984708	1,246177	0,0000
erro	20	0,875495	0,043775	
Total corrigido	24	5,860203		

TABELA 18: ÁCIDO LÁTICO

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	18,543296	4,635824	0,0180
erro	20	24,182000	1,209100	
Total corrigido	24	42,725296		

TABELA 19: PH

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	1,064280	0,266070	0,0000
erro	20	0,055920	0,002796	
Total corrigido	24	1,120200		

TABELA 20: GASES

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	378,178094	94,544523	0,0000
erro	20	143,646346	7,182317	
Total corrigido	24	521,824439		

TABELA 21: EFLUENTES

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	178,629135	44,657284	0,0385
erro	20	287,577113	14,378856	
Total corrigido	24	466,206248		

TABELA 22: NH3

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	459,247824	114,811956	0,0000
erro	20	34,549840	1,727492	
Total corrigido	24	493,797664		