

**UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

Silagem de Soja Com Adição Tanino

Flavio Henrique Vidal Azevedo

2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Silagem de Soja Com Adição Tanino

Flavio Henrique Vidal Azevedo

Sob a Orientação do Professor
João Carlos de Carvalho Almeida

e co-orientação do Pesquisador
Jailton da Costa Carneiro

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ.
Fevereiro de 2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE
JANEIRO INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

FLAVIO HENRIQUE VIDAL AZEVEDO

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ___/___/ 2012.

Prof. Dr. João Carlos de Carvalho Almeida - UFRRJ
(Orientador)

Prof. Dr. Fábio Teixeira de Pádua – IFRJ - Pinheiral

Prof. Dr. Fábio Nunes Lista, UNIVASF

DEDICATÓRIA

A minha filha Helena, por ser a maior riqueza de minha vida.

Aos meus pais Dario dos Santos Azevedo e Rita Cássia Moreira Vidal Azevedo pelo carinho, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu irmão Mario Victor Vidal Azevedo por estar sempre me apoiando em todos os momentos.

A Minha namorada e futura esposa Karla por estar me apoiando e incentivando com muito amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido saúde e condições de realizar mais este trabalho.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ao Instituto de Zootecnia e ao Departamento de Nutrição Animal e Pastagem, pela oportunidade de realização do curso.

Ao compadre FOCA pela amizade de longa data e respeito que tenho por ele.

Ao bom e velho amigo BONI por todos os ensinamentos e conselhos dados durante toda a minha formação profissional.

Ao Amigo e Professor João Carlos de Carvalho Almeida pela orientação e ajuda na condução dos trabalhos.

Ao amigo e Professor Dr. João Batista Rodrigues de Abreu pela credibilidade e dedicação desde os tempos de graduação.

A todos tios e primos tão importantes na minha vida

Ao meu co-orientador Jailton da Costa Carneiro pela atenção, colaboração, pelo aprendizado recebido na realização deste trabalho e por ter me recebido em Juiz de Fora.

A tia Dorinha e tia Zélia por terem me recebido tão bem em suas casas e pelo carinho.

Ao tio Paulo de Tarço por ser o responsável pelo despertar de minha adoração pela vida no campo.

Aos professores do IZ, em especial aos do PPGZ, pelos ensinamentos transmitidos para minha formação profissional.

Aos membros componentes da banca examinadora Prof. Dr. Fábio Nunes Lista e Prof. Dr. Fábio Teixeira de Pádua, pela avaliação do trabalho, orientação e sugestões fornecidas.

Aos Amigos e Zootecnistas Raphael dos Santos Gomes e Marcos Roberto Beginini, Everton Ribeiro Texeira pelo apoio e ajuda de fundamental importância para a realização deste trabalho e pela grande amizade.

Aos funcionários e administradores do Campo Experimental de Santa Monica pela colaboração sem medir os esforços na realização do experimento.

Aos funcionários Meirinha, Mengo e Moreira do Campo Experimental de Coronel Pacheco.

Aos funcionários e estagiários da sede da EMBRAPA em Juiz de Fora pela ajuda na realização das análises laboratoriais e pelo companheirismo durante a minha estadia.

Ao aos meus familiares por todo carinho e ensinamentos dados.

Aos amigos Marcio Giovani, Calixto Sales e Marcelo Sales, pela convivência na minha tão querida "ROÇA".

E a todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste experimento.

A CNPq por ter financiado este projeto.

BIOGRAFIA

FLAVIO HENRIQUE VIDAL AZEVEDO, filho de Dario dos Santos Azevedo e Rita de Cassia Moreira Vidal Azevedo, nasceu em 20 de setembro de 1985, na cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro.

Cursou o 1º grau no Colégio Instituto Guanabara de educação, no município do Rio de Janeiro - RJ, concluindo-o em dezembro de 2001.

Cursou o 2º grau no colégio técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR), Seropédica - RJ, concluindo-o em dezembro de 2004.

Ingressou em 2005 no curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ, graduando-se em dezembro de 2009.

Em março de 2010, iniciou o curso de Pós-Graduação *stricto sensu* em Produção Animal, em nível de Mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ, submetendo-se à defesa de tese em Fevereiro de 2012.

RESUMO

Azevedo, Flavio Henrique Vidal. **Silagem de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) Com adição de Tanino.** 2012. 37p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Este trabalho foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite (CNPGL), no campo experimental de Santa Mônica, em Valença-RJ. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adição de tanino comercial sobre a fermentação, perdas gasosas, perdas por efluente e recuperação de matéria seca, valor nutritivo e estabilidade aeróbia da silagem de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) cortada no estágio intermediário “R6” e “R7” aos 130 dias após o plantio. Os tratamentos consistiram de silagem de soja acrescida com 0, 2, 4, 6 e 8% de tanino com base na matéria seca. Para cada tratamento foram utilizados 4 silos de PVC, com 10cm de diâmetro e 50cm de altura, dotados de tampas de borracha nas extremidades, uma delas com válvula tipo Bunsen para saída dos gases. O Delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, os resultados obtidos de todas as variáveis foram inicialmente avaliados quanto aos pré-supostos da análise de variância paramétrica e submetidos à análise de variância. Foram determinados o pH, teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, FDA, CEL, HEMI-CEL, lignina, extrato etéreo, nitrogênio amoniacal, poder tampão, teor de carboidratos solúveis e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, fracionamento de carboidratos, fracionamento de proteína e a estabilidade aeróbia. O tanino Age de forma benéfica sobre a degradação de proteínas durante a ensilagem, ocasionando um aumento das frações potencialmente digeridas no pós-rumem (PNDR). O tanino atua de forma benéfica sobre as perdas durante o processo de ensilagem. A silagem de soja independentemente da inclusão de tanino apresenta boa estabilidade aeróbia. A inclusão de tanino deve ser de 4-6% da MS. A silagem de soja apresenta boas características nutricionais, porém a cultivar Juliana deve ser ensilada em um estágio de maturação mais precoce, devido ao elevado desenvolvimento de seus componentes da fração fibrosa.

Palavras-chave: Proteólise, Leguminosa, valor nutritivo

ABSTRACT

Azevedo, Flavio Henrique Vidal. **Silage Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) With the addition of tannin**. 2012. 37p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

This work was conducted at Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite (CNPGL) in the campo experimental de Santa Mônica in Valença. The objective of this study was to evaluate the effect of the addition of commercial tannins on fermentation, gas losses, effluent losses and recovery of dry matter, nutritive value and aerobic stability of silage soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) Cut in intermediate stage "R6" and "R7" to 130 days after planting. The treatments consisted of soybean silage added 0, 2, 4, 6 and 8% of tannin on the basis of dry matter. For each treatment were used PVC silos 4, 10cm diameter and 50cm height, equipped with rubber stoppers at the ends, one with a Bunsen valve for exit of gases. The delineation was entirely randomized with four replications, the results of all variables were initially evaluated for pre-assumptions of parametric analysis of variance and subjected to analysis of variance. The pH values, dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, ADF, CEL, CEL-HEMI, lignin, ether extract, ammonia nitrogen, buffering capacity, soluble carbohydrates and in vitro digestibility of dry matter, fractionation carbohydrate, protein fractionation and aerobic stability. The tannin Age beneficially on the degradation of proteins during the fermentation, resulting in an increase of the digested fractions potentially post-rumen (RUP). Tannin acts beneficially on the losses during the ensiling process. The soybean silage regardless of the inclusion of tannin aerobic presents good stability. The inclusion of tannin to be 4-6% of DM. The soybean silage has good nutritional characteristics, but to cultivate Juliana should be ensiled at an early stage of maturation due to the high development of components of the fiber.

Key words: Proteolysis, Legume, nutritional value

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Composição bromatológica, DIVMS, CHOsol e fracionamento de carboidratos e proteína da soja com adição de tanino comercial no momento da ensilagem	9
Tabela 2	Resultados da composição bromatológica da silagem de soja adicionada de tanino após a abertura dos silos	11
Tabela 3	Frações dos compostos nitrogenados das silagens de soja acrescida de tanino comercial	16
Tabela 4	Fracionamento de carboidratos da silagem de soja ensilada com tanino comercial	18
Tabela 5	perda por gás, perda por efluente e recuperação da matéria seca da silagem de soja ensilada com tanino comercial	19
Tabela 6	Estabilidade aeróbia da silagem de soja com tanino comercial	Er ro! In dic ad or nã o def ini do.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de proteína bruta das silagens de soja acrescida de tanino comercial	12
Figura 2	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de proteína bruta das silagens de soja acrescida de tanino comercial	12
Figura 3	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de fibra em detergente neutro da silagem de soja acrescida de tanino comercial.	12
Figura 4	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de hemicelulose da silagem de soja acrescida de tanino comercial.	13
Figura 5	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de extrato etéreo da silagem de soja acrescida de tanino comercial	14
Figura 6	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de cinzas da silagem de soja acrescida de tanino comercial	14
Figura 7	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores da digestibilidade in vitro da matéria seca da silagem de soja acrescida de tanino comercial	15
Figura 8	Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de nitrogênio amoniacal relação a nitrogênio total da silagem de soja acrescida de tanino comercial	15
Figura 9.	Equação de regressão e coeficiente de determinação das frações A+B1 da proteína da silagem de soja acrescida de tanino comercial	16
Figura 10	Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração B3 da proteína da silagem de Soja acrescida de tanino comercial	17
Figura 11	Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração C da proteína da silagem de soja acrescida de tanino comercial	17
Figura 12	Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração A+B1 dos carboidratos da silagem de Soja acrescida de tanino comercial	18
Figura 13	Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração B2 dos carboidratos da silagem de soja acrescida de tanino comercial	18
Figura 14	Equação de regressão e coeficiente de determinação de perdas por gás da silagem de soja acrescida de tanino comercial	19
Figura 15	Equação de regressão e coeficiente de determinação da perda por efluente da silagem de soja acrescida de tanino comercial	20
Figura 16	Equação de regressão e coeficiente de determinação da recuperação de matéria seca da silagem de soja acrescida de tanino comercial	20

·
·

LISTA DE ABREVIATURAS

TCC	Tanino Condensado Comercial
MS	Matéria Seca
CZ	Cinzas
PB	Proteína Bruta
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
CEL	Celulose
HEMI-CEL	Hemi-Celulose
EE	Extrato Etéreo
DIVMS	Digestibilidade <i>in-vitro</i> da Matéria Seca
TBF	Tampão Borato-Fosfato
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
CHT	Carboidratos Totais
CHOsol	Carboidratos Solúveis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1	Silagem de Leguminosas	2
2.2	Mudanças no Valor Nutritivo Durante a ensilagem	2
2.3	Caracterização da Soja	3
2.4	Aditivos	4
2.5	Tanino	4
2.6	Estabilidade Aeróbia	5
3	MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1	Local	7
3.2	Condução do Experimento	7
3.3	Preparo das Silagens e Formação dos Tratamentos	7
3.4	Avaliação da Composição Químico-Bromatológica, Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca, dos Parâmetros Fermentativos e Microbiológicos das Silagens	7
3.5	Avaliação da Estabilidade Aeróbia das Silagens	9
3.6	Avaliação de Perdas Sob as Formas de Gases e Efluentes	10
3.7	Delineamento experimental	10
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.	11
4.1	Composição Bromatológica e Digestibilidade	11
4.2	Fracionamento de Proteínas e Carboidratos	15
4.3	Perdas e Recuperação da Matéria Seca	19
4.4	Estabilidade Aeróbia	20
5	CONCLUSÃO	22
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

As pastagens são a forma mais prática e econômica para alimentação dos bovinos e constituem a base de sustentação da pecuária do Brasil. Sabe-se, entretanto, que os resultados econômicos obtidos pela maioria dos pecuaristas com a produção de bovinos nas pastagens brasileiras, são muito modestos se considerado o grande potencial da atividade (VITOR *et al.*, 2009).

Um dos fatores que determinam os baixos índices zootécnicos dos rebanhos brasileiros é a estacionalidade da produção das gramíneas forrageiras tropicais, presentes em nossas pastagens. A estacionalidade da produção ocorre com a maioria das espécies forrageiras tropicais e está relacionada principalmente a fatores climáticos, como a ocorrência de longos períodos com baixa intensidade de chuvas associada ao fotoperíodo mais curto e às baixas temperaturas durante os meses de maio a setembro (VITOR *et al.*, 2009).

Durante este período há necessidade de se armazenar e conservar forragem para suplementar os animais nos períodos de baixa produção das pastagens. Essa suplementação pode ser feita usando-se a produção de áreas de capineiras, cana-de-açúcar, feno ou silagem, sendo essa última uma das opções mais empregadas no Brasil (BARCELOS *et al.* 2008). De maneira geral, as silagens são feitas com milho, em maior proporção, seguido de sorgo e, em menor proporção, capim-elefante ou outras gramíneas tropicais além de leguminosas.

Historicamente o uso de leguminosas em áreas de pastagens é capaz de promover incrementos no desempenho dos animais, não só devido à sua participação na dieta do animal elevando seu valor nutritivo, mas também atuando de forma indireta por meio da fixação biológica de nitrogênio, permitindo obter produções razoáveis, com pouca, ou até mesmo com ausência de adubação nitrogenada, reduzindo os custos de produção quando comparada com as gramíneas, aumentando a produtividade do sistema (PACIULLO *et al.*, 2003). Apesar de já serem conhecidos os benefícios da inclusão de leguminosas no sistema de pastagens, seu uso é muito reduzido, fato atribuído a sua baixa persistência na pastagem (BARCELLOS *et al.*, 2008).

As leguminosas são plantas importantes para a alimentação animal, tanto na forma de grão como também na forma de forragem, pois esta em alguns casos já tem todo seu manejo cultural bem definido, capaz de produzir uma forragem de elevado valor nutritivo, sendo a família de plantas que fornece um melhor balanço protéico energético e maior quantidade de minerais (BEEVER e THORP, 1996; VAN SOEST, 1994).

Com relação a sua utilização no processo de ensilagem, as leguminosas possuem características inadequadas, tais como, alto poder tampão, baixo conteúdo de carboidratos solúveis e baixo conteúdo de matéria seca (MS) (ALBRECHT e BEAUCHEMIN, 2003). Além destas características restritivas ao processo fermentativo, as leguminosas em geral possuem baixa produção quando comparada com gramíneas tropicais normalmente utilizadas para silagem (PEREIRA *et al.* 2009). Porém os problemas relacionados com a baixa qualidade de fermentação podem ser solucionados com o uso de aditivos.

Neste sentido, objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da adição de tanino comercial sobre a fermentação, perda por gás, perda por efluente, valor nutritivo e estabilidade aeróbia da silagem de Soja (*Glycine max* (L.) Merr.).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Silagem de Leguminosas

Os primeiros estudos com avaliação de silagens de leguminosas (soja perene (*Neonotonia wightii*), centrosema (*Centrosema pubescens*, Benth) e *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, realizados por Faria *et al.* (1971) concluíram que as silagens das três leguminosas foram de baixa qualidade, com base no elevado valor do pH e no baixo teor de ácido láctico.

Já nas décadas de 80 e 90 o objetivo principal dos estudos foi aumentar o teor de proteína da silagem de milho por consórcio com leguminosas de ciclo anual, cultivada em arranjo cultural diferente (EVANGELISTA *et al.*, 1983; OBEID *et al.*, 1985) resultando em maior consumo de alimento e ganho de peso dos animais quando comparado com silagem de milho exclusivamente, provavelmente devido à elevação dos teores de proteína por meio do consórcio “milho x soja” (OBEID *et al.*, 1992a, OBEID *et al.*, 1992 b, PEREIRA *et al.*, 2004).

Apesar de o consórcio milho x leguminosa apresentar vantagens do ponto de vista nutricional (PEREIRA *et al.*, 2004), apresenta alguns problemas, tais como: competição de luz entre as espécies, dificuldade em coincidir os estádios de maturidade ideais entre as espécies, diferenças entre o tipo e a quantidade de fertilizante requerido pela cultura, controle de ervas daninhas, diferenças anatômicas e fisiológicas. Pelo exposto, a cultura da leguminosa solteira volta a ser interesse, sendo a soja (*Glycine max* (L.) Merr.) a de maior interesse pois esta apresenta uma elevada produção de MS e possui todas as suas práticas culturais já estabelecidas. Este interesse no uso da soja na forma de silagem é demonstrado por diversos trabalhos realizados em vários países como, Estados Unidos (SEITER *et al.*, 2004), Canadá (BELLO-PÉREZ *et al.*, 2008), Reino Unido (KOIVISTO *et al.*, 2003), Costa Rica (TOBIA e VILLALOBOS, 2004), Vietnã (CHINH *et al.*, 1993) e Brasil (DIAS *et al.*, 2010).

2.2 Mudanças no Valor Nutritivo Durante a Ensilagem

A principal mudança ocorrida durante a ensilagem é a quebra dos carboidratos solúveis para a formação de ácidos orgânicos (lático, acético, butírico, etc.) e a quebra das proteínas em nitrogênio não protéico (MUCK *et al.*, 2003). A extensão da proteólise pode variar de acordo com a espécie utilizada, sendo maior na alfafa pois esta não apresenta nenhum composto secundário, media no trevo vermelho fato atribuído a presença da enzima Polifenol oxidase e baixo na *Onobrychis viciifolia* Scop devido ao seu alto conteúdo de tanino (ALBRECHT e BEAUCHEMIN, 2003). A extensão destas transformações pode ainda variar de acordo com o conteúdo de MS e com a armazenagem.

O conteúdo de MS pode afetar significativamente a proteólise durante a ensilagem. Merchen e Satter (1983) trabalharam com silagem de alfafa com 29, 40 e 60% de MS, concluíram que a ensilagem não afetou os teores de proteína, porém a porcentagem de nitrogênio solúvel em relação ao nitrogênio total diminuiu 74,5; 55,2 e 2,4% após a ensilagem para os teores de 29,40 e 60% de MS respectivamente.

As concentrações de FDN e FDA geralmente são maiores nas forragens ensiladas quando comparadas com as forragens frescas, esta diferença tende a ser menor quando a forragem é ensilada no estágio ideal e quando ocorre uma boa fermentação. Quando a forragem é ensilada com baixo conteúdo de MS, pode ocorrer a produção de efluentes, ocasionando perdas de proteínas e outros nutrientes solúveis, levando assim a um aumento nos teores de fibra (ALBRECHT e BEAUCHEMIN, 2003), porém se a forragem for ensilada com alto conteúdo de MS, a planta demora um tempo maior para interromper a respiração, fazendo com que a temperatura da massa ensilada aumente levando a um aumento do seu conteúdo de FDA (MERCHEN e SATTER, 1983). Este aumento de temperatura pode

provocar a reação de Maillard que é a ligação de aminoácidos a frações de carboidratos tornando-os indisponíveis (MUCK e PITT, 1993).

2.3 Caracterização da Soja

O uso da soja como forragem, iniciou era na forma de feno, porém seu uso foi rapidamente esquecido, pois apresentava dificuldades na secagem, além da a valorização desta planta como cultura granífera, devido à alta qualidade de seus grãos, com altos teores de proteína e energia (KOIVISTO *et al.*, 2003). Sheaffer *et al.* (2001) relatam que o interesse na utilização da soja para fins forrageiros vem crescendo devido a possibilidade de ser utilizada na ensilagem, dispensando a necessidade de secá-la. Assim como o desenvolvimento de novas variedades para fins forrageiros (RIGUEIRA, 2008), com produções variando entre 7 e 15t/ha de MS (SHEAFFER *et al.*, 2001).

No que diz respeito ao valor nutritivo da silagem de soja, o teor de EE merece uma atenção especial, pois este se apresenta entorno de 9% (RIGUEIRA, 2008), o que é benéfico, pois uma boa proporção da energia esta na forma de lipídios e não na forma de carboidratos, melhorando assim a eficiência energética, pois há uma menor formação de ácidos graxos voláteis evitando assim perda de energia, gerando um menor incremento calórico. Contudo sabe-se que níveis de lipídeos acima de 6% na MS do alimento podem causar efeitos deletérios sobre a digestibilidade da fibra em ruminantes, sobretudo a gordura insaturada, que é o caso da gordura vegetal, causado um efeito tóxico sobre os microrganismos e ainda, impedindo que se prendam à fibra, o que impossibilita assim sua digestão (VAN SOEST, 1994). Neste sentido Rigueira (2008) sugeriu que a silagem de soja seja incluída em no máximo 40% da dieta total.

O estágio de maturação é outro fator que age diretamente sobre o valor nutritivo das plantas forrageiras, sendo de grande importância fazer a determinação do momento para a colheita, o que visa rendimento e qualidade (DIAS *et al.* 2010). Evangelista *et al.* (2003) relataram que embora o teor de proteína mantenha-se pouco variável com o avanço na idade, a colheita mais tardia provoca mudanças na qualidade da fibra.

De acordo com Sedyama *et al.* (1985), o ciclo da soja é dividido em oito estádios reprodutivos 'R' subdivididos em quatro partes: R1 e R2 descrevem o florescimento; R3 e R4 o desenvolvimento da vagem; R5 e R6 o desenvolvimento da semente e R7 e R8 a maturação da planta. No entanto, nem todas as plantas em um mesmo cultivo estarão no mesmo estágio ao mesmo tempo. Quando uma área de soja é dividida em estádios, cada estágio específico é definido somente quando 50% ou mais das plantas, no campo, estão nele ou entre aquele estágio (SEDIYAMA *et al.*, 1985). Hintz *et al.* (1992) e Muñoz *et al.* (1983) relataram em seus estudos que o ponto ideal de colheita é o estágio de transição entre o R6 e R7, ponto onde se tem a otimização entre a máxima produção e a melhor qualidade.

O teor de proteína bruta é destaque no que diz respeito ao valor nutritivo da silagem de soja, variando entre 14,1 (DIAS *et al.* 2010), 18,6 (BELLO-PÉREZ *et al.* 2008) 20,2 (TOBIA *et al.*, 2008). O elevado teor de proteína dá indícios de que esta planta possua elevada capacidade tampão, um item importante a ser considerado em uma planta a ser ensilada. A capacidade tampão é definida pela composição da planta no que se refere ao teor de proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e a combinação de ácidos orgânicos e seus sais (JOBIM *et al.* 2007). Plantas, como leguminosas, que apresentam alta poder tampão, apresentam velocidade de queda do pH é lenta, em consequência as perdas no processo de ensilagem são maiores, reduzindo a qualidade da silagem (JOBIM *et al.* 2007). Além disso, o alto poder tampão influi nos níveis de proteólise podendo aumentar o conteúdo de amônia.

O conteúdo de amônia das silagens, expresso como porcentagem do nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) é bastante utilizado na avaliação das mesma. O aumento da produção de amônia provocado pela proteólise neutraliza os ácidos

desejáveis, interferindo diretamente na qualidade final do material ensilado (VAN SOEST, 1994). Além disso, o percentual de N-NH₃/NT associado aos valores de pH, indica se a fermentação ocorreu de forma satisfatória, haja visto que a rápida e extensa queda do pH durante a fermentação no silo limita a solubilidade da proteína (Mc DONALD *et al.*, 1991).

2.4 Aditivos

Uma forma de evitar as perdas e conseqüentemente melhorar a qualidade da silagem é a utilização de aditivos. Segundo Woolford (1984) aditivos de silagens são aqueles produtos que podem ser adicionadas às forragens ensiladas para melhorar a fermentação ou reduzir perdas, podendo ser classificados em inibidores e estimuladores de fermentação. Para McDonald *et al.* (1991), os aditivos para ensilagem podem ser classificados em quatro tipos: i) Estimulantes - são açúcares ou produtos ricos em carboidratos, estimulam o crescimento de bactérias lácticas; ii) Inibidores – diminuem o crescimento de microrganismos, como exemplo o ácido fórmico e o formaldeído; iii) Inibidores de deterioração aeróbia - controlam a deterioração causada pelo ar quando o silo é aberto, exemplo ácido propiônico e uréia e iv) Nutrientes – se adicionam a forragem a ser ensilada para melhorar o valor nutritivo da silagem.

Dentre os aditivos o tanino condensado comercial (TCC) é um aditivo que age de forma diferente aos demais aditivo, pois ele tem a capacidade de diminuir a proteólise durante a ensilagem, pois impedindo que os microrganismos tenham acesso a proteína, melhorando a qualidade do produto final (TABACCO *et al.*, 2006).

2.5 Tanino

Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas. Apresentam alto peso molecular, contendo grupos hidroxilafenólicos em quantidade suficiente para permitir a formação de ligações cruzadas com proteínas (BATTESTIN *et al.*, 2004), íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos (MAKKAR, 2003).

A quantidade de tanino encontrada nas plantas pode variar de acordo com a espécie vegetal, ocorrendo diferenças dentro da mesma espécie, proporcionando seleção de diferentes variedades de acordo com a finalidade desejada (MAASS *et al.*, 1996). Esta quantidade ainda é influenciada pela fertilidade do solo e condições climáticas durante o cultivo de leguminosas tropicais, o que afeta tanto a concentração dos taninos, assim como sua composição monomérica e peso molecular (LASCANO *et al.*, 2001). Os taninos dividem-se em dois principais grupos: hidrolisáveis e condensados, embora Makkar (2003) ressalte a possibilidade de haver compostos que apresentem ambos os grupos, condensados e hidrolisáveis.

A classificação dos taninos hidrolisáveis é dada pela formação de ésteres complexos, consistindo em uma cadeia de carboidrato central, normalmente a D-glicose, na qual duas ou mais hidroxilas são esterificadas com ácido gálico ou ácido hexahidroxi-difênico (McSWEENEY *et al.*, 2001; MUELLER-HARVEY, 2001; MIN *et al.*, 2003). Os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de flavan-3-ol (catequina) ou flavan-3,4-diol (leucoantocianidina) e seus derivados são mais corretamente denominados de proantocianidinas ou poliflavonóides (JANSMAM, 1993). As diferenças na estequiometria ou número de unidades monoméricas dos taninos condensados podem resultar em uma variedade de estruturas químicas, afetando suas propriedades biológicas (BARRY e McNABB, 1999). De acordo com SCALBERT (1991) e AERTS *et al.* (1999), o aumento na relação

prodelfinidina:prociandina nos taninos condensados eleva sua capacidade em se ligar às proteínas.

Os taninos, normalmente, encontram-se nos vacúolos das células onde não interferem no metabolismo da planta, agindo apenas com a ruptura da célula, o que pode ser causado por algum choque mecânico, como a mastigação (MIN *et al.*, 2003). Os efeitos antinutricionais dos taninos estão relacionados à sua ação sobre ingestão de MS (BARRY e McNABB, 1999) provavelmente pelo seu efeito adstringente, reduzindo assim o tempo de consumo do alimento (LANDAU *et al.*, 2000) e sua capacidade de se combinar com a proteína da dieta (SCHOFIELD *et al.*, 2001), polímeros como a CEL, HEMI-CEL, pectina e minerais, diminuindo com isso sua digestibilidade (McSWEENEY *et al.*, 2001). Reed (1995) e Makkar *et al.* (1995) associaram, em maior parte, aos taninos condensados, os efeitos antinutricionais pela formação de complexos, sendo creditado ao tanino hidrolisável os efeitos tóxicos ao animal, nos quais as lesões mais comumente observadas são as hemorragias gastrintestinais e necrose do fígado.

No entanto, McSWEENEY *et al.* (2001) mencionaram que, tanto os taninos condensados como os hidrolisáveis podem se complexar com as proteínas pela formação de pontes de hidrogênio entre subunidades fenólicas do polímero e os grupos carbonilas dos peptídeos das proteínas. Os taninos condensados ligam-se às proteínas e outras macromoléculas principalmente por interações hidrofóbicas e pontes de hidrogênio, sendo essas ligações reversíveis, dependendo do pH em que os complexos se encontram (MIN *et al.*, 2003). A força com que os taninos se ligam à proteína é determinada pelas características de ambos, como peso molecular, estrutura terciária, ponto isoelétrico e compatibilidade entre os locais de ligação (SILANIKOVE *et al.*, 2001).

Os taninos também podem afetar o processo de digestão por meio da complexação com enzimas secretadas e proteínas endógenas. A manipulação para remover esses compostos secundários pode interferir nos mecanismos de defesa das plantas, reduzindo sua competitividade entre as espécies. Portanto, ferramentas que possibilitem atenuar o seu efeito sobre o metabolismo animal ou a utilização desses compostos em concentrações que permitam o efeito benéfico parecem ser estratégias adequadas (ODENYO *et al.*, 2001).

Devido a esta alta afinidade com as proteínas, o seu uso durante a confecção da silagem de leguminosa, pode ser uma boa saída, sendo potencialmente um bom redutor da proteólise durante a fermentação (TABACCO *et al.*, 2006). Por outro lado pode a degradação ruminal da proteína, levando-a para a digestão no abomaso (KARIUKI e NORTON, 2008). Este fato foi inicialmente relatado por Albrecht e Beauchemin, (2003) que trabalharam com *Onobrychis viciifolia* Scop. atribuiu ao elevado teor de tanino desta planta o fato de sua silagem apresentar menor degradação da proteína.

2.6 Estabilidade Aeróbia

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser conceituada como a resistência da massa de forragem a deterioração após a abertura do silo (JOBIM *et al.* 2007). Oude Elferink *et al.*(2000) citados por Jobim *et al.* (2007) definiram estabilidade aeróbia como a resistência ao aumento da temperatura da silagem no painel do silo durante a oferta aos animais no cocho. ou a elevação em 2 °C na temperatura da silagem exposta ao ar, em relação ao ambiente, como medida de rompimento da estabilidade aeróbia (O'KIELY *et al.*,2001).

A estabilidade da silagem é determinada pela oxidação de substrato que ocorre após a abertura do silo. Portanto, a concentração de oxigênio e a profundidade que o ar penetra no silo são fatores preponderantes. Isso evidencia que a massa específica da silagem (kg de silagem/m³) determina a porosidade da silagem e, por consequência, a concentração de oxigênio no painel do silo (JOBIM *et al.* 2007). A atividade dos microrganismos que decompõem a silagem será mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem, em

função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido lático residuais. Os principais substratos utilizados são os ácidos, o etanol e os açúcares solúveis, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia (JOBIM *et al.* 2007).

Griffin (2000) citado por Barbosa *et al.*, (2011), avaliando dados associados à silagem de leguminosa, conduzido no período de 1997-2000, em quatro países da Comunidade Européia, relatou que das 264 silagens de leguminosas avaliadas, nenhuma apresentou aquecimento ou deterioração fúngica quando expostas ao ar por quatro dias, e que 90% das silagens se mantiveram estáveis por sete dias. Este efeito muito provavelmente está associado à menor temperatura ambiente nestes países, o que dificulta o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Por outro lado, o clima tropical é propício para o desenvolvimento destes microrganismos. Dias (2007) avaliou a estabilidade em aerobiose de silagens de soja em vários estádios de desenvolvimento, verificando que estas mantiveram as temperaturas próximas à temperatura ambiente, inferindo que as mesmas apresentaram-se estáveis durante o período de avaliação (7 dias). Demonstrando que silagens de leguminosas realmente apresentam uma estabilidade aeróbia adequada durante a exposição do painel ao ar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A soja cv. Juliana utilizada para a confecção da silagem foi plantada no campo experimental de Santa Mônica pertencente a EMBRAPA Gado de Leite localizada em Valença – RJ, localizada a 21°33' de latitude Sul e 43°6' de longitude Oeste, com 410 metros de altitude. Segundo Köppen, o clima da região é do tipo Cwa (mesotérmico), com verão chuvoso e inverno seco entre junho e setembro. A precipitação média anual é de 1.535 mm e a média pluviométrica mensal situa-se em torno de 20 mm durante o período seco, e 253 mm nos meses mais chuvosos (novembro a fevereiro), chegando nos meses de dezembro a janeiro a 295 mm. A amplitude térmica é superior a 5 °C, a temperatura média anual é de 19,5 °C, a média do verão (dezembro a março) é cerca de 22 °C, e a do inverno (junho a agosto) de 16,8 °C. Os dados climáticos foram coletados no posto meteorológico do Campo Experimental, distante cerca de 2.500 m da área experimental.

3.2 Condução do Experimento

O plantio foi realizado no dia 22 de novembro de 2010. As sementes foram inoculadas com bactérias do tipo *Rhizobium*. O solo foi corrigido e adubado de acordo com as recomendações da análise do solo, com 450 kg do adubo N-P-K 08-28-16. Quinze dias após o plantio foi realizado o desbaste de forma a deixar um “stand” de doze plantas por metro linear, o espaçamento adotado foi de 60 cm entre linhas. Foi feita adubação de cobertura aos 30 e 60 dias após o plantio, o combate a ferrugem e insetos foram feitos 75 dias após o plantio, A colheita foi realizada aos 130 dias após o plantio quando a soja estava no estágio intermediário entre o R6 e R7.

3.3 Preparo das Silagens e Formação dos Tratamentos

Os tratamentos consistiram de silagem de soja acrescida com 0, 2, 4, 6 e 8% de tanino com base na MS. Para cada tratamento foram utilizados 4 silos de PVC, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, dotados de tampas de borracha nas extremidades, uma delas com válvula tipo Bunsen para saída dos gases. Em cada silo foram colocados 2,5kg de forragem. A forragem foi colhida manualmente com uso de segadeiras e em seguida picada em picadeira estacionária, regulada para um tamanho de corte de 10 a 30 mm. A forragem foi compactada manualmente, para se obter uma massa específica de 600 kg/m³. No fundo de cada silo foi colocada uma bolsa confeccionada em TNT contendo cerca de 500g de areia seca para reter o efluente produzido.

O tanino comercial foi pesado, de acordo com o tratamento, e misturado à forragem no momento da ensilagem. Foram retiradas amostras das forragens frescas, sem e com tanino e divididas em 2 partes. A primeira foi congelada em temperatura de -20°C. Uma segunda parte foi seca em estufa de ventilação forçada a 55,5±5°C, moída e armazenada para análises posteriores.

3.4 Avaliação da Composição Químico-Bromatológica, Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca, dos Parâmetros Fermentativos e Microbiológicos das Silagens

As determinações químicas e microbiológicas foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos, Microbiologia do Rúmen e Cromatografia na Embrapa Gado de Leite.-MG.

Após 60 dias da confecção foi realizada a abertura dos silos. A silagem contida em cada um deles foi homogeneizada e em seguida, retirada três amostras.

A segunda amostra da silagem foi utilizada para determinação da composição química. Para isso elas foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada de ar (55°C) durante 72 horas, posteriormente moídas em moinho de facas tipo Willey (peneira com perfurações de 1 mm) e analisadas quanto aos total de matéria seca (MS) a 105°C, teores de cinzas (CZ), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose (CEL), hemi-celulose (HEMI-CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) (Silva e Queiroz, 2002) e digestibilidade *in-vitro* da matéria seca (DIVMS) (Tilley e Terry, 1963).

O fracionamento dos compostos nitrogenados dos alimentos utilizados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por (MALAFAIA E VIEIRA 1997).

Para a determinação da fração nitrogenada solúvel dos alimentos, utilizou-se a determinação do nitrogênio residual insolúvel no tampão borato-fosfato (TBF). A fração A+B1 foi calculada pela diferença do N-total e o teor de N-insolúvel no TBF. A Fração B3 foi determinada pela diferença entre o N insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o N insolúvel em detergente ácido (NIDA), os quais foram determinados nos resíduos de FDN e FDA. A fração B2 foi calculada pela diferença entre o N-insolúvel no TBF e o NIDN. A fração C foi considerada como o N insolúvel em detergente ácido (NIDA). Todas as análises de N foram realizadas pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990) e, para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção 6,25.

Para determinação das frações de carboidratos utilizou-se a metodologia descrita por Sniffen *et al.* (1992). As frações que compõem os carboidratos totais (CHT) foram obtidas com a seguinte equação: $CHT = 100 - (PB + EE + CZ)$ em que PB corresponde à proteína bruta da amostra, EE extrato etéreo e CZ às cinzas. A fração C, proteínas associadas à lignina, consideradas indigeríveis foi estimada pela equação: $Fração\ C = 100 * [FDNcp(\%MS) * 0,01 * LIG(\%FDNcp) * 2,4] / CT(\%MS)$ em que FDN corresponde a fibra em detergente neutro e LIG corresponde a lignina da amostra. A fração B2 composta pela fração fibrosa potencialmente degradável estimada pela equação: $Fração\ B2 = 100 * [FDNcp(\%MS) - PIDN(\%PB) * 0,01 * PB(\%MS) - FDNcp(\%MS) * 0,01 * LIG(\%FDNcp) * 2,4] / CT(\%MS)$ em que FDNcp corresponde a fibra em detergente neutro, corrigido o seu conteúdo para CZ e proteínas. A fração A+B1 composta por açúcares solúveis, amido e pectina foi estimados pela seguinte equação: $A+B1 = CHT - (Fração\ B2 + Fração\ C)$.

Para determinação dos carboidratos solúveis (CHOsol) procedeu-se a extração com solução alcoólica a 80%, seguido de reação com solução ácida e posterior leitura em espectrofotômetro, utilizando-se solução de glicose para o preparo da curva padrão (VALADARES FILHO, 1997).

A terceira amostra foi congelada e posteriormente, utilizada para determinar o poder tampão. Este foi determinado em 15g do material fresco, após descongelamento, efetuando-se a maceração em liquidificador com 250 mL de água destilada durante 20 segundos. O macerado foi titulado primeiramente para pH 3,0 com HCl 0,1N para liberar bicarbonatos e CO₂ e, então, titulado para pH 6,0 com NaOH 0,1N. A poder tampão foi expressa como equivalente miligrama (e.mg) de álcali requerido para mudar o pH de 4,0 para 6,0 por 100 g de MS, após correção para o valor da titulação de 250 mL de água (PLAYNE e McDONALD, 1966).

A quarta amostra foi destinada à avaliação da estabilidade aeróbia das silagens.

Na tabela 1 estão apresentados os dados de composição bromatológica, DIVMS, CHOsol e fracionamento de carboidratos e proteína da soja com adição de tanino comercial no momento da ensilagem.

Tabela 1 Composição bromatológica, DIVMS, CHOsol e fracionamento de carboidratos e proteína da soja com adição de tanino comercial no momento da ensilagem

Parâmetro	0%	2%	4%	6%	8%	Média	
MS	30,03	30,46	31,57	31,30	32,83	31,24	
PB	18,58	18,80	17,96	18,10	17,77	18,24	
FDN	49,11	49,41	50,14	52,72	49,54	50,18	
FDA	34,46	36,30	36,42	38,29	35,69	36,23	
CEL	8,73	9,34	8,47	8,48	7,96	8,60	
HEMI-CEL	14,65	13,11	13,72	14,43	13,85	13,95	
LIG	9,68	11,22	12,19	13,45	15,32	12,37	
E.E	8,88	8,60	6,60	7,09	6,85	7,60	
CZ	8,73	9,34	8,47	8,48	7,96	8,60	
CT	30,0	25,2	28,3	26,6	28,4	27,7	
DIVMS	59,81	56,44	55,72	51,42	46,65	54,01	
CTH sol	153,63	131,16	206,37	144,88	229,65	173,14	
Frac. CHO	A+B1	42,99	43,35	46,03	41,76	49,46	44,72
	B2	43,54	41,11	37,81	39,02	31,34	38,56
	C	13,47	15,54	16,16	19,22	19,20	16,72
Frac. Prot.	A+B1	28,35	27,19	20,31	23,69	16,29	23,17
	B2	53,48	53,86	53,59	50,07	47,83	51,77
	B3	10,76	7,31	15,31	12,09	16,53	12,40
	C	7,40	11,64	10,79	14,16	19,34	12,67

MS matéria seca, PB proteína bruta, FDN fibra em detergente neutro, FDA fibra em detergente ácido, CEL celulose, HEMI-CEL hemi-celulose, LIG lignina, E.E extrato etéreo, CZ cinzas, CT carboidratos totais, DIVMS digestibilidade *in-vitro* da matéria seca, CTH sol carboidratos solúveis, Frac. CHO fracionamento de carboidratos, Frac. Prot fracionamento de proteína.

3.5 Avaliação da Estabilidade Aeróbia das Silagens

A silagem restante foi depositada em baldes plásticos de 3 litros, permanecendo por nove dias, para avaliação da estabilidade aeróbia. As amostras nos baldes foram mantidas em sala fechada para monitoramento da temperatura duas vezes ao dia (às 8 e 17 h), utilizando um termômetro de mercúrio inserido na massa ensilada, a 10 cm de profundidade. A temperatura ambiente foi monitorada com o auxílio de um termômetro localizado próximo aos baldes. A estabilidade aeróbia foi calculada de acordo com Kung Jr. *et al.*, (2000) através do tempo, em horas, para que as silagens após a abertura do silo, apresentassem temperatura 2°C mais elevada que a temperatura ambiente.

3.6 Avaliação de Perdas Sob as Formas de Gases e Efluentes

As perdas de MS por gases e efluentes e a recuperação de MS foram quantificadas através da diferença de peso (JOBIM *et al.* 2007). Pela fórmula a seguir foi calculada a perda na forma de gases:

$$PG (\% MS) = [(PSCF - PSCA) / (MVFE \times MSFE)] \times 100, \text{ em que:}$$

PSCF: peso do silo cheio (kg) no fechamento da silagem, PSCA: peso do silo cheio (kg) na abertura, MVFE: massa verde (kg) de forragem ensilada, MSFE: matéria seca (%) da forragem ensilada.

A perda por efluentes foi calculada pela seguinte equação:

$$PE = [(kg/ton MV) = (PSVAA - TS)] - (PSA - TS) / MVFE] \times 100, \text{ em que:}$$

PSVAA: peso do silo vazio com areia (kg) na abertura da silagem; TS: tara do silo; PSA: peso do silo com areia (kg) antes da colocação da forragem para a confecção da silagem; MVFE: massa verde de forragem (kg) utilizada na confecção da silagem.

A seguinte equação foi utilizada para estimar a recuperação de matéria seca(RMS % da MS)

$$\text{RMS (\% da MS)} = [(\text{MVFE} \times \text{MSFE})/(\text{MSA} \times \text{MSSA})] \times 100, \text{ em que:}$$

MVFE: massa verde de forragem (kg) na hora da ensilagem; MSFE: MS da forragem (%) na hora da ensilagem; MSA: massa da silagem (kg) na abertura dos silos; MSSA: MS da silagem (%) na abertura dos silos.

3.7 Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 2, 4, 6 e 8% de tanino condensado na MS da silagem) e quatro repetições.

Os resultados obtidos de todas as variáveis foram inicialmente avaliados quanto aos pré-supostos da análise de variância paramétrica e submetidos à análise de variância ($F \leq 0,05$). Os efeitos de tratamento foram analisados por análise de regressão. Para todas as avaliações estatísticas foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA 2000).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Composição Bromatológica e Digestibilidade

Os resultados da composição bromatológica e digestibilidade encontrados estão expostos na tabela 2.

Tabela 2 Resultados da composição bromatológica da silagem de soja adicionada de tanino após a abertura dos silos

Parâmetro	0%	2%	4%	6%	8%	Média	Equação
MS	31,57	32,25	32,6	34,67	32,94	32,81	$y = 25,85x + 31,771$
PB	22,67	21,89	22,31	20,98	19,43	21,45	$y = -36,95x + 22,929$
FDN	52,74	56,00	53,98	55,58	57,35	55,13	$y = 44x + 53,37$
FDA	41,21	43,19	41,42	42,19	43,52	42,31	NS
LIG	14,48	14,60	14,52	15,81	15,57	15,00	NS
CEL	19,78	27,79	26,26	25,80	27,30	25,39	NS
HEMICEL	11,54	12,82	12,56	13,39	13,82	12,83	$y = 25,65x + 11,8$
EE	12,11	10,48	10,56	9,052	8,24	10,09	$y = -45,888x + 11,923$
CZ	9,06	9,08	8,80	8,49	7,91	8,67	$y = -14,438x + 9,243$
DIVMS	48,37	45,77	46,62	43,10	40,13	44,80	$y = -95,737x + 48,627$
pH	5,60	5,56	5,54	5,27	5,53	5,5	NS
NH ₃ /NT	15,61	12,62	10,74	8,35	9,512	11,37	$y = 1391,5x^2 - 93,58x + 15,77$

MS matéria seca, PB proteína bruta, FDN fibra em detergente neutro, FDA fibra em detergente ácido, LIG lignina, CEL celulose, HEMI-CEL hemi-celulose, E.E extrato etéreo, CZ cinzas, DIMS digestibilidade *in-vitro* da matéria seca, NH₃/NT nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total.

Ao se analisar o conteúdo de MS da silagem de soja (figura 1), verificou-se que a inclusão de tanino comercial à soja no momento da ensilagem proporcionou aumento linear na proporção de 0,26% para cada unidade percentual de inclusão, fato atribuído ao elevado conteúdo de MS do tanino comercial. Os valores de MS da silagem apresentaram-se adequados (31,57 a 34,67%), o que vai de encontro aos valores propostos por McDonald *et al.* (1991) e Andriquetto *et al.* (2002) como sendo ideal para uma boa fermentação.

Houve decréscimo linear para o teor de PB na silagem (figura 2) quando se adicionou o tanino comercial, sendo de uma magnitude de -0,37% para cada unidade percentual de tanino comercial adicionado. Explicado pela ausência de proteína no tanino comercial. Tabacco *et al.*, 2006 trabalharam com adição de tanino à silagem não encontrou efeito da adição de tanino sobre os teores de nitrogênio total. Os valores de proteína apresentados neste trabalho podem ser considerados altos (em média 21,45%) sendo superiores aos valores encontrados na literatura que variam de 14,1 (DIAS *et al.* 2010) a 20,2 (TOBIA *et al.*, 2008).

Os teores de FDN (figura 3) apresentaram aumento linear positivo, quando se adicionou tanino a silagem, aumento este da ordem de 0,44% de FDN para cada unidade percentual de inclusão de tanino comercial. Contudo Van Soest (1994) relata que na verdade este aumento nos teores de FDN é pelo fato do tanino ter sua solubilização em meio ácido, fazendo com que durante a determinação com o detergente neutro parte deste tanino permaneça ligado a parede vegetal levando assim uma superestimação dos teores de FDN. Os valores de FDN encontrados neste experimento (em média 55,13% de FDN) são semelhantes aos encontrados por Rigueira (2008) que ao avaliar silagens de soja com melaço e ou inoculante bacteriano, encontrou valores de FDN na média de 52,37%. Entretanto, esses são superiores aos resultados obtidos por Tobia *et al.* (2008), que encontraram valores de FDN na ordem de 42,6%. Van Soest (1994) relata que o teor de FDN em plantas forrageiras é de

extrema importância, pois em geral, o aumento dos valores de FDN correlaciona-se negativamente com consumo do alimento, e que para forragem o limite seria 60% de FDN.

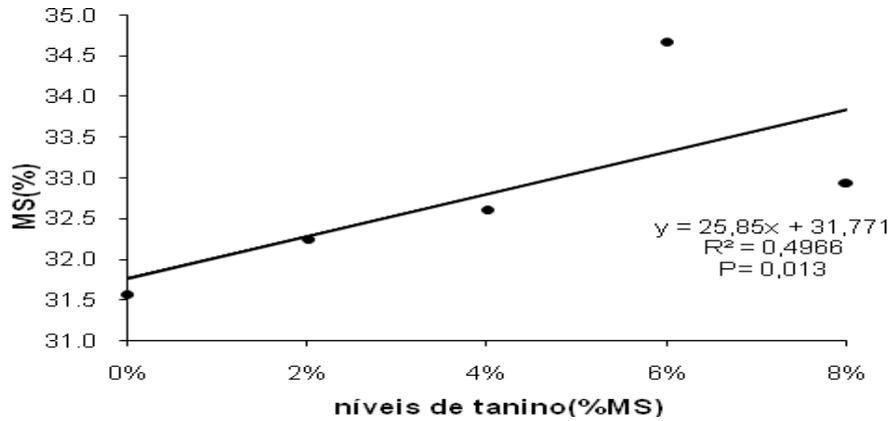


Figura 1 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de matéria seca de silagem de soja acrescida de tanino comercial

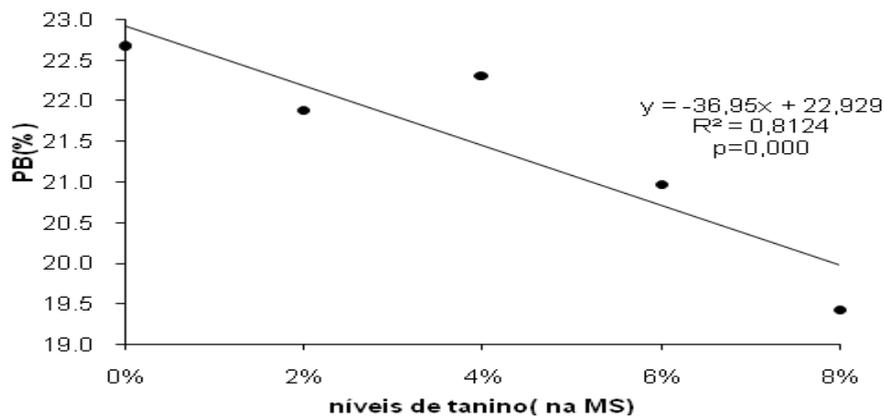


Figura 2 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de proteína bruta das silagens de soja acrescida de tanino comercial

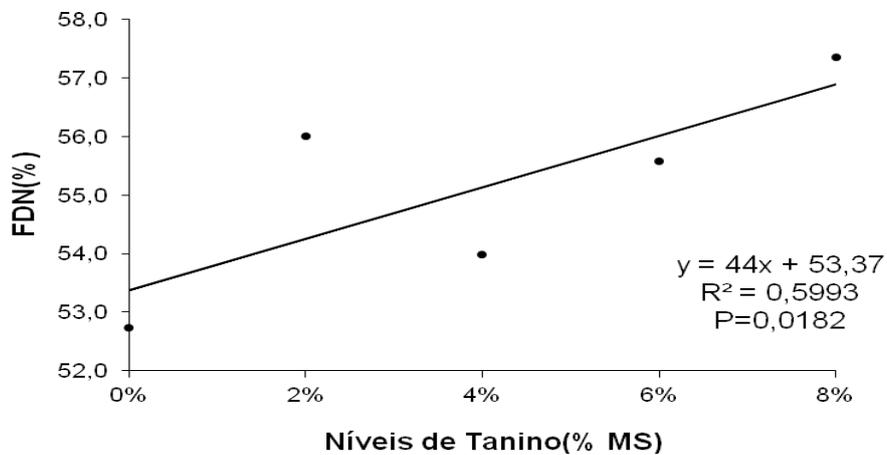


Figura 3 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de fibra em detergente neutro da silagem de soja acrescida de tanino comercial

Não houve efeito significativo da adição de tanino sobre os valores de FDA, Lignina, CEL e pH. Porém deve-se salientar o valor médio encontrado para FDA (42,31%), estando acima dos valores reportados na literatura, Bello- Pérez *et al.* (2008) 24,3% e Souza (2008) 23,94%. Estes altos valores de FDA refletiram diretamente sobre os valores encontrados de Lignina (em média 15%) que também foram superiores aos reportados por Bello-Pérez *et al.* (2008) e Souza (2008) 5,44 e 5,88% respectivamente. Segundo Van Soest (1994), a lignina é o fator que mais limita a disponibilidade da parede celular da planta aos microorganismos ruminais. Uma explicação para estes valores elevados de FDN, FDA e Lignina pode ser o estágio de desenvolvimento (entre R6 e R7) em que esta a planta foi colhida, o que para a variedade (cv. Juliana) utilizada pode ter sido avançada.

Os teores de HEMI-CEL (figura 4) foram afetados de forma linear crescente de acordo com o nível de inclusão do TCC (0,26% para cada 1% de inclusão de tanino comercial). Como na determinação com detergente neutro o TCC adicionado não se desprende da parede celular, e quando se faz a determinação com o detergente ácido, o tanino se desprende da parede celular, os teores de HEMI-CEL assim como os teores de FDN apresentem crescimento com sua adição, uma vez que a HEMI-CEL é calculada subtraindo-se o FDA do FDN.

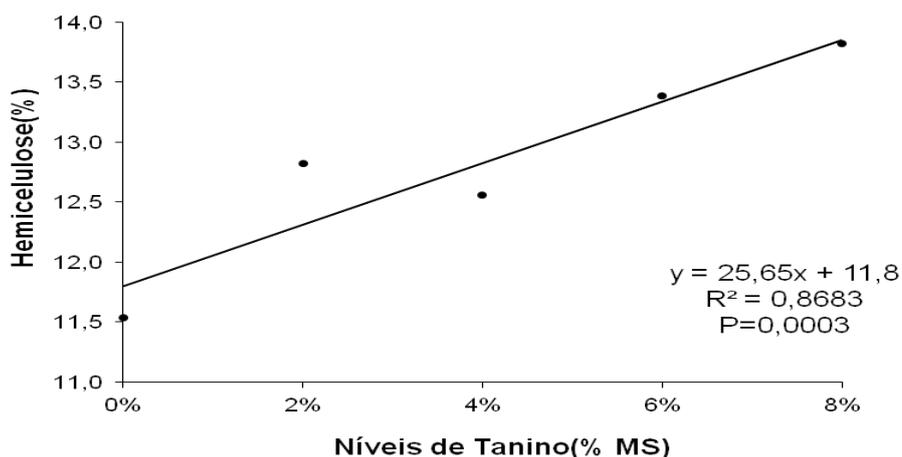


Figura 4 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de hemicelulose da silagem de soja acrescida de tanino comercial

A concentração de estrato etéreo (figura 5) caiu de forma linear com a inclusão de TCC, existindo duas explicações, a primeira é que no TCC não contém lipídios, e a outra, é que possivelmente a inclusão de tanino pode ter favorecido o crescimento de bactérias que utilizam os lipídios como fonte de energia, fato comprovado por dados não publicados deste experimento. O valor médio encontrado é considerado alto (10,09% da MS), excedendo o limite preconizado por Van Soest (1994) que é 6% na MS da dieta, níveis acima deste pode causar efeitos deletérios sobre a digestibilidade da fibra em ruminantes, sobretudo a gordura insaturada que é o caso da soja, causando um efeito tóxico sobre os microorganismos e ainda impedindo sua adesão a fibra impossibilitando assim sua digestão. Por conseguinte, a utilização da silagem de soja não deveria ultrapassar o limite proposto por Rigueira (2008) 40% da dieta total.

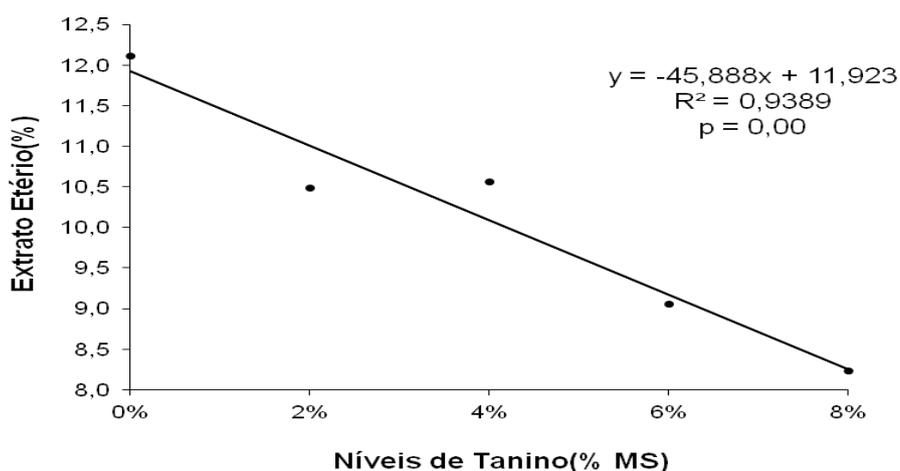


Figura 5 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de extrato etéreo da silagem de soja acrescida de tanino comercial

Assim como os teores de extrato etéreo os teores de CZ (figura 6) sofreram decréscimo linear negativo com a inclusão de TCC. Sendo explicado pela ausência de minerais no tanino comercial, estes níveis de CZ (média de 8,67% na MS) estão próximos aos encontrados por Dias *et al.* (2010) que trabalharam com silagem de soja ensilada no mesmo estágio de desenvolvimento (média de 8,2% da MS). Os teores de CZ aliados aos elevados teores de PB podem explicar em parte os altos valores de pH encontrados neste experimento pois Jobim *et al.* 2007 relata que estes são uns dos principais componentes presentes na poder tampão.

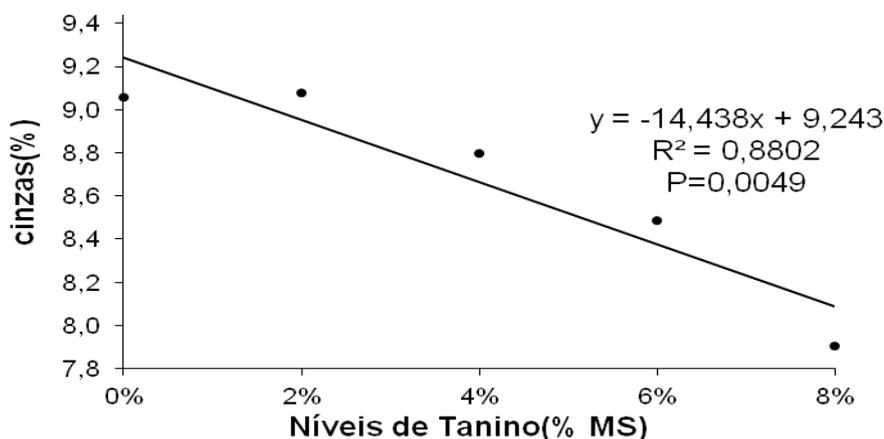


Figura 6 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de cinzas da silagem de soja acrescida de tanino comercial

A DIVMS (figura 7) respondeu a adição de tanino de forma linear negativa, com decréscimos de 0,96% para cada unidade percentual de tanino comercial acrescida na silagem. Fato que pode ter explicação na complexação do tanino com as proteínas e a parede celular, indisponibilizando assim, o acesso para os microorganismos realizarem a digestão do alimento (VAN SOEST, 1994; MAKKAR, 2003; DEAVILLE *et al.* 2010). Os valores digestibilidade encontrados no presente estudo mesmo sem a adição de tanino são baixos quando comparados os encontrados na literatura, Bello-Pérez *et al.* (2008) encontraram

valores de digestibilidade da MS da silagem de soja na ordem 71,1%. Esta baixa digestibilidade encontrada pode ser atribuída ao estágio de maturação, que pode ter sido elevado para a variedade utilizada, ou até mesmo à própria variedade utilizada (MELLO FILHO, 2006).

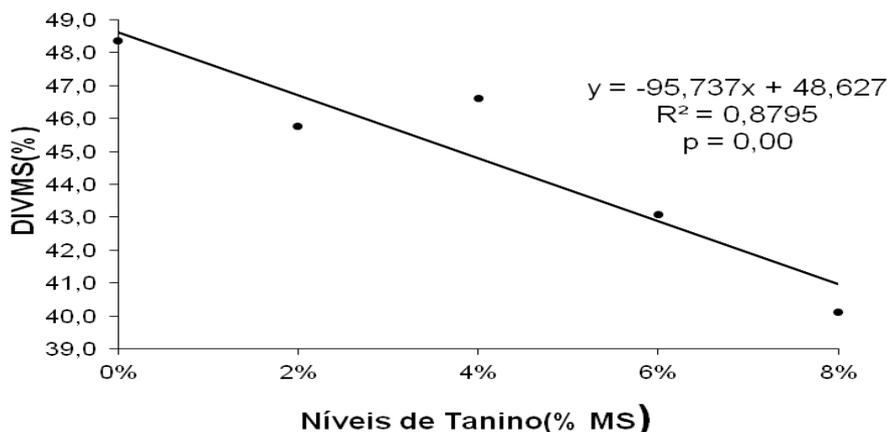


Figura 7 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores da digestibilidade in vitro da matéria seca da silagem de soja acrescida de tanino comercial

Os teores de NH_3/NT (figura 8) se apresentaram de forma quadrática, ou seja, reduzindo seus valores até o ponto de mínimo (6,34% de inclusão de tanino) onde o valor de NH_3/NT foi de 8,11%, isto é, uma redução de 48,05%. Este efeito deve-se ao fato do TCC ter impedido que os microorganismos tivessem acesso as proteínas evitando assim sua perda (TABACCO *et al.*, 2006 e , McSWEENEY *et al.*, 2001). O mesmo efeito da adição do tanino à silagem foi encontrado por Tabacco *et al.*, 2006, que trabalharam com adição de tanino à silagem de alfafa e relataram uma redução máxima com a inclusão de 6% de tanino, porém a redução foi menor que a encontrada no presente estudo (25%).

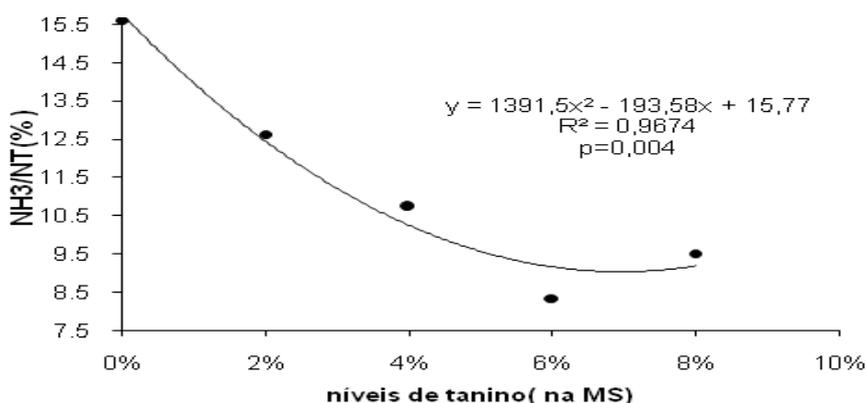


Figura 8 Equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de nitrogênio amoniacal relação a nitrogênio total da silagem de soja acrescida de tanino comercial

4.2 Fracionamento dos Compostos Nitrogenados e Carboidratos

Na tabela 3 estão apresentados os resultados do fracionamento de proteínas da silagem de soja ensilada com tanino comercial.

Tabela 3 Frações dos compostos nitrogenados das silagens de soja acrescida de tanino comercial

Frações	0%	2%	4%	6%	8%	Média	Equação
A+B1	33,30	27,58	20,86	17,39	15,15	22,86	$y = -232,46x + 32,154$
B2	57,53	56,53	62,00	57,75	58,71	58,50	NS
B3	1,71	6,03	7,70	12,70	13,47	8,32	$y = 150,93x + 2,2845$
C	7,46	9,87	9,43	12,17	12,66	10,32	$y = 63,525x + 7,774$

A fração A+B1 (figura 9) da proteína, que representa o nitrogênio não protéico, aminoácidos e pequenos peptídeos (MALAFAIA e VIEIRA, 1997), sofreu redução linear com a adição de tanino comercial com uma redução de 2,32% para cada unidade percentual de inclusão de tanino comercial. Demonstrando que o tanino realmente diminuiu a degradação das proteínas e ainda se complexou com alguns compostos protéicos solúveis, A ausência de tanino comercial no momento da ensilagem proporcionou um aumento desta fração (A+B1) 119,8% maior que a inclusão de 8% tanino comercial.

A inclusão de tanino comercial não influenciou os níveis da fração B2 da proteína, sendo esta considerada a fração com taxa de degradação intermediária no rumem (LICITRA *et al.* 1996). Seus níveis apresentaram média de 58,5% do nitrogênio total.

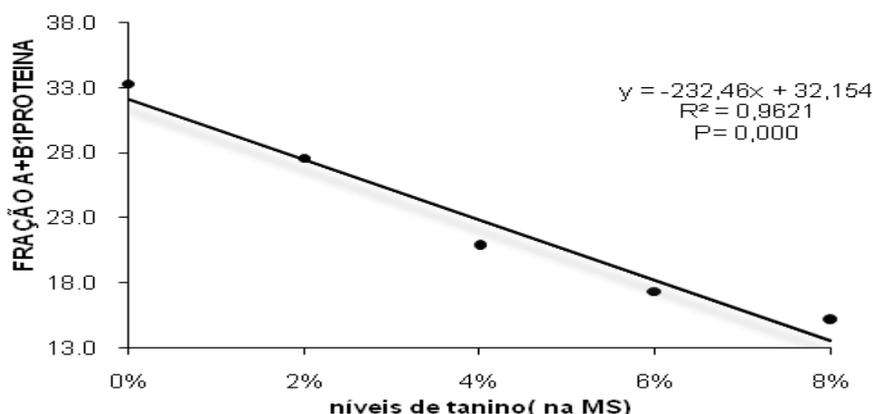


Figura 9 Equação de regressão e coeficiente de determinação das frações A+B1 da proteína da silagem de soja acrescida de tanino comercial

A fração B3 (figura 10) apresentou comportamento linear positivo com a inclusão do tanino comercial, na proporção de 1,5% para cada unidade percentual de inclusão do tanino comercial. Esta fração corresponde ao nitrogênio ligado à parede celular vegetal, porém solúvel em detergente ácido, apresentando lenta degradação ruminal em torno de 0,02 a 1%.h (SNIFFEN *et al.* 1992). Esta baixa degradabilidade da fração B3 em nível de rumem faz com que haja um maior aporte de proteína ao intestino (CABRAL *et al.*, 2004), reiterando o achado de Tabacco *et al.*, (2006) que a inclusão de tanino à alfafa antes da ensilagem, proporcionou maior aporte de proteína para o intestino, conseqüentemente, uma maior quantidade absorvida sem que seja degradada no rumem, diminuindo o gasto energético. Este efeito é explicado por Barry e McNabb, (1999) onde é descrito que o tanino é capaz de formar complexos estáveis com a proteína na faixa de pH de 3,5 a 7,5, sendo o abomaso a porção do estômago de digestão ácida, em que, os valores de pH se encontram fora desta faixa fazendo com que este complexo feito na silagem sejam desfeitos, tornando esta proteína novamente passível de absorção em nível de intestino.

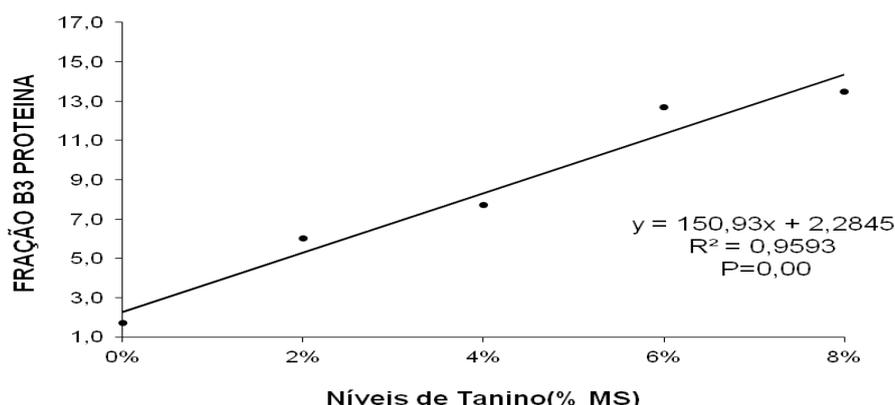


Figura 10 Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração B3 da proteína da silagem de Soja acrescida de tanino comercial

A fração C (figura 11) da proteína assim com a fração B3 sofreu efeito linear positivo com a adição de tanino comercial, este acréscimo foi de 0,63% para cada unidade percentual de inclusão de tanino. Esta fração corresponde à fração indigerível da proteína, correspondendo às proteínas associadas à lignina, complexo tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, é altamente resistente às enzimas microbianas e indigestível ao longo do trato gastrointestinal (LICITRA *et al.*, 1996). Este mesmo comportamento foi encontrado por Deaville *et al.*, 2010 que ao adicionarem tanino a silagem de Azevém perceberam maior excreção fecal de nitrogênio, ou seja, menor digestibilidade, achando uma maior porcentagem de excreção do nitrogênio via fecal (menor digestibilidade), quando comparada com a dieta controle, porém que uma vez digerido o nitrogênio da dieta com adição de tanino foi melhor metabolizado.

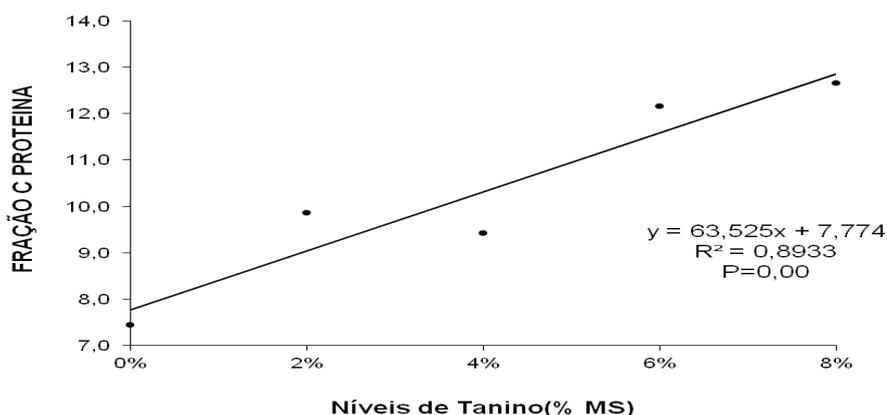


Figura 11 Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração C da proteína da silagem de soja acrescida de tanino comercial

Na tabela 4 São expostos os resultados do fracionamento de carboidratos da silagem de soja ensilada com tanino comercial.

A inclusão de tanino ocasionou aumento linear para as frações A+B1 (figura 12), este aumento foi de 0,71% para cada unidade percentual de inclusão de tanino comercial, aumentando 8,28% no nível 0% para o nível 8% de inclusão de tanino comercial. Esta fração é composta pelos açúcares solúveis, pectina e o amido, componentes que apresentam rápida degradação ruminal. O aumento nos teores destas frações pode ter ocorrido devido a uma

menor utilização deste pelos microorganismos durante a fermentação, uma vez que estes açúcares são o principal substrato energético para a fermentação.

Tabela 4 Fracionamento de carboidratos da silagem de soja ensilada com tanino comercial.

Frações	0%	2%	4%	6%	8%	Média	Equação
A+B1	29,36	29,09	32,16	34,62	33,73	31,79	$y = 71,325x + 28,94$
B2	45,85	45,67	43,78	40,03	40,96	43,26	$y = -77,1x + 46,342$
C	24,78	25,24	24,06	25,35	25,31	24,94	NS

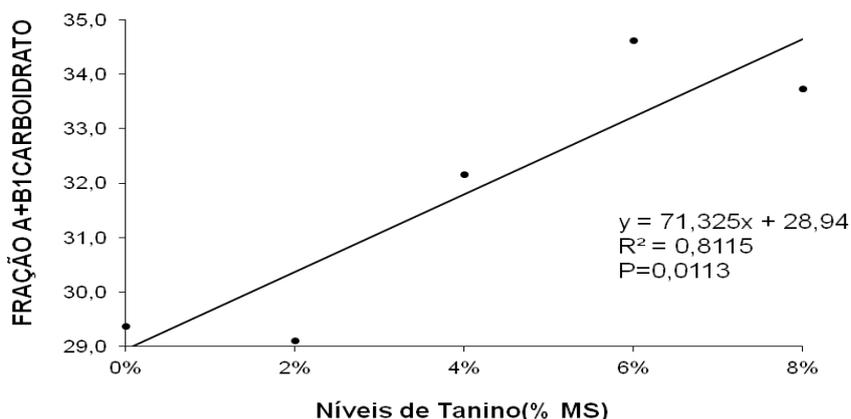


Figura 12 Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração A+B1 dos carboidratos da silagem de Soja acrescida de tanino comercial

A fração B2 (figura 13) correspondente aos carboidratos ligados a parede celular sofreu decréscimo linear com a inclusão de tanino comercial, na proporção de 0,77% para cada unidade percentual de inclusão de tanino. Esta diminuição pode ter sido ocasionada pelo aumento nos teores das frações A+B1, sendo esta diferença em proporções próximas, 0,71% de aumento das frações A+B1 e 0,77% de diminuição da fração B2.

A inclusão de tanino comercial não surtiu efeito sobre a fração C dos carboidratos, que em média foi de 24,94% dos carboidratos

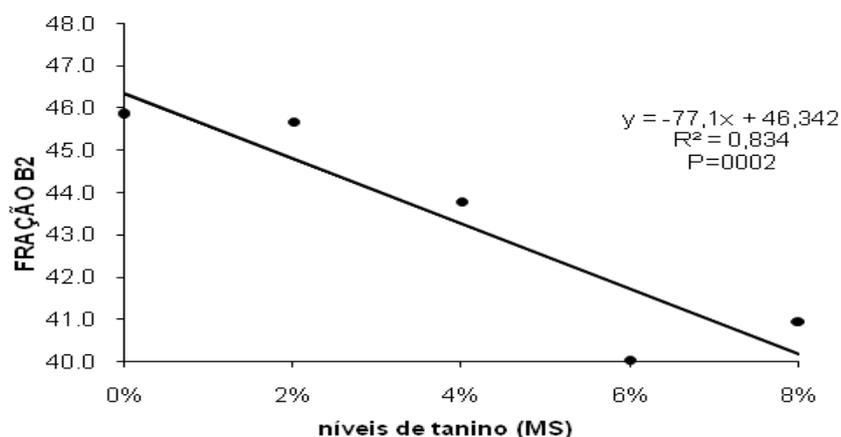


Figura 13 Equação de regressão e coeficiente de determinação da fração B2 dos carboidratos da silagem de soja acrescida de tanino comercial

4.3 Perdas e Recuperação da Matéria Seca

Na tabela 5 estão expostos os resultados das perdas por gás, perdas por efluente e da recuperação da MS da silagem de soja ensilada com tanino comercial.

Tabela 5 perda por gás, perda por efluente e recuperação da matéria seca da silagem de soja ensilada com tanino comercial.

Parâmetro	0%	2%	4%	6%	8%	Média	Equação
PER/GÁS	2,92	1,66	1,49	1,86	1,76	1,94	$y=509,82x^2-51,386x+2,7684$
PER/EFLU	0,97	0,50	0,39	0,25	0,46	0,51	$y=237,05x^2-25,277x+0,9551$
REC MS	97,08	98,34	98,51	98,14	98,25	98,06	$y=-508,93x^2+51,314x+97,232$

PER/GÁS perda por gás, PER/EFLU perda por efluente, REC MS recuperação da matéria seca

A adição de tanino comercial teve efeito quadrático sobre as perdas por gás (figura 14), onde a mínima perda via gás foi com a inclusão de 4,77% de tanino comercial, onde se perdeu 1,48%. Quando não se adicionou tanino comercial as perdas foram 87,08% maiores do que quando se compara com o melhor nível de inclusão.

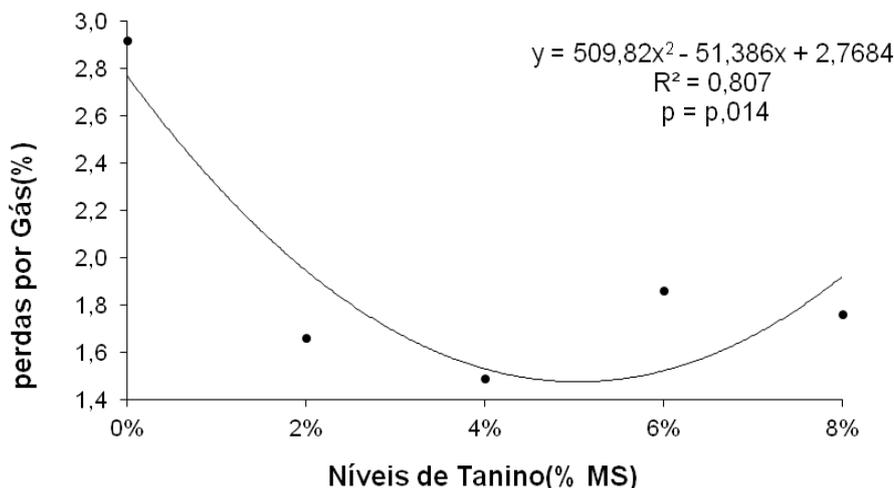


Figura 14 Equação de regressão e coeficiente de determinação de perdas por gás da silagem de soja acrescida de tanino comercial

O tanino comercial agiu sobre a redução das perdas por efluentes (figura 15) de forma quadrática, apresentando máxima eficiência com a inclusão de 5,13% de tanino comercial onde proporcionou redução de 70,68% quando comparada a silagem sem tanino comercial.

A recuperação da MS (figura 16) se comportou de forma quadrática, aumentando até o nível de 4,51% de tanino comercial onde se obteve 98,51% de recuperação da MS. Demonstrando que o tanino comercial age beneficemente sobre a perda de MS durante o processo de ensilagem. Os resultados aqui expostos estão de acordo como os encontrados por Tabacco *et al.*, (2006) que acharam a máxima eficiência de inclusão do tanino quando se adicionou 4% de tanino a alfafa antes da ensilagem, nível em que proporcionou 98% de recuperação da MS.

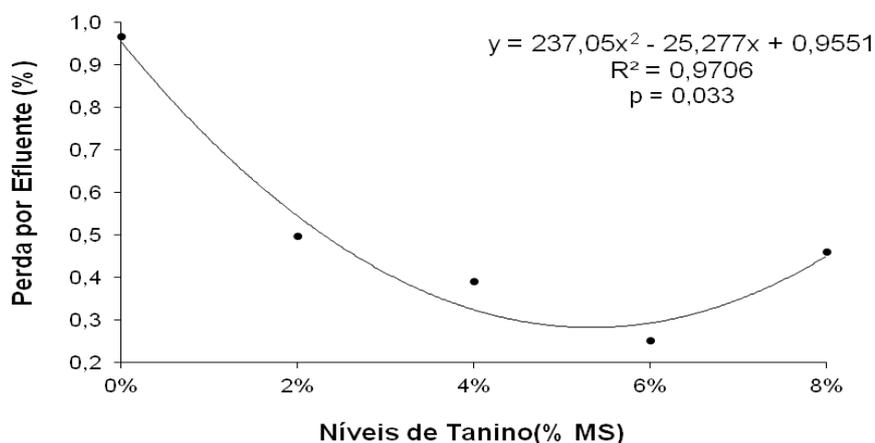


Figura 15 Equação de regressão e coeficiente de determinação da perda por efluente da silagem de soja acrescida de tanino comercial

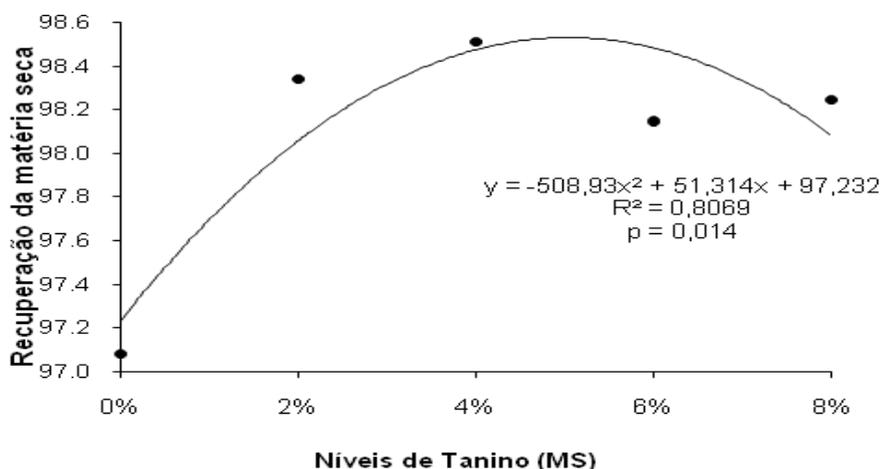


Figura 16 Equação de regressão e coeficiente de determinação da recuperação de matéria seca da silagem de soja acrescida de tanino comercial

4.4 Estabilidade Aeróbia

Na tabela 6 estão expostos os resultados da estabilidade aeróbia da silagem de soja ensilada com tanino comercial.

A silagem de soja se apresentou estável durante os nove dias de avaliação, para todos os tratamentos. Constatando o achado de Griffin (2000) citado por Barbosa *et al.*, (2011), que leguminosas apresentam estabilidade aeróbia maiores que as silagens de gramíneas. Outra explicação é a dada por Jobim *et al.* 2007, onde dizem que silagens de boa qualidade são aquelas que apresentam pior estabilidade aeróbia, pois estas têm os substratos necessários para o desenvolvimento de microorganismos. Sendo que com os valores de pH e NH_3/NT demonstram que a silagem deste estudo não teve boa fermentação.

Tabela 6 Estabilidade aeróbia da silagem de soja com tanino comercial

c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
PERÍODO	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M									
Temperatura Ambiente (°C)	18,4	19,8	19	19,8	18,6	20	19,4	19,6	18,9	19,4	18,3	18,2	18,4	18,5	18,2	18,3	18,5	18,5	18,4
Temperatura Silagem (°C)																			
0%	16,1	18,1	19,1	19,8	19,8	20,1	19,5	20,1	19,5	19,5	18,6	18,4	18,0	18,3	18,5	19,0	19,1	18,7	16,1
2%	16,4	18,1	19,0	19,8	19,9	20,0	19,5	19,9	19,4	19,5	18,6	18,3	17,8	18,3	18,3	19,0	18,9	18,7	16,4
4%	16,6	18,2	19,0	19,9	20,0	20,1	19,5	20,0	19,3	19,4	18,5	18,3	17,8	18,3	18,6	18,7	18,9	18,8	16,6
6%	16,7	18,5	19,1	19,9	20,1	19,9	19,6	20,1	19,4	19,5	18,6	18,3	17,8	18,3	18,5	18,9	19,0	18,8	16,7
8%	16,5	18,9	19,2	20,0	20,0	19,9	19,5	20,1	19,4	19,7	18,6	18,3	17,8	18,3	18,5	19,1	18,7	18,7	16,5

T tarde, M manhã

5 CONCLUSÕES

O tanino melhora a fermentação da silagem de soja.

O tanino diminui a degradação de proteínas durante a ensilagem, proporcionando um aumento das frações potencialmente digestíveis no pós-rumem (PNDR).

O tanino reduz as perdas durante o processo de ensilagem.

A silagem de soja independente da inclusão de tanino apresenta boa estabilidade aeróbia.

A inclusão de tanino deve ser de 4,51% da MS.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam a necessidade de mais estudos da cultivar Juliana.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERTS, R.J.; McNABB, W.C.; MOLAN, A. *et al.* Condensed tannins from *Lotus corniculatus* and *Lotus pedunculatus* exert different effect on the in vitro rumen degradation of ribulose-1,5- bisphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco) protein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.79-85, 1999.
- ALBRECHT, K.A.; BEAUCHEMIN, K.A. **Alfalfa and other perennial legume silage. In: Silage Science and Technology.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison, USA, 2003. p.633-664.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, J.S. *et al.* **Nutrição animal:** as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos. 4.ed. São Paulo: Nobel, 2002, 395p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** Vol. I. 15th ed. Arlington: AOAC International, 1990. 117p.
- BARBOSA, L.A.; REZENDE, A.V.; RABELO C.H.S. *et al.* Estabilidade aeróbia de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas. **Arquivos de Veterinária**, v.27, n.4, p.255-262, 2011.
- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L. *et al.* sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008. (*suplemento especial*).
- BARRY, T.N.; MCNABB, W.C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal Nutricional**, v.81, p.263–272, 1999.
- BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.15, n.1, p.63-72, 2004.
- BEEVER, D.E.; THORPE, C. Advances in the understanding of factors influencing the nutritive value of legumes. Legumes in Sustainable Farming Systems: Occasional Symposium. **British Grassland Society**, v.30, p.194-207, 1996.
- BELLO-PÉREZ, E.V.; MUSTAFA, A.F.; SEGUIN, P. Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.229-235, 2008.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. *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**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CHINH, B.V.; TAO, N.H.; MINH, D.V. Growing and ensiling soybean forage between rice crops as a protein supplement for pigs in north Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, v.5, n.1, 1993.
- DEAVILLE, E.R.; GIVENS, D.I.; MUELLER-HARVEY, I. Chestnut and mimosa tannin silages: Effects in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilization and losses. **Animal Feed Science and Technology**. v.157. P.129-138, 2010

DIAS, F. J. **Valor nutritivo de silagens de gramíneas de inverno com ou sem leguminosas e da planta de soja.** 2007. 83p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

DIAS, F. J.; JOBIM, C. C.; SORIANI FILHO, J. L. *et al.* Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum.** v.32, n.1, p.19-26, 2010.

EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; GALVÃO, J.G. *et al.* Efeito da associação milho-soja no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, p.5059, 1983.

EVANGELISTA, A. R.; RESENDE, P. M.; MACIEL, G. A. **Uso da soja (Glycine max (L.) Merrill) na forma de forragem.** Lavras: UFLA, 2003.

FARIA, V.P.; PEIXOTO, A.M.; TOSI, H. *et al.* Ensilagem de leguminosas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1971, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1971. p.48-50.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

HINTZ, R.W.; ALBRECHT, K.A.; ANDE, S.O.P. *et al.* Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. **Agronomy Journal.** v.84, p.795-798, 1992.

JASMAN, A. J. M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. **Nutrition Research Reviews**, v.6, p.209-236, 1993.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-120, 2007 (*suplemento especial*).

KARIUKI, I. W.; NORTON, B. W. The digestion of dietary protein bound by condensed Tannins in the gastro-intestinal tract of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.142, p.197-209, 2008.

KOIVISTO, J.M.; DEVINE, T. E.; LANE, G.P.F. *et al.* Forage soybeans (Glycine Max(L.) Merr.) in the United Kingdom: test of new cultivars. **Agronomie**, v.23, p.287-291, 2003.

KUNG JR, L.; ROBINSON, J.R.; RANJIT, N.K. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1479-1486, 2000.

LANDAU, S.; SILANIKOVE, N.; NITSAN, Z. *et al.* Short-term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. **Applied Animal Behaviour Science**, v.69, p.199-213, 2000.

LASCANO, C.E.; SCHMIDT, A.; BARAHONA, R. Forage quality and the environment. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001. p.351-356.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**.v.57, n.4, p. 347-358, 1996.

MAASS, B. L.; LASCANO, C.E.; CÁRDENAS, E.A. La leguminosa arbustiva *Codariocalyx gyroides*. Valor nutritivo y aceptabilidad en el piedemonte amazônico. **Pasturas Tropicales**, v.18, p.10-16, 1996.

MAKKAR, H.P.S.; BLÜMEL, M.; BECKER, K. In vitro effect of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.69, p.481-493, 1995.

MAKKAR, H.P.S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v.49, p.241-256, 2003.

MALAFAIA, P.A.M., VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. 1997, Lavras. **Anais...** Lavras, 1997,p. 29.

MCDONALD, P.J., HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. 1991. **The biochemistry of silage**. 2ª Ed. Mallow Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MCSWEENEY, C.S.; PALMER, B.; McNEILL, D.M. et al. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.83-93, 2001.

MERCHEN, N. R.; SATTER, L. D. Changes in nitrogenous compounds and sites of digestion of alfalfa harvested at different moisture contents. **Journal Dairy Science**, v.66, p.789, 1983.

MELLO FILHO, O.L. **Avaliação de variedades e progênies de soja para produção de silagem**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 72p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD, G.T. *et al.* The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.3-19, 2003.

MUCK, R.E.; PITT, R.E. Ensiling and its effect on crop quality. In: SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL, 1993, Syracuse. **Proceedings of the National Silage Production Conference**, Syracuse, New York, 1993. p.57-66.

MUCK, R.E., MOSER, L.E., PITT, R.E. **Post-harvest factors affecting ensiling**. In: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H., editors. *Silage Science and Technology*. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America. 2003. p. 251-304.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.3-20, 2001.

MUNOZ, A.E.; HOLT, E.C.; WEAVER, R.W. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, v.75, p.147-149, 1983.

- O'KIELY, P.O.; CLANCY, M.; DOYLE, E.M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2001. São Pedro-SP. **Proceedings...** Piracicaba-FEALQ, 2001. p.794-795.
- OBEID, J.A.; ZAGO, C.P.; GOMIDE, J.A. Qualidade e valor nutritivo de silagens consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja anual (*Glycine Max* (L) Merrill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, p.439-446, 1985.
- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E. Silagem consorciada de milho (*Zea mays* L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.33-38, 1992a.
- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E. Silagem de milho (*Zea mays* L.) consorciado com leguminosas na alimentação animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.39-44, 1992b.
- ODENYO, A.A.; BISHOP, R.; ASEFA, G. *et al.* Characterization of tannin-tolerance bacterial isolates from East. **African Ruminants Anaerobe**, v.7, p.5-15, 2001.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. *et al.* Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE OF TROPICAL SILAGES, 1999, Rome. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000. p.17-30.
- PACIULLO, D.S.; AROEIRA, L.J.M.; ALVIM, M.J. *et al.* Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.421-426, 2003.
- PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, K. G. Strategies to enable the use of legume silage in ruminant production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2009, São Paulo. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.109-136.
- PEREIRA, R.C.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. *et al.* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit) na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciência Agroecologia**, Lavras, v.28, n.4, p.924-930, 2004
- PLAYNE, M. J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.17, p.264-268, 1966.
- REED, J. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1516-1528, 1995.
- RIGUEIRA, J. P. S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte**. 2008, 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v.30, p.3875-3883, 1991.
- SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D.M.; PELL, A.N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.21-40, 2001.

SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; REIS, M.S. *et al.* `UFV-5' Cultivar de Soja Para Cerrado do Brasil Central. **Revista Ceres**, v.32, n.184, p. 525-530, 1985.

SEITER, S.; ALTEMOSE, C.E.; DAVIS, M.H. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. **Agronomy Journal**, v.96, p.966-970, 2004.

SHEAFFER, C.C.; ORF, J.H.; DEVINE, T.E. *et al.* Yield and quality of forage soybean. **Agronomy Journal**, v.93, p.99-106, 2001.

SILANIKOVE, N.; PEREVOLOTSKY, A.; PROVENZA, F.D. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.69-81, 2001.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. V.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, W. F. **Silagem de soja associada a diferentes níveis de silagem de milho em dietas para bovinos de corte**. 2008. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

TABACCO, E.; BORREANI, G.; CROVETTO, G.M. *et al.* Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4736-4746, 2006.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

TOBIA, C.; VILLALOBOS, E. Producción y valor nutricional del forage de soya en condiciones tropicales adversas. **Agronomia Costarricense**, v.28, n.1, p.17-25, 2004.

TOBIA, C. E.; VILLALOBOS, A R.; SOTO, H.; *et al.* Valor nutricional da soja (*Glycine max* L. Merr.) silagem fermentada com melação e inoculadas com *Lactobacillus brevis* 3. **Livestock Research for Rural Development**. v. 20, 2008.

VALADARES FILHO, S. C. **Digestibilidade aparente e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de feno de soja perene**. 1997. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VITOR, C.M.T.; DA FONSECA, D.M.; CÓSER, A.C. *et al.* Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

WOOLFORD, M.K.. **The silage fermentation**. 1ª ed. New York. Marcel Dekker, 1984. 322 p.