

ANNA RITA MARCONDES DOS SANTOS

**DIALELO EM GERAÇÃO AVANÇADA PARA SELEÇÃO DE LINHAGENS  
DE SOJA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S237d  
2013

Santos, Anna Rita Marcondes dos, 1989-  
Dialelo em geração avançada para seleção de linhagens de soja  
para produção de silagem / Anna Rita Marcondes dos Santos. –  
Viçosa, MG, 2013.  
xiii, 58 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Carlos Sigueyuki Sedyama.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 53-58.

1. Soja - Melhoramento genético. 2. Análise combinatória.  
3. Silagem. 4. Forragem. 5. Genética quantitativa.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.342

ANNA RITA MARCONDES DOS SANTOS

**DIALELO EM GERAÇÃO AVANÇADA PARA SELEÇÃO DE LINHAGENS  
DE SOJA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM**

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

APROVADA: 16 de julho de 2013.

---

Newton Deniz Piovesan  
(Coorientador)

---

Karina Guimarães Ribeiro

---

Tocio Sedyama

---

Carlos Sigueyuki Sedyama  
(Orientador)

*Aos meus pais Emival e Lúdia.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais esta etapa cumprida.

Aos meus pais Emival e Lúcia, pela dedicação e pelo amor.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia (Produção Vegetal), pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Carlos Siqueyuki Sedyama, pela orientação.

Ao Professor Odilon Gomes Pereira e ao Pesquisador Newton Deniz Piovesan, pela atenção e pelo apoio.

Ao Professor Edenio Detmann, coordenador do Laboratório de Nutrição de Animal, e aos funcionários Faustino Monteiro, Raimundo, Valdir, Mário, Fernando, pelas contribuições.

À Luisa Salvador Borges e ao Igor Soares Pereira, pela amizade e pelo auxílio na execução deste trabalho.

Ao Newton Deniz Piovesan e aos funcionários do Programa de Melhoramento de Soja Cupertino, Reginaldo, José Carlos, Paulo Paiva e Paulinho, pelo apoio técnico.

Aos funcionários do Campo Experimental Diogo Alves de Mello Eduardo, Toninho, Vinícius, Luciano e Luiz, pelo apoio técnico na condução do experimento de campo.

À professora Karina Guimarães Ribeiro e ao professor Tocio Sedyama, pelas contribuições.

Aos meus colegas do Laboratório de Forragicultura Thiago, Vanessa, Juliana, Paula, Felipe, Douglas, Augusto, Lucas, Mariele, Rafael e Leidy, pelo carinho e pela disposição em me ajudar nas análises no Laboratório de Nutrição de Animal e de Forragicultura.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação, em especial Leonardo, Gabriel, Débora, Ítalo, Gessimar, Emerson e Haroldo, pelo companheirismo e pela agradável convivência.

A todos os professores que tive ao longo da vida, pelo exemplo e pelos ensinamentos.

Aos meus colegas dos Laboratórios de Biologia Molecular I (Biomol) e Biologia Molecular II Luiz Cláudio, Ana Paula, Alexandre, Leandro, Bruno, Míriam e Leonardo, pela amizade e colaboração.

Aos meus colegas do Laboratório de Soja, Programa de Melhoramento de Soja da UFV, Amilton, Yuri, André, Francisco, Danúbia, Lucas, Ciro e Joana, pela agradável convivência.

À Fernanda de Souza Freitas, pela amizade, paciência e agradável convivência diária durante seis anos.

## **BIOGRAFIA**

ANNA RITA MARCONDES DOS SANTOS, filha de Emival Batista Marcondes e Lídia Maria dos Santos Marcondes, nasceu em 3 de janeiro de 1989, em Goiânia, GO.

Em 2005, concluiu o Ensino Médio no Colégio Osvaldo Cruz, em Piracanjuba, GO.

Em julho de 2011, concluiu o Curso de Engenharia Agrônômica e ingressou no Curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia da UFV, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa da dissertação em julho de 2013.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
2.1. Material genético .....	8
2.1.1. Experimento 1 .....	9
2.1.2. Experimento 2 .....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
3.1. Forragem .....	14
3.2. Silagem .....	21
3.3. Análises dialélicas .....	27
3.4. Análises de correlação .....	36
4. CONCLUSÕES .....	52
5. REFERÊNCIAS .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resumo da análise de variância da composição bromatológica de forragem de soja .....	18
Tabela 2 - Média da composição bromatológica de forragem de soja.....	20
Tabela 3 - Resumo da análise de variância da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja .....	23
Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Spearman entre médias dos genitores e de suas progênes no ano agrícola 2009/10 e as médias dos genitores e de suas progênes no ano agrícola 2011/12.....	25
Tabela 5 - Média da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja .....	26
Tabela 6 - Resumo da análise de variância da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para altura de plantas, produtividade de matéria seca e composição bromatológica de forragem de soja .....	28
Tabela 7- Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ) da altura de plantas, produtividade de matéria seca e composição bromatológica de forragem de soja .....	29
Tabela 8 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $s_{ii}$ ou $s_{ij}$ ) da composição bromatológica da forragem de soja.....	31
Tabela 9 - Resumo da análise de variância da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação da composição bromatológica e perfil fermentativo de silagens de soja .....	33

Tabela 10 - Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ) da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja.....	34
Tabela 11 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $s_{ii}$ ou $s_{ij}$ ) da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja .....	35
Tabela 12 - Coeficientes de correlação fenotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica da forragem de soja .....	38
Tabela 13 - Coeficientes de correlação genotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica da forragem de soja.....	39
Tabela 14 - Coeficientes de correlação ambiental entre as variáveis referentes à composição bromatológica da forragem de soja .....	40
Tabela 15 - Coeficientes de correlação fenotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica e ao perfil fermentativo da silagem de soja.....	42
Tabela 16 - Coeficientes de correlação genotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica e ao perfil fermentativo da silagem de soja.....	43
Tabela 17 - Coeficientes de correlação ambiental entre as variáveis referentes à composição bromatológica e ao perfil fermentativo da silagem de soja.....	44
Tabela 18 - Coeficientes de correlação fenotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica de forragem e silagem de plantas de soja .....	46
Tabela 19 - Coeficientes de correlação genotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica de forragem e silagem de plantas de soja.....	47
Tabela 20 - Coeficientes de correlação ambiental entre as variáveis referentes à composição bromatológica de forragem e silagem de plantas de soja .....	48
Tabela 21 - Resumo da análise de variância da altura de plantas (AP), massa de matéria fresca (g); MS: massa de matéria seca (g) de plantas de soja na geração F8:9.....	49
Tabelas 22 - Médias de tratamento e variâncias dentro de tratamento para altura de plantas, massa de matéria fresca (g) e massa de matéria seca (g) de plantas de soja na geração F8:9 .....	50

Tabela 23 - Coeficientes de correlação de Spearman entre médias dos genitores e suas progênies no ano agrícola 2011/12 (geração F7) e as médias dos genitores e de suas progênies no ano agrícola 2012/13 (geração F8).....	51
---	----

## RESUMO

SANTOS, Anna Rita Marcondes dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2013. **Dialelo em geração avançada para seleção de linhagens de soja para produção de silagem.** Orientador: Carlos Sigueyuki Sedyama. Coorientadores: Odilon Gomes Pereira e Newton Deniz Piovesan.

Procurou-se avaliar a qualidade de forragem e o perfil fermentativo da silagem exclusiva feita a partir dos cultivares Luziânia, Sambaíba, Tucunaré, UFV 16, UFVS 2003 dos 10 cruzamentos obtidos a partir desses cultivares e das linhagens TMG 801 (tolerante à ferrugem), UFVTN 105 AP (alta proteína), Vx 05-3027(RR), Vx 05-3166(RR) e Vx 05-3600(RR), estes últimos resistentes à ação do herbicida Glyphosate. Os cruzamentos foram obtidos a partir de dialelo completo, com modelos fixos e a inclusão dos genitores e F1s (método 2), e realizados até a atual geração. Foram montados dois experimentos, com plantas das gerações F7 e F8, nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/13, respectivamente. Cada planta selecionada na geração F7 consistiu em uma linha da geração F8. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída de duas fileiras de 5 m, distantes entre si 0,7 m. A colheita ocorreu no estágio R6, para realização da ensilagem das plantas e posterior abertura dos silos 60 dias após. As análises bromatológicas da forragem antes da ensilagem e da silagem foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Na geração F7 foram medidas a altura de plantas e massa fresca calculada a produtividade de massa seca por hectare. Foram analisados teores de matéria seca, matéria orgânica, cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, carboidratos solúveis, fibras em detergente neutro, fibras em detergente ácido e lignina, tanto na silagem quanto na forragem. Nitrogênio amoniacal, pH e ácidos

orgânicos foram analisados apenas na silagem. Na geração F8 foram medidas a altura de plantas e a massa fresca e calculada a produtividade de massa seca. As variáveis foram submetidas às análises de variância e análise dialélica, além da análise de correlações fenotípica, genotípica e ambiental entre elas. Foi possível a obtenção de populações favoráveis à produção de silagem e, conseqüentemente, de prováveis cultivares de soja apropriadas à produção de silagem, a exemplo dos cruzamentos Sambaíba x Tucunaré, que reuniram maior número de características favoráveis, mostrando-se capazes de gerar incrementos no teor de CHOS e reduzir os teores de LIG, pH, N-NH<sub>3</sub>/ NTotal, ACE e, ao mesmo tempo, elevar o teor de LAT; e UFV 16 x UFVS 2003 conciliou reduzido teor de EE e N-NH<sub>3</sub>/ NTotal, com alto teor de CHOS. As linhagens UFV-TN 105 e Vx 05-3166 conciliaram elevado teor de MS, PB, CHOs e reduzido teor de EE, mostrando-se passíveis de serem incluídos em programas de melhoramento visando à seleção de soja forrageira

## ABSTRACT

SANTOS, Anna Rita Marcondes dos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2013. **Diallelin advanced generation selection for soybean lines for silage production.** Adviser: Carlos SigueyukiSediyama. Co-Advisers: Odilon Gomes Pereira and Newton DenizPiovesan.

The objective of this study was to evaluate the quality of the forage and the silage fermentation profile made exclusively from Luziânia, Sambaíba, Tucunaré and UFV 16 cultivars. This profile was also made from UFVS 2003 of 10 intersections obtained from these cultivars and from the lineages TMG 801, tolerant to rust, UFVTN 105 AP, with high protein, and Vx 05-3027, Vx 05-3166 and Vx 05-3600, which are resistant to the Glyphosate herbicide action. The crosses were obtained from a complete diallel design, with fixed models and with the inclusion of parents and Fn's (method 2), as well carried out to the current generation. Two experiments were assembled with plants of F7 and F8 generations, in the years 2011/12 and 2012/13, respectively. Each selected plant in generation F7 consisted of a F8 generation line. The harvest occurred when the plants achieved the R6 stage for their silage, with the opening of the silos 60 days later. Forage chemical analyses before the silage were made at the Animal Nutrition Laboratory, in the Animal Science Department of the Federal University in Viçosa. Plant high and fresh mass were measured in generation F7, and the productivity of the dry mass was calculated per hectare. Dry and organic matter, ash, ethereal extract, crude protein, soluble carbohydrates, fiber in neutral and in acid detergent, and lignin in samples before and after the silage, are some of the things that were analyzed by the study. Ammonia nitrogen, pH and organic acids were analyzed just at the silage. As done in the generation F7, plant high and fresh mass were also measured in generation F8. The

productivity of the dry mass was as well calculated. The variables were submitted to variance and diallelic analyses, besides of the phenotypic, genotypic and environmental correlations between them. It was possible to obtain the populations that were favorable to the silage production and, consequently, to probable soybean cultivars, which are appropriated for this silage development. An example is the crossing between Sambaíba X Tucunaré, which brought together the most favorable characteristics, and showed that it is capable of generating increases in the CHOS tenor, and also of reducing the LIG, pH, N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub>, ACE tenors. At the same time this crossing is capable of raising the LAT and the UFV 16 X UFVS 2003 crossing conciliated a reduced tenor of EE and N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub>, with elevated CHOS tenor. UFV-TN 105 and Vx 05-3166 lineages conciliated elevated MS, PB, CHOS tenor and reduced RR tenor, showing that they are capable of being included in breeding programs, aiming the selection of soybean forage.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de silagem como volumoso na época seca é prática bastante conhecida pelos criadores de gado leiteiro e na engorda de bovinos de corte em confinamento. Entre as forrageiras mais ensiladas, destaca-se o milho (*ZeamaysL.*), por oferecer teores mais elevados de carboidratos solúveis essenciais à fermentação láctica; o alto rendimento de matéria seca por hectare; e a adaptação às condições tropicais. Porém, a silagem de milho, assim como outras gramíneas, apresenta baixo teor proteico, o que constitui limitação ao seu uso exclusivo, principalmente, para animais de altas exigências nutricionais. Leguminosas são alternativas para utilização como volumoso, pois elevam o teor de proteína da dieta dos animais, principalmente em períodos de baixa disponibilidade de forragem e quando o preço do farelo de soja é elevado.

Em princípio, qualquer espécie forrageira, anual ou perene, pode ser ensilada. Segundo McDonald et al. (1991), o primeiro objetivo no processo de ensilagem é preservar o valor nutricional apresentado pelo material fresco, por meio da fermentação natural em condições anaeróbicas. O segundo é inibir a atividade de microrganismos indesejáveis, como os clostrídios e as enterobactérias, por sua capacidade de deteriorar a matéria orgânica (MO) e causar perdas energéticas. O crescimento dos clostrídios é indesejável, pois estes produzem o ácido butírico e degradam aminoácidos, o que deprecia o valor nutritivo da silagem.

Para análise de um confinamento, há a necessidade de se fazerem algumas considerações, como a determinação dos componentes da dieta dos animais, um componente de custo que ocupa o segundo lugar nos custos totais de produção de confinamento. Na média, o concentrado participa em 73,5% dos custos da dieta animal (BEDUSCHI, 2002). É desejável que a espécie forrageira apresente elevada produção de massa por unidade de área e que seja alimento de alta qualidade para os

animais. A utilização de silagem de soja (*Glycinemax* (L.) Merrill), pertencente à família *Leguminosae*, pode elevar o teor proteico da dieta e supri-la com maior quantidade de cálcio e fósforo, reduzindo, assim, o custo de produção através da menor necessidade de suplementação com concentrado proteico e minerais.

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo. A área plantada da oleaginosa com mais de 27 milhões de hectares na temporada 2012/13 apresenta incremento de 10,7% em comparação com o verificado na temporada 2011/12, que representa um recorde na área plantada. A produção de 81,5 bilhões de toneladas, comparadas com 66 milhões de toneladas em 2012, representa incremento de 22,8%. O consumo interno está estimado em 42,40 milhões de toneladas, produzindo, aproximadamente, 29,73 milhões de toneladas de farelo de soja e 7,53 milhões de litros de óleo (CONAB, 2013). Não há estimativas oficiais sobre o cultivo da soja em relação à produção de silagem.

Alterações na qualidade nutricional e no perfil fermentativo da silagem oriunda do consórcio de soja com gramíneas forrageiras foram objetos de alguns estudos primários.

Avaliando cultivares de sorgo forrageiro e cultivares de soja em consórcio e em monocultivo, o sistema consorciado proporcionou, em relação ao monocultivo, os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca (SILVA et al., 2000) e proteína bruta total (REZENDE et al., 2001), destacando-se a combinação da cultivar UFV 16 com os híbridos AG 2002 e AG 2006. A associação soja-sorgo constituiu uma opção segura de fornecimento de forragem de qualidade aos animais, principalmente para o sistema de um corte.

Evangelista et al. (1983), Obeidet al. (1985) e Obeidet al. (1992) observaram ganhos de peso superior para novilhos azebuados recebendo silagem de soja consorciada com milho em relação àqueles alimentados apenas com silagem de milho, com máximos de 0,680 kg dia<sup>-1</sup> e 0,265 kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Isso foi devido ao maior teor proteico das silagens do consórcio milho e soja, em relação à silagem de milho exclusiva. Barbosa et al. (2011), avaliando silagens em condições de aerobiose de soja e milho exclusivas ou associadas nas proporções de 95% SM + 5% SS; 90% SM + 10% SS; e 85% SM + 15% SS, observaram maiores condições de instabilidade das massas por ocasião da associação entre milho e soja. A associação de silagens de milho e soja, na proporção de 10 e 15% de soja, apresentou maior

acúmulo de temperatura durante o período em aerobiose (EVANGELISTA et al., 1983).

O plantio consorciado entre gramíneas e leguminosas apresenta, entretanto, algumas limitações, como competição entre as espécies, dificuldades para conciliar o estágio de crescimento adequado ao corte, exigência de máquinas capazes de realizar a colheita em grande escala e picagem em tamanho de partículas adequado dos materiais consorciados, além da interferência que as diferenças anatomo-fisiológicas entre as espécies podem causar nas práticas de controle de plantas daninhas e fertilização do solo.

Muñoz et al. (1983) recomendaram o estágio de desenvolvimento R6 como o mais apropriado para a colheita da soja devido a aspectos nutricionais, como alto valor proteico e alta digestibilidade da matéria seca, os quais estão associados à alta produção de matéria seca. Dias et al. (2010), ao realizarem ensilagem de algumas variedades de soja, encontraram valores de 33,7% a 37,5% no teor de MS, todas colhidas no estágio R6 nos anos 2005 e 2006.

Mesmo nessa fase de desenvolvimento, todavia, o conteúdo de carboidratos solúveis, requerido para uma adequada fermentação, é inferior aos 8% na MS citadas por McCoulogh (1977). Outro fator limitante pode ser o elevado conteúdo de extrato etéreo da soja, variando de 6,47% (SOUZA et al., 2011) a 10% (MUÑOZ et al., 1983; GRIFFIN et al., 2000). A inclusão desse nutriente, em níveis superiores a 7% nas dietas, pode reduzir a digestão da fibra, seja pelo impedimento da aderência dos microrganismos às partículas dos alimentos, seja pelo efeito tóxico sobre organismos celulolíticos (HENDERSON, 1973).

Souza et al. (2008) concluíram, com base nos dados de desempenho de novilhos azebuados na fase de terminação, que a silagem de soja pode ser utilizada como fonte única de volumoso. Mas sua utilização em associação com a silagem de milho até o nível de 75% se mostrou interessante por ter sido a de menor custo por arroba produzida por animal e não causar prejuízos por excesso de proteína.

O emprego de técnicas adequadas tem contribuído para amenizar as características negativas da ensilagem das leguminosas. Têm sido realizados diversos estudos que visam avaliar o impacto da substituição, em vários níveis, da silagem de milho pela silagem de soja e o efeito do uso de aditivos, sobretudo inoculantes microbianos e estimulantes, como o melaço. Além de trabalhos avaliando as qualidades nutritivas e o perfil fermentativo de silagens de soja em comparação

com outras leguminosas, como a alfafa, há os que procuram avaliar as médias obtidas para os ganhos médios diários de peso vivo (GMD), ganho de carcaça (GC), rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos animais para as diferentes dietas experimentais envolvendo silagem de soja.

Rigueira (2008) avaliou o desempenho produtivo de 32 animais Holandês x Zebu, não castrados, com peso inicial de 355 kg, alimentados com dietas contendo silagem de soja (SS), silagem de soja com inoculante microbiano (SSI), silagem de soja com inoculante e melaço (SSIM) e silagem de soja com melaço (SSM). O inoculante microbiano utilizado foi o SilAll C4 (Alttech, Brasil). O melaço em pó foi utilizado na proporção de 2,5% na matéria natural. As dietas, isonitrogenadas, apresentaram 13% de proteína bruta. A relação volumoso:concentrado foi de 70:30, com base na matéria seca, sendo 40% de silagem de soja e 30% de silagem de milho. O ganho de peso e de carcaça, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar não foram influenciados pelas dietas. O ganho de peso, que variou de 1,32 (SS) a 1,68 kg dia<sup>-1</sup> (SSIM), pôde ser considerado elevado para o tipo de animal empregado. OpH e a concentração de amônia ruminal não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas dietas, demonstrando que a silagem de soja pode ser interessante quando associada a outro alimento volumoso.

Em trabalho realizado por Souza et al. (2008) objetivando avaliar o consumo e a digestibilidade total dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, bem como o desempenho produtivo de bovinos de corte, animais Holandês x Zebu, foram alimentados com dietas contendo 0; 25; 50; 75; e 100% de silagens de soja (SS). A relação volumoso:concentrado foi de 60:40, com base na matéria seca. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra indigestível em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em kg.dia<sup>-1</sup>, apresentaram decréscimo linear ( $P > 0,05$ ) com aumento dos níveis de silagem de soja na dieta. A dieta contendo 100% de silagem de soja apresentou mais alto pH e mais baixo conteúdo de amônia ruminal. Os coeficientes de digestibilidade aparente total de MS, PB, CNF e CHOT decresceram linearmente com o incremento dos níveis de silagem de soja. Ainda segundo Souza et al. (2008), devido ao competitivo custo de produção de proteína bruta da silagem de soja em relação ao farelo de soja, vislumbrou-se o potencial de uso dela em substituição parcial (entre 50 e 75%) à

silagem de milho, considerando o preço do farelo 3,33 vezes o custo da tonelada de MS da silagem de soja.

Gavioliet al. (2011), em trabalho conduzido na Unidade de Ovinos do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, utilizaram 24 cordeiros da raça Morada Nova com idade média de 75 dias. Foram avaliadas as dietas: T1= 20% de silagem da ponta de cana + 80% de concentrado; T2= 20% de silagem da ponta de cana + 30% de silagem de soja + 50% de concentrado; e T3= 20% de silagem da ponta de cana + 60% de silagem de soja + 20% de concentrado. A ponta de cana-de-açúcar consiste de três partes distintas: lâminas, bainha e quantidade variável de cana-de-açúcar imatura. É um coproduto da cana-de-açúcar que apresenta variações no teor de fibra. Os ganhos de peso total e médio diário e a conversão e eficiência alimentar foram estatisticamente semelhantes, cujos valores médios foram de 7,9 kg/animal, 133,3 g/animal/dia, 6,2 e 0,17, respectivamente. Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) das dietas para ganho de peso total e ganho médio diário. O ganho de peso para os animais que receberam as dietas compostas pela silagem de soja evidencia que as dietas foram satisfatórias para animais pertencentes à raça Morada Nova, que não é melhorada para ganho de peso. Os ganhos médios diários, de forma geral, são superiores aos observados por Zeolaet al. (2002), que também trabalharam com cordeiros pertencentes à raça Morada Nova, avaliando o desempenho de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes níveis de concentrado (30%, 45% e 60%). Observaram ganho médio diário de 38, 107 e 172 g. animal. dia<sup>-1</sup>, respectivamente, ou seja, a silagem de soja trouxe benefício semelhante ao concentrado, que é a principal fonte de proteína utilizada em confinamentos, responsável por grande porção dos custos de produção.

Embora tenha sido demonstrado o potencial da cultura da soja para a produção de forragem, faz-se necessária a seleção de materiais genéticos portadores de características desejáveis para esse fim. Estas são, em parte, distintas daquelas objetivadas em programas de melhoramento de soja para produção de grãos. Nos Estados Unidos, variedades vêm sendo desenvolvidas especificamente para produção de forragem, como estudos realizados por Cannon, C.Y. (1947) e Undersander (1999), que já citavam a importância dessa cultura para produção de feno e silagem. As variedades Donegal, Derry e Tyrone, segundo Devine et al. (1998), foram obtidas a partir de variedades comerciais já existentes e apresentaram

ganhos de até 66% em produtividade de matéria seca, em relação a variedades graníferas adaptadas à região.

Mello Filho et al. (2006) avaliaram o comportamento de 20 cultivares de soja, duas linhagens e 11 populações segregantes F2 obtidas a partir de dialelo parcial com o objetivo de selecionar progenitores e linhagens segregantes com características favoráveis ao seu uso em programas de melhoramento, visando à produção de silagem. Entre os que se destacaram, estavam os cultivares Tucunaré, Luziânia, Sambaíba, UFVS2003 e UFV16, avaliados posteriormente por Souza et al. (2011). A média do teor de proteína bruta (PB) foi de 16,76%, variando de 13,47% a 19,45%, e a média de carboidratos solúveis (CHOs) foi de 8,18%.

Não foram encontrados efeitos significativos de tratamentos sobre a produtividade de matéria seca (PMS), além de os teores de matéria seca (MS) observados terem se apresentado abaixo daqueles registrados por outros autores. Isso demonstra a necessidade de estudos que permitam a seleção de novos genitores potenciais que possibilitam maiores incrementos de PMS, extrato etéreo (EE), PB ou altura de plantas (AP), através da realização de novos cruzamentos dialélicos, para que, através de futura análise de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), os progenitores capazes de gerar população segregante superior (F1) seja eleito a participar desse processo de melhoramento. Parentais com estimativas de CGC altas e positivas são os que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter, enquanto os com valores altos e negativos contribuem para redução dessa manifestação. Assim, os genitores que apresentam as maiores CGC são os mais favoráveis para uso em programas de melhoramento, cujo objetivo é a seleção de novas linhagens puras em gerações avançadas.

De acordo com Cruz et al. (2004), o conhecimento dos coeficientes de correlação entre as variáveis é requisito básico quando se objetiva quantificar a magnitude e direção das influências de determinada característica sobre outra ou quando se pretendem melhorar várias características simultaneamente. A estimação de correlações é importante no estabelecimento de estratégias mais adequadas para condução de um programa de melhoramento e para avaliação de respostas indiretas em caracteres de baixa herdabilidade ou com problema de identificação e medição (CRUZ, 2005; RAMALHO et al., 2008).

A correlação fenotípica tem causas genéticas e ambientais, mas apenas as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo, portanto, ser utilizada na orientação de programas de melhoramento. A causa de correlação genética é, principalmente, o pleiotropismo, embora ligação gênica seja uma causa de correlação transitória, especialmente em populações originadas de cruzamentos entre linhagens divergentes (FALCONER, 1987).

Em plantas forrageiras, os trabalhos de correlação visam correlacionar caracteres agrônômicos e morfológicos com características que determinam a qualidade da forragem e, ou, da silagem. Souza et al. (2011) encontraram correlação positiva e significativa entre a altura de plantas no estágio R6 (AP) e a produtividade de matéria seca (PMS) e correlação negativa e significativa entre os teores de FDN; fibra insolúvel em detergente ácido, FDA; e extrato etéreo, EE; FDA, FDN e carboidratos solúveis, CHOs; FDA e proteína bruta, PB; matéria seca, MS, e PB.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material genético

Mello Filho, em 2006, avaliou o comportamento *per se* de 20 cultivares de soja, 2 linhagens e 11 populações segregantes F2 obtidas a partir de dialelo parcial. Esse dialelo foi realizado com o objetivo de selecionar progenitores e linhagens segregantes com características favoráveis ao uso em programas de melhoramento visando à produção de silagem. Entre os que se destacaram, estavam as cultivares Tucunaré, Luziânia, Sambaíba, UFVS2003 e UFV16 avaliadas posteriormente, em trabalho contínuo ao anterior, por Souza et al.(2011). Nessa ocasião foi realizado o dialelo completo, analisado segundo o modelo 1, que considera todos os efeitos fixos, exceto o residual; e o método 1, que inclui os genitores, as F1s e seus recíprocos. Neste trabalho foram considerados o modelo 1 e o método 2, o qual inclui análise de progenitores e F1s. Todos segundo o método de Griffing (1956).

Os cinco cultivares apresentam grande potencial de sucesso para serem utilizados em programas de melhoramento de soja para obtenção de cultivares específicas para a produção de forragem, conforme Mello Filho (2006) e Souza (2011). Apresentam ciclo médio a tardio, boa resistência ao acamamento, altura de plantas e potencial de produção de matéria seca superior à maioria das cultivares voltadas para a produção de grãos.

As linhagens utilizadas como tratamentos adicionais são interessantes por possuírem características agronômicas e nutricionais de interesse em um programa de melhoramento para seleção de soja forrageira. São elas: TMG 801, tolerante à ferrugem, UFVTN 105 AP, melhorada para alto teor de proteína, Vx 05-3027, Vx 05-3166e Vx 05-3600, resistentes ao efeito herbicida do Glyphosate e melhoradas

para alto teor proteico. Possuem, então, potenciais para serem incluídos em futuros cruzamentos com a referida finalidade.

As sementes das linhagens e dos cultivares foram fornecidas pelo Programa de Melhoramento de Soja da UFV (BIOAGRO).

### **2.1.1. Experimento 1**

O experimento foi realizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, no Campo Experimental “Professor Diogo Alves de Mello”, situado a 20°45’20”S e 42°52’53”W, altitude de 650 m, nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/13. Foram utilizados no plantio de 2011/12 os cultivares Luziânia, Sambaíba, Tucunaré, UFV 16 e UFVS 2003; a população obtida a partir dessas cultivares e as linhagens TMG 801, UFVTN 105 AP, Vx 05-3027, Vx 05-3166e Vx 05-3600, totalizando 20 tratamentos. Os cruzamentos foram obtidos a partir de dialelo completo, com modelos fixos e a inclusão dos genitores e F1s (método 2) e conduzidos até a atual geração, na ausência de seleção voluntária.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 20 tratamentos e três repetições. Cada parcela foi constituída de duas fileiras de 5 m, distantes entre si de 0,7 m, sendo mantidas 13 plantas por metro. O plantio foi feito no dia 10 de dezembro e a colheita das plantas contidas em 2 m de cada fileira da parcela, realizada nos dias 15 e 16 de março de 2012, quando pelo menos 50% das plantas na fileira haviam atingido o estágio R6 (FEHR; CAVINESS, 1977). A colheita das plantas foi realizada 90 dias após a semeadura (estágio R6-R7), quando foi realizada também a ensilagem das plantas, em silos que permaneceram fechados por 60 dias. Foram colhidas posteriormente as plantas remanescentes nos outros 2 m centrais da fileira, quando estas atingiram o estágio R9 da escala referida anteriormente para armazenagem das sementes. Nessa ocasião foram selecionadas individualmente 10 plantas F7 para a condução na geração seguinte, de forma que cada planta F7 originasse uma fileira de plantas F8.

Na geração F7 foram medidas as alturas de plantas, a massa de matéria fresca e a massa de matéria seca e calculada a produtividade de matéria. Foram analisados teores de matéria seca, matéria orgânica, cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, carboidratos solúveis, fibras em detergente neutro, fibras em detergente ácido e

lignina tanta na silagem quanto na forragem. Nitrogênio amoniacal, pH e ácidos orgânicos foram analisados apenas na silagem. Na geração F8 foram medidas a altura de plantas, a massa de matéria fresca e a massa de matéria seca.

Após a colheita das plantas em R6, quando as vagens se encontravam completamente cheias, foi realizada a picagem do material de cada parcela, em ensiladeira estacionária, de modo a obter um tamanho médio de partículas de 0,8 cm. Parte da forragem (400 g) foi destinada à confecção dos silos. Os silos experimentais foram constituídos de sacos plásticos com dimensão de 0,40 x 0,28 m e espessura de 0,1 mm que foram hermeticamente vedados em embaladora a vácuo, da marca Vacuum Sealer. Os silos foram mantidos em temperatura ambiente e em área coberta por um período de 60 dias.

De cada silo foram separados 25g em dois recipientes de plástico. Em um foram colocados 200 mL da solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,2 N, deixados em repouso na geladeira por 48h e, em seguida, filtrados e congelados para determinação do nitrogênio amoniacal; no outro recipiente foram adicionados 225 mL de água destilada e misturados em liquidificador industrial por 1 min. Depois de coadas foram submetidas à leitura do pHe à determinação dos ácidos orgânicos por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), em cromatógrafo *Shimadzu SPD-10A VP* acoplado ao Detector Ultra Violeta, utilizando-se comprimento de onda de 210 nm. Foi usada uma coluna C-18 de fase reversa, com pressão de 24 kgf e fluxo de 0,8 mL/min, sendo injetados 20 µL da amostra. A fase móvel foi constituída de água contendo 1% de ácido ortofosfórico.

Para isso, em 2mL dessa amostra foi acrescentado 1 mL de solução de ácido metafosfórico 20% no tubo de microcentrífuga, um pequeno tubo de polipropileno, a ser congelado e centrifugado a 13.000 rpm por 15 min. O sobrenadante transferido para outro tubo de microcentrífuga foi, finalmente, enviado para determinação dos ácidos no HPLC.

Aproximadamente 300g de amostra de silagem de cada silo foram depositados em sacos de papel previamente tarados e submetidos à pré-secagem. O mesmo procedimento foi realizado com o material fresco antes da ensilagem. Nesse caso, foi colhida uma amostra de 500 g do material picado, referente a cada unidade experimental e levado à estufa com ventilação forçada de ar, onde permaneceu por 72 h, a 60 °C, para realização da pré-secagem (INCT – CA G-001/1). Em seguida,

foi realizada a moagem das amostras, em moinho de facas tipo *Wiley*, munido de peneira de malha de 1 mm.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Determinaram-se os teores de MS (INCT – CA G-003/1), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) (INCT – CA G-004/1) e proteína bruta (PB) (INCT – CA N-001/1), os teores de fibra em detergente ácido (FDA) (INCT-CA F-004/1) e lignina (INCT-CA F-005/1) (DETMANN et al.,2012). Para análise da concentração de fibra em detergente neutro (FDN) (INCT – CA F-002/1), as amostras foram tratadas com  $\alpha$ -amilase termoestável (DETMANN, 2012).

Para determinação do CHOs, foram pesados 1,0 g de amostra, colocados em potes autoclaváveis, onde se acrescentaram 70 mL de solução de oxalato de amônia 0,5% (20 g para 4 L). Depois de autoclavadas por 2h em autoclave vertical *Fanem*, modelo 415, a 0,5 kgcm<sup>-2</sup> de pressão (aproximadamente 105°C), as soluções foram filtradas usando papel-filtro quantitativo do tipo “Whatman 54” em balão volumétrico de 100 mL. Foi retirada uma alíquota de 2mL colocada em tubos, adicionados 10 mL de solução de antrona, mantidos em banho-maria por 20 min ou até virar a cor. Foram realizadas as leituras no espectrofotômetro com comprimento de onda 625 em espectrofotômetro colorimétrico Bel Photonics SP 1105. Os valores de carboidratos solúveis foram obtidos tomando-se como base os das leituras das soluções-padrão de glicose 0,005% e 0,010% (DERIAZ, 1961).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, agrupadas pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados da geração F8:9 foram corrigidos para eliminar os efeitos de blocos e analisados como experimento inteiramente casualizado. Foram também estimadas as variâncias dentro de cada tratamento.

A análise dialélica foi realizada conforme a metodologia proposta por Griffing (1956), em que os genitores e F<sub>1</sub>s são incluídos, mas não os seus recíprocos, representando de  $\frac{1}{2}p(p + 1)$  combinações. Foi realizado dialelo completo, e considerou-se o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

$\mu$  = efeito da média geral;

$g_i$  e  $g_j$  = efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) do  $i$ -ésimo e  $j$ -ésimo progenitor, respectivamente;

$s_{ij}$  = efeito da capacidade específica de combinação (CEC) para os cruzamentos entre os progenitores de ordem  $i$  e  $j$ ; e

$\varepsilon_{ij}$  = erro experimental médio.

Nesse modelo é considerado que  $s_{ij} = s_{ji}$ .

Foram determinados os coeficientes de correlações fenotípicas, ambientais e genéticas. As correlações foram testadas pelo método de subamostragem ou bootstrap (EFRON; TIBSHIRANI, 1993). Foram estimados também os coeficientes de correlação por postos de Spearman ( $\rho^s$ ), quando aplicáveis. Todas as análises estatísticas foram realizadas no Programa Genes (CRUZ, 2006).

### 2.1.2. Experimento 2

A coleta de 10 plantas na geração F7, no ano agrícola F7, deu origem às linhas da geração F8, no ano agrícola 2012/13, respectivamente. No plantio 2012/13, foram utilizadas as populações derivadas dos cruzamentos citados anteriormente, o cultivar UFV16, e as linhagens TMG 801 e Vx05-3600, como testemunhas adicionais.

A geração F8 foi plantada no dia 21 de novembro de 2012, com espaçamento de 0,7 m entre as fileiras de 1,5m, sendo mantidas 10 plantas.m<sup>-1</sup>. Cada tratamento foi representado por 10 fileiras, dispostas de cinco em cinco e intercaladas por três fileiras dos tratamentos adicionais, sendo a área total do experimento de 231 m<sup>2</sup>. Esse posicionamento deveu-se à necessidade de as testemunhas estarem presentes ao menos uma vez em cada bloco. Nesse experimento foi realizada a medição de altura de plantas, massa de matéria fresca por planta e massa de matéria seca por planta de três plantas coletadas de cada fileira.

Os dados foram submetidos à análise de variância, tendo sido eliminados, previamente, os efeitos de blocos, e os dados foram analisados segundo o

delineamento inteiramente casualizado. Foram analisadas as médias e a variância dentro de tratamento. Finalmente, foi analisada a correlação de Spearman entre as variáveis desse experimento e as correspondentes variáveis do experimento anterior.

Assim como no ano agrícola 2011/2012, as sementes foram tratadas com o fungicida thiabendazole, na dose recomendada pelo fabricante. A adubação no sulco de plantio foi constituída de  $18\text{gm}^{-1}$  do formulado NPK 8-28-16. Os demais tratamentos culturais (controle de plantas daninhas, pragas, doenças e irrigação) foram realizados de acordo com as exigências da cultura. Foi utilizado o produto: sulfentrazone de poder herbicida e inseticida de amplo espectro de ação contendo os princípios ativos imidacloprido (neonicotinoide) e beta-ciflutrina (piretroide).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Forragem

Não houve efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) de tratamentos sobre as variáveis: produtividade de massa seca (PMS) e teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) (Tabela 1). A PMS apresentou média geral de  $4,26 \text{ t ha}^{-1}$ , variando de  $1,98$  a  $6,24 \text{ t ha}^{-1}$  (Tabela 2), apresentada pelas populações originárias do cruzamento entre os cultivares Samabaíba x Tucunaré. Valor inferior às  $10,99 \text{ t ha}^{-1}$  encontradas por Souza et al. (2011) em populações oriundas do cruzamento Luziânia x UFV 16 e às  $11,78 \text{ t ha}^{-1}$  verificadas por Melo Filho et al. (2006) no cultivar DM339 em estudo realizado em Viçosa, MG, envolvendo 20 cultivares e duas linhagens de soja. Isso pode ser explicado pelo espaçamento de  $0,7 \text{ m}$  entre fileiras empregado neste trabalho, já que nos trabalhos citados o espaçamento foi de  $0,5 \text{ m}$  entre fileiras.

Tourino (2000) afirmou que, apesar da redução da área foliar da planta, observou-se aumento da área foliar total, em espaçamentos menores ou densidades maiores, devido ao aumento no número de plantas por área, refletido no aumento do índice de área foliar (IAF). Afirmando ainda que houve redução de área foliar por planta acima da densidade de  $16 \text{ plantas.m}^{-1}$  na floração e acima de  $13 \text{ plantas.m}^{-1}$  em R4, permanecendo em torno de  $20 \text{ dm}^2 \text{ planta}^{-1}$ . A partir daí, a redução da MS deveu-se à redução da eficiência fotossintética das folhas sombreadas. A PMS dos cultivares Hardee e Santa Rosa, no estágio R6, foi de  $8,49$  e  $9,42 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente (SANTOS; VIEIRA, 1982). Valores superiores foram encontrados nos Estados Unidos com valores de PMS de cultivares de soja adaptadas

a diferentes regiões variando entre 7 (HINTZ et al., 1992; SHEAFFER et al., 2001) e 15 t MS ha<sup>-1</sup> (MUÑOZ et al., 1983).

O teor de MS variou de 17,11 a 23,30%, com média geral de 19,87%. Valores superiores e com média geral de 24,95% foram encontrados por Mello Filho (2006). Esse fator, sobretudo em leguminosas, como a soja, está bastante relacionado ao conteúdo de CHOS no estabelecimento de adequada condição fermentativa da silagem. O teor adequado de matéria seca, antes da ensilagem, é fator importante para que ocorra boa conservação do material ensilado (ASHBELL; WEINBERG, 2003), evitando fermentações indesejáveis. Teores de MS muito elevados dificultam a compactação e eliminação de O<sub>2</sub>, o que pode levar ao aumento da temperatura e surgimento de mofo. Já o excesso de umidade favorece a proliferação de bactérias do gênero *Clostridium*, com consequente fermentação butírica e degradação excessiva de proteínas.

Foram detectados efeitos significativos de tratamentos sobre as variáveis altura de plantas (AP), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis (CHOs), fibra indigestível em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG)(P>0,01), além da existência de variabilidade entre os componentes do dialelo para EE, FDA (P<0,05), CHOs e LIG(P>0,01).

A altura de plantas variou de 89,33 a 113,81cm, com média geral de 82,4cm. O valor máximo obtido é superior à média para variedades graníferas em geral e se assemelha às médias gerais, 84,12cm e 101,84cm, apresentadas em experimentos congêneres (MELLO FILHO, 2006; SOUZA, 2011). Ao selecionar para altura, deve-se atentar para a possibilidade de acamamento das plantas, o que pode dificultar a colheita mecânica e comprometer a qualidade da forragem. Em trabalho que avaliou o impacto de diferentes arranjos espaciais nos caracteres agronômicos de plantas de soja, Tourino (2000) observou que grau de acamamento e altura de plantas foram influenciados pelos mesmos fatores. Maior acamamento indica maior quantidade de plantas deitadas sobre outras, as quais, impedidas de receber luz, estiolam e, dependendo das condições de luz e infestação por patógenos, podem morrer.

A média de carboidratos solúveis (CHOs) foi de 7,59% na MS. Resultados semelhantes foram apresentados por outros autores: Mello Filho et al.(2006), 7,54%; e Rosa et al.(2010), 7,67%, em forragem de plantas de soja. Se a concentração de carboidratos é suficientemente alta, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias homofermentativas, o que permite a

obtenção de silagens de boa qualidade, mesmo com plantas com baixo conteúdo de MS. No entanto, quando os valores de CHOs são baixos, somente se produz silagens de boa qualidade quando o conteúdo de MS é alto (SILVA et al., 2011).

Observando os resultados como um todo, os teores de EE e PB foram inferiores aos encontrados por outros autores, e os resíduos fibrosos foram superiores. Conforme Tabela 1, a herdabilidade em sentido amplo para EE foi 76,85. Para PB foi zero, mostrando que a variabilidade não é devida a efeitos gênicos. Para essas características, mostrou-se reduzida. Baixos valores de herdabilidade sugerem alta influência de fatores ambientais sobre a característica avaliada e baixa variabilidade genética nas populações ou, ainda, elevados erros experimentais (FALCONER, 1987). Tome-se por definição de população cada linha originada de uma combinação híbrida. Assim, devido às condições desfavoráveis apresentadas no ano agrícola 2011/12, com abundantes chuvas no início do ciclo fenológico, condições de alagamento do solo levaram ao atraso e, até mesmo, ao não enchimento de algumas vagens. Houve, portanto, efeito ambiental positivo, provavelmente devido ao plantio ligeiramente fora da época normalmente recomendada. A colheita não pode ser atrasada em virtude da iminência de perda excessiva de folhas.

Finoto (2008), trabalhando com antecipação de colheita e aplicação de dessecantes em sementes de soja, constatou que os menores valores do teor de óleo em sementes de soja foram observados na fase de enchimento de grãos, atingindo um máximo durante a fase de maturação e apresentando tendência de queda com o retardamento da colheita. Concluiu que os maiores valores de proteína nas sementes de soja aconteceram no início da fase de enchimento de grãos, que, a partir da maturação, ocorreu redução desses valores. Diniz (2009) observou que três épocas de colheita não apresentaram efeito significativo sobre o teor de proteína das sementes, diferentemente do que foi constatado quanto ao teor de óleo, quando as sementes colhidas no estágio R8+30 dias apresentaram teor de óleo superior às sementes colhidas nas duas primeiras épocas (estádio R8 e R8+30 dias).

Apesar de não ter havido variabilidade genética, ou diferença entre tratamentos, para teor de PB, é pertinente a discussão do agrupamento realizado pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com o intuito de fornecer orientação à escolha de cruzamentos superiores. Os teores de PB apresentaram média geral de 14,10% (Tabela 2), com mínimo de 9,94% e máximo de 18,60%, na MS, valores inferiores aos encontrados por Souza (2011), cuja média foi de 16,76% para PB. As

cultivares de alto teor proteico, Vx 05-3027, Vx 05-3166 e Vx 05-3600, foram reunidas com nove outros materiais superiores, entre eles os cruzamentos Tucunaré x UFV16, UFV16 x UFVS2003 e Sambaíba x Tucunaré. Estes foram agrupados pelo mesmo método entre os que apresentaram maiores valores de CHOS. Destacou-se também o cruzamento Luziânia x Tucunaré, presente entre os que exibiram menores valores de EE, pelo mesmo método.

As linhagens UFV-TN 105 e Vx 05-3166 conciliaram elevado teor de MS, PB e CHOs e reduzido teor de EE, mostrando-se passíveis de serem incluídos em programas de melhoramento visando à seleção de soja forrageira. O expressivo valor médio do teor de proteína que apresentaram pode ser atribuído ao fato de serem resultantes de um processo seletivo para alto teor de proteína, um dos principais objetivos do programa de melhoramento genético da soja, realizado pelo Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO).

A herdabilidade em sentido amplo foi reduzida para a maioria das variáveis analisadas, exceto para teor de EE, CHOs, FDA e LIG. Isso reflete a alta influência ambiental sofrida por estas. Piovesan (2000), objetivando estudar os componentes genéticos envolvidos no controle de características agronômicas na soja por meio de análise dialélica, com base no modelo proposto por Griffing (1956), utilizando genitores e progênes F1 e F2, avaliou a herdabilidade para teor proteico, que variou de 22 a 81%.

Tabela 1- Resumo da análise de variância da composição bromatológica de forragem de soja

FV	GL	Quadrado médio										
		AP	PMS	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOs	FDN	FDA	LIG
Bloco	2	290,38	3,84	4,33	77,05	1,23	1,95	1,64	0,354	1,053	4,01	1,450
Tratamento	19	478,62**	2,44	2,21	2,79	1,64	3,49	2,63**	2,88**	15,64	101,50**	5,394**
Dialelo	14	158,19	2,83	2,05	1,97	1,14	3,62	2,22**	2,26*	17,16	104,11**	3,512*
Trat. adicionais	4	1235,66	1,58	3,07	3,91	2,56	1,43	1,99**	5,33**	5,917	2,74	0,750
Dial.lxTrat.adicionais	1	1936,51	0,397	1,08	9,73	4,87	9,87	10,88**	1,87	33,15	460,0**	50,31**
Resíduo	38	98,81	1,77	2,16	65,24	1,48	3,96	0,515	0,940	10,33	14,18	1,37
Média geral		82,43	4,26	18,78	92,86	7,32	14,1	4,15	7,59	54,3	46,47	9,38
CV (%)		12,05	31,22	7,82	8,697	16,6	14,1	17,3	12,8	5,92	8,10	12,46
$\sigma^2_f$		0,00527	0,944	0,683	0,658	0,381	1,20	0,741	0,753	5,72	34,7	1,17
$\sigma^2_a$		0,00329	0,590	0,719	21,74	0,493	1,319	0,172	0,313	3,44	4,72	0,456
$\sigma^2_g$		0,00198	0,353	0,00	0,00	0,00	0,00	0,570	0,439	2,28	29,98	0,715
$h^2_a$		37,6	37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	76,85	58,36	39,79	86,38	61,09

AP: altura de plantas no estágio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); LIG: lignina(%MS); CV: coeficiente de variação(%);  $\sigma^2_f$ : variância genotípica(média);  $\sigma^2_a$ : variância ambiental(média);  $\sigma^2_g$ : variância genotípica(média);  $h^2_a$ : herdabilidade no sentido amplo; <sup>ns</sup>não significativo; \*\* e \* significativos pelo teste F a  $P \leq 0,01$  e  $P < 0,05$ , respectivamente.

A inexistência de significância do efeito de tratamentos indicou ausência de variabilidade para PMS e teor de MS na geração F7:8. Resultados contraditórios foram encontrados para a geração F8:9, em que houve efeito significativamente diferente de zero para altura de plantas, massa de matéria fresca – MV ( $P > 0,01$ ) e massa de matéria seca - MS ( $P > 0,05$ ), conforme Tabela 21.

Tabela2 - Média da composição bromatológica de forragem de soja

Tratamento	AP	PMS	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOs	FDN	FDA	LIG
	(cm)	(t\ha)	(%)	(%MS)							
Sambaíba x Luziânia	76,7 g	4,09 <sup>a</sup>	19,3 a	92,5 a	7,43 a	13,5 b	4,63 a	8,19 a	56,2 a	51,6b	9,83 a
Sambaíba x Tucunaré	80,6 f	6,24 a	18,7 a	92,6 a	7,44 a	14,3 b	4,84 a	8,97 a	53,3 b	48,7d	9,81 a
Sambaíba x UFV 16	69,6 i	5,70 a	18,3 b	92,4 a	7,58 a	14,8 a	4,61 a	7,57 a	56,0 a	53,0 a	10,32 a
Sambaíba x UFVS 2003	73,7 h	4,16 a	17,3 b	93,0 a	6,99 a	12,7 b	4,74 a	8,06 a	56,0 a	51,9 b	10,13 a
Luziânia x Tucunaré	91,1 c	5,09 a	18,9 a	92,7 a	7,29 a	14,1 a	2,37 b	6,42 b	57,5 a	53,6 a	10,53 a
Luziânia x UFV 16	76,9 g	4,49 a	18,2 b	93,0 a	6,97 a	12,3 b	4,53 a	8,36 a	56,7 a	53,0 a	10,48 a
Luziânia x UFVS 2003	69,4 i	1,98 a	19,4 a	92,5 a	7,51 a	13,7 b	3,63 b	7,22 b	57,5 a	53,1 a	10,98 a
Tucunaré x UFV 16	75,3 g	3,95 a	17,7 b	92,9 a	7,03 a	14,7 a	5,87 a	8,38 a	55,7 a	51,4 b	10,91 a
Tucunaré x UFVS 2003	89,9 c	4,84 a	20,1 a	92,7 a	7,28 a	12,5 b	4,64 a	6,41 b	56,2 a	51,8 b	10,59 a
UFV 16 x UFVS 2003	76,4 g	4,39 a	19,2 a	94,5 a	7,26 a	14,4 a	5,55 a	7,67 a	55,1 a	50,6 c	11,02 a
Sambaíba	87,9 d	5,00 a	19,8 a	90,7 a	9,26 a	13,3 b	4,93 a	6,77 b	49,5 d	38,3 g	8,16 b
Luziânia	76,1 g	4,33 a	18,7 a	91,4 a	8,54 a	16,0 a	4,48 a	5,92 b	50,4 d	37,1 g	8,84 b
Tucunaré	77,9 g	3,87 a	18,2 b	92,6 a	7,41 a	13,3 b	3,89 b	6,83 b	53,9 b	44,1 e	10,57 a
UFV 16	75,4 g	3,39 a	17,5 b	92,8 a	7,19 a	12,7 b	3,75 b	7,75 a	53,1 b	41,4 f	9,02 b
UFVS 2003	90,4 c	5,23 a	18,9 a	92,8 a	7,14 a	15,6 a	3,55 b	7,76 a	53,4 b	41,3 f	7,42 b
TMG 801	80,5 f	4,39 a	18,3 b	91,7 a	8,28 a	14,4 a	3,45 b	6,17 b	52,93 b	42,0 f	8,01 b
UFVTN 105 AP	84,3 e	2,90 a	19,4 a	93,5 a	6,53 a	14,1 a	4,01 b	8,10 a	51,7 c	40,7 f	7,33 b
Vx 05-3027	121,7 a	4,84 a	17,6 b	93,8 a	6,18 a	14,5 a	3,92 b	9,03 a	54,1 b	42,2 f	7,23 b
Vx 05-3166	71,1 i	4,15 a	20,1 a	94,8 a	7,16 a	15,8 a	3,69 b	9,25 a	51,6 c	40,6 f	8,42 b
Vx 05-3600	103,7b	4,32 a	19,5 a	94,0 a	6,003a	15,2 a	2,01b	6,92 b	54,6 a	42,8 e	7,97 b

AP: altura de plantas no estádio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS). Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, segundo o método de agrupamento de Scott-Knott(P<0,05).

### 3.2. Silagem

Ao ensilar uma leguminosa, não se podem esperar silagens com características de fermentação semelhantes à da silagem-padrão, que é a de milho. Porém, observa-se, na Tabela 3, que nos parâmetros mais definidores de qualidade, como o pH, o teor de ácidos orgânicos, como ácido acético (ACE), ácido lático (LAT), ácido propiônico (PROP) e ácido butírico (BUT), o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao total ( $N-NH_3/N_{Total}$ ) e o teor de matéria seca, a silagem de soja pode ser considerada de boa fermentação (qualidade) e de alto valor nutritivo.

No material ensilado houve efeito significativo de tratamentos apenas sobre as variáveis MS ( $P < 0,01$ ), MO, CZ, EE e ácidos orgânicos ( $P < 0,05$ ). Com base na média geral dos tratamentos (Tabela 5), observou-se aumento no teor de MS no material ensilado, de 18,78% para 20,87% (Tabelas 1 e 3). O aumento da MS na silagem em relação ao material original ocorreu, provavelmente, devido à perda do líquido que permaneceu aderido à superfície interna dos sacos plásticos descartados, quando da abertura dos silos experimentais. Da mesma forma, houve aumento no teor de FDN e CZ no material ensilado, comparado ao material original.

Verificou-se, com base na média geral, redução no teor de EE de 4,15% para 3,82% do teor de CHOs, passando de 7,59% na forragem para 4,32% na silagem. Para teor de PB, a média geral dos tratamentos manteve-se constante, apresentando valores de 14,10% na forragem e 14,14% no material ensilado. Tal fato pode ser atribuído ao fato de o conteúdo de CHOS ter sido suficiente para assegurar uma adequada fermentação. A proteólise durante a fermentação ocorre quando não há condições ácidas suficientes para que os microrganismos indesejáveis sejam inibidos. Microrganismos esses capazes de utilizar aminoácidos como fonte de energia para crescimento e metabolismo. O teor de carboidratos solúveis acima de 5% é suficiente para assegurar uma boa fermentação. No entanto, deve-se ter cautela, uma vez que outros fatores podem afetar o processo fermentativo, a exemplo da estrutura física da forragem, compactação, capacidade tamponante, matéria seca e população epifítica de bactérias produtoras do ácido lático (McDONALD et al., 1991).

Na maioria dos tratamentos, o conteúdo de ácido acético superou em mais de 50% o conteúdo de ácido lático, cujos valores variaram bastante entre as cultivares e

os cruzamentos avaliados: entre 0,41 e 7,88% na MS. A concentração normal de ácido láctico em silagens de leguminosas com teor de MS entre 30 e 40% varia de 7 a 8% e em silagens de gramíneas perenes, de 6 a 10% (KUNG JR. et al., 2001). Leonel et al., em 2008, encontraram teores de ácido láctico das silagens de 3,87 a 6,81% da MS.

O baixo teor de MS apresentado não foi suficiente para garantir a inibição da atividade de clostrídios mediante o efeito da redução da pressão osmótica.

O maior valor, em média, para teor de ácido butírico foi de 0,13% observado para a cultivar Tucunaré. Para teor de ácido propiônico, foi de 0,75%, pelo cruzamento Luziânia x UFVS2003. Valores muito elevados desse cruzamento indicaram que a produção de ácido láctico foi insuficiente para redução dos valores de pH, das concentrações de ácido butírico e de nitrogênio amoniacal (LANGSTON et al., 1962). De acordo com Kung Jr. et al. (2001), em geral, silagens de leguminosas submetidas a adequado processo fermentativo possuem na matéria seca teores de ácido butírico inferiores a 0,5% e silagens de gramíneas perenes, teores de 0,5 a 1,0%. Por sua vez, o pH atingiu, em média, 5,25. Os valores adequados situam-se entre 3,8 e 4,2. Acima desse há o indicativo de fermentação butírica (McDONALD et al., 1991). Apesar disso, esse valor é comum entre as silagens de leguminosas, que apresentam elevado poder-tampão, em razão enorme da presença de aminoácidos residuais e cátions neutralizadores dos ácidos orgânicos.

O teor de  $N-NH_3/N_{Total}$  atingiu média de 5,70%. De acordo com os padrões de classificação de Toth et al. (1956), valores de  $N-NH_3$  em torno de 15% do  $N_{Total}$ , para silagem de soja, ainda permitem sua classificação como de boa qualidade.

Mais detalhes podem ser verificados na Tabela 3.

Na Tabela 5 estão reunidas as médias de cada tratamento com as letras atribuídas pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O cruzamento Sambaíba x Tucunaré apresentou bom desempenho, com elevados teores de MS e LAT e reduzidos teores de EE e ACE. Semelhantemente, UFV16 x UFVS2003 apresentou elevado conteúdo de MS e reduzidos conteúdos de EE e ACE.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja

FV	Quadrado médio															
	GL	MS	MO	PB	CZ	EE	CHOs	FDN	FDA	LIG	N-NH <sub>3</sub> /NTotal	LAT	ACE	BUT	PROP	pH
Bloco	2	41,60	0,098	1,52	0,098	0,62	1,62	47,08	57,26	14,12	7,35	0,274	1,19	0,002	0,034	0,049
Tratamento	19	6,60*	1,82**	5,47	1,82**	6,35**	1,78	17,09	22,16	3,10	3,26	9,57**	2,67**	0,001**	0,062**	0,088
Dialelo	14	6,97*	0,999	2,51	0,999	7,82**	1,93	19,29	28,31	3,58	3,22	11,65**	2,72**	0,001**	0,075**	0,107
Trat. adicionais	4	6,83	2,31**	8,28	2,31**	2,80**	0,752	4,99	5,92	0,43	4,06	0,313*	2,37**	0,001**	0,033**	0,036
DialxTrat. adicionais	1	0,61	11,42**	35,65**	11,42**	0,002	3,81	34,64	1,12	7,12	0,59	17,41**	3,21**	0,001**	0,000	0,030
Resíduo	38	3,18	0,526	3,81	0,526	0,90	2,18	14,71	30,79	1,98	2,97	0,100	0,127	0,000	0,003	0,088
Média geral		20,87	91,84	14,14	8,16	3,82	4,32	56,64	45,87	8,90	5,70	1,64	2,86	0,033	0,503	5,24
CV (%)		8,55	0,790	13,81	8,89	24,85	34,12	6,77	12,10	15,82	30,22	19,31	12,47	8,81	11,58	5,67
$\sigma^2_f$		2,322	0,3332	0,8382	0,3332	2,607	0,6434	6,432	9,436	1,19	1,073	3,884	0,9060	0,000379	0,02508	0,0356
$\sigma^2_a$		1,062	0,1755	1,270	0,1755	0,3012	0,7253	4,903	10,262	0,661	0,990	0,03352	0,04234	0,000042	0,00113	0,0295
$\sigma^2_g$		1,260	0,1576	0,00	0,1576	2,306	0,00	1,529	0,00	0,531	0,082	3,851	0,8637	0,000337	0,02395	0,0061
$h^2_a$		54,27	47,32	0,00	47,32	88,448	0,00	23,773 6	0,00	44,541	7,660	99,1367	95,33	88,93	95,4958	17,12

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); PB: proteína bruta (% MS); CZ: cinzas (%MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); LIG: lignina(%MS); N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido lático; ACE: ácido acético; BUT: ácido butírico; PROP: ácido propiônico; e pH: potencial hidrogeniônico. \*\* e \* significativos pelo teste Fa P≤0,01 e P<0,05, respectivamente; CV: coeficiente de variação(%);  $\sigma^2_f$ : variância genotípica(média);  $\sigma^2_a$ : variância ambiental(média);  $\sigma^2_g$  variância genotípica(média); e  $h^2_a$ :herdabilidade no sentido amplo.

Para teor de PB, CHOs e FDA, a variância fenotípica é totalmente devida à variância dos efeitos ambientais. Porém, a variância aditiva é a principal causa de semelhança entre gerações. Se ela é alta em autógamias, mais genes estão em homozigose, em relação à outra população. Entre os métodos clássicos de seleção (genealógico, bulk, SSD etc.), geralmente o intuito é obter fenótipo que reúna muitos caracteres de interesse durante as gerações de autofecundação em um só local. Nem sempre são eficientes, em razão da interação genótipo x ambiente (BORÉM, 1997; DESTRO; MONTALVÁN, 1999).

A herdabilidade em sentido amplo mostrou-se elevada para os teores de EE e dos ácidos orgânicos. Poucas plantas foram selecionadas em cada ciclo, para cada subpopulação ocasionando, em cada um desses ciclos, desempenho superior por parte de diferentes indivíduos, combinações híbridas. Isso pode ser confirmado pela Tabela 4, pela baixa grandeza e sinal negativo, em alguns casos, das correlações entre as variáveis avaliadas em experimento realizado na geração de 2009/10 (SOUZA et al., 2011) e em experimento realizado na geração de 2011/12.

Da mesma forma, a herdabilidade das diferentes populações nas gerações conduzidas até agora foi variável, pois cada uma considerou determinado número de indivíduos e população. A herdabilidade depende da magnitude de todos os componentes de variância. Isso explica a ausência de correlação entre os dados de altura de plantas, produtividade de matéria seca, teor de matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis na forragem de soja produzida pelos parentais e suas combinações híbridas nas gerações F6 e F7. Piovesan (2000), objetivando estudar os componentes genéticos envolvidos no controle de características agrônomicas na soja por meio de análise dialélica, com base no modelo proposto por Griffing (1956), utilizando genitores e progênes F1 e F2, avaliou a herdabilidade para teor proteico, que variou de 22 a 81%.

Erros de estimação de componentes de variância estão relacionados a pequeno número de repetições, manejo inadequado da parcela no ensaio e erros de mensuração.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Spearman entre médias dos genitores e de suas progênes no ano agrícola 2009/10 e as médias dos genitores e de suas progênes no ano agrícola 2011/12

<b>Exp 2009-2010 x Exp2011-2012</b>	<b>sp<sup>^</sup></b>
APxAP	0,1214
PMSxPMS	-0,05360
MSxMS	0,2786
PBxPB	-0,1643
CHOSxCHOS	-0,4107
FDNxFDN	0,2071
FDAxFDA	0,0643

AP: altura de plantas no estágio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>); MS: matéria seca (%); PB: proteína bruta (% MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); e FDA: fibra em detergente ácido (%MS).

Tabela5 - Média da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja

Tratamento	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	N-NH <sub>3</sub>	LAT	ACE	PROP	BUT	pH
	(%)	(% MS)					(% NTotal)		(% MS)						
Sambaíba x Luziânia	20,8 c	91,9a	8,03 a	14,0 c	4,03 c	407a	59,4 b	48,1a	9,00b	5,11 b	1,92 c	2,11b	0,57a	0,080 a	5,33a
Sambaíba x Tucunaré	23,3 a	91,9 a	8,01 a	13,9 c	3,52 c	514 a	54,6 d	42,6c	6,96 b	4,11 b	7,88a	1,89 b	0,60 a	0,083 a	4,88 a
Sambaíba x UFV 16	20,7 c	91,7 a	8,33 a	14,9 b	5,89 b	4,03 a	56,1 d	48,2 a	6,75 b	7,00 a	1,40 d	3,66 a	0,61 a	0,084 a	5,51 a
Sambaíba x UFVS 2003	20,1 d	91,2 a	8,82 a	11,9 c	4,63 c	3,62 a	55,9 d	45,1 b	7,55 b	5,63 b	1,27 d	2,36 b	0,45 a	0,107 a	5,03 a
Luziânia x Tucunaré	19,5 d	91,7a	8,32 a	15,1 b	3,28 d	3,27 a	59,6 b	48,6 a	8,18 b	6,02 b	0,74 d	3,23 a	0,61 a	0,119 a	5,28 a
Luziânia x UFV 16	20,8 c	91,3 a	8,67 a	14,1 c	2,50 d	3,95 a	56,5 d	44,9 b	8,39b	5,92 b	0,76 d	3,04 a	0,45 a	0,086 a	5,17 a
Luziânia x UFVS 2003	19,9 d	91,7 a	8,25 a	13,5 c	1,80 d	4,46 a	61,4 d	50,1 a	9,54 a	5,68 b	2,98 c	3,31 a	0,75 a	0,117 a	5,07 a
Tucunaré x UFV 16	19,1 c	91,7 a	8,33 a	14,4 c	3,71 c	4,94 a	59,5 b	41,3d	8,57 b	8,15 a	0,88 d	1,02 b	0,61 a	0,129 a	5,24 a
Tucunaré x UFVS 2003	21,2 d	90,6 a	9,41 a	13,4 c	3,88 c	3,55 a	57,5 c	46,2 b	8,58 b	5,38 b	2,46 c	2,81 b	0,67 a	0,124 a	5,47 a
UFV 16 x UFVS 2003	24,0 a	91,6 a	8,39 a	13,5 c	3,86 c	5,91 a	55,0 d	43,8 c	9,72 a	4,81 b	2,28 c	1,41 b	0,60 a	0,091 a	5,47 a
Sambaíba	21,7 b	91,5 a	8,47 a	11,9c	3,21 d	4,42 a	56,3 d	46,3 b	9,47 a	5,16 b	4,31 b	2,96 a	0,33 a	0,089 a	5,33 a
Luziânia	20,9 d	90,7 a	9,26 a	13,2 c	3,37 d	3,22 a	57,2 c	46,2 b	9,49 a	5,74 b	0,40 d	3,19 a	0,26 a	0,112 a	4,93 a
Tucunaré	19,0 d	91,0 a	8,98 a	14,0 c	2,75 d	3,01 a	57,5 c	47,8 a	10,18 a	7,02 a	0,40 d	4,92 a	0,22 a	0,130 a	5,23 a
UFV 16	18,8 c	92,7 a	7,27 a	13,3 c	2,40 d	4,22 a	58,6 c	48,6 a	10,23 a	6,09 b	0,891d	2,38 b	0,36 a	0,087 a	5,25 a
UFVS 2003	22,1 b	92,4a	7,54 a	14,1 c	8,46 a	4,85 a	50,9 d	39,0 e	7,95 b	4,56 b	0,720d	2,56 b	0,44a	0,074 a	5,30 a
TMG 801	19,6 d	91,4a	8,60 a	13,2 c	4,39 c	4,51 a	55,9 d	46,2 b	9,64 a	6,59 a	0,64d	3,81 a	0,62 a	0,073 a	5,42 a
UFVTN 105 AP	19,8 d	93,4a	6,61 a	14,6 c	2,88 d	4,30 a	55,2 d	47,0 b	8,97 a	6,98 a	0,54 d	3,45 a	0,61 a	0,103 a	5,24a
Vx 05-3027	23,4 a	93,5 a	6,52 a	15,3 b	4,88 c	5,18 a	56,3 d	47,6 a	9,99 a	4,66 b	0,41d	250 b	0,47a	0,076 a	5,15 a
Vx 05-3166	21,2 c	92,1 a	7,87 a	17,2 a	4,29 c	4,39 a	53,1 d	44,0 c	9,33 a	4,92 b	0,69d	4,32 a	0,39 a	0,104 a	5,24 a
Vx 05-3600	21,3 c	92,6 a	7,38 a	17,1 a	2,74 d	5,40 a	56,1 d	45,7 b	9,56 a	4,50 b	1,25 d	2,20 b	0,42 a	0,103a	5,37 a

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOS: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; PROP: ácido propiônico; BUT: ácido butírico; e pH: potencial hidrogeniônico. Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, segundo o método de agrupamento de Scott-Knott (P<0,05).

### 3.3. Análises dialélicas

Na análise dialélica, considerou-se o modelo fixo, que representa as situações em que os progenitores são deliberadamente escolhidos e não podem ser considerados amostras aleatórias de uma população. Nesse caso, as conclusões são aplicáveis aos progenitores envolvidos no dialelo. Os objetivos são a comparação da capacidade de combinação dos pais, quando os próprios são usados como testadores, e a identificação das combinações mais produtivas. Assim, o maior interesse é estimar os efeitos da capacidade de combinação e obter erros-padrão apropriados para as diferenças entre efeitos. Observando o modelo  $Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$ , a CGC é obtida por meio de  $g_i + g_j$  e está associada ao efeito aditivo dos genes.

Já a CEC é representada pelas estimativas de  $s_{ij}$ , e indica a presença de desvios de dominância.

Como explicitado na Tabela 6, em relação à forragem, a capacidade geral de combinação (CGC) apresentou efeitos significativos sobre as variáveis MO, FDN, FDA ( $P > 0,05$ ) e LIG ( $P > 0,01$ ). Já a capacidade específica de combinação (CEC) apresentou efeitos significativos sobre as variáveis PMS, PB, FDN, FDA, LIG ( $P > 0,05$ ), EE e CHOs ( $P > 0,01$ ). Apesar da elevada frequência de homozigose, quando não se presenciaram efeitos de desvios de dominância a CEC significativa é devida à reunião de genes dominantes em estado de homozigose.

Com a finalidade de elevar a PMS, o genitor mais promissor é o Sambaíba, com  $\hat{g}_i$  de 0,317 (Tabela 7). Para elevar o teor de PB e reduzir o teor de EE, o genitor mais promissor é o Luziânia (0,344 e -0,326, respectivamente). Para diminuir os teores de FDN, FDA e LIG, o genitor ideal, o Sambaíba, apresenta valores de  $\hat{g}_i$  - 1,093, -0,958 e -0,433, respectivamente. Quando se tem baixa estimativa de  $\hat{g}_i$ , positiva e negativa, o valor da CGC do progenitor, calculado com base em seus cruzamentos com os demais progenitores, não difere muito da média geral dos cruzamentos dialélicos.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para altura de plantas, produtividade de matéria seca e composição bromatológica de forragem de soja

FV	GL	Quadrado médio										
		AP	PMS	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG
Tratamento	14	158.192**	2,83**	2,049*	1,97*	1,14	3,62**	2.22*	2,26*	17,16**	104.11**	3,51**
CGC	4	139.808**	1,98	2,135	3,58*	1,88	1,29	1.55	1,93	8,29**	9.84**	2,89*
CEC	10	165,545**	3,17**	2,015	1,33	0,85	4,55**	2.49*	2,39*	20,71**	141.8**	3,76**
Resíduo	38	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

AP: altura de plantas no estágio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS).<sup>ns</sup> não significativo; e \*\* e \* significativos pelo teste F a  $P \leq 0,01$  e  $P < 0,05$ , respectivamente.

Tabela 7- Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $\hat{g}_i$ ) da altura de plantas, produtividade de matéria seca e composição bromatológica de forragem de soja

Genitor	Estimativas ( $\hat{g}_i$ )										
	AP	PMS	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG
Sambaíba	0,2067	0,317	0,159	-0,535	0,432	-0,184	0,325	0,202	-1,093	-0,958	-0,433
Luziânia	-1,231	-0,219	0,0167	-0,296	0,193	0,344	-0,326	-0,412	0,063	-0,411	0,006
Tucunaré	2,554	0,287	-0,058	0,050	-0,153	-0,129	-0,128	-0,152	0,342	0,779	0,505
UFV 16	-3,712	-0,382	-0,531	0,398	-0,243	-0,212	0,235	0,366	0,228	0,355	0,192
UFVS 2003	2,183	-0,003	0,262	0,384	-0,229	0,181	-0,107	-0,005	0,460	0,234	-0,270

AP: altura de plantas no estádio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS).

As estimativas de  $\hat{s}_{ii}$  tratam do efeito da capacidade de combinação de uma variedade com ela mesma, que é de fundamental importância para indicar a direção dos desvios de dominância. Ela será negativa quando os desvios forem predominantemente positivos. Conforme a Tabela 8, as estimativas de  $\hat{s}_{ii}$  para MS, MO, FDN, FDA e LIG foram negativas, indicando a dominância unidirecional e combinação de alelos com efeitos complementares. Apesar disso, essa análise é de reduzida importância nesse momento, em que já foi alcançada a geração F8, e o elevado grau de homozigose dos indivíduos sugere predominância de efeitos gênicos aditivos, associado ou não a efeitos epistáticos, em detrimento dos efeitos de desvios de dominância.

A magnitude dessas estimativas indica o grau de divergência genética dos genitores em relação à média geral dos progenitores e cruzamentos. Já as estimativas de  $\hat{s}_{ij}$  permitem analisar o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus progenitores (CRUZ et al., 2004).

Tabela8-Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $\hat{s}_{ii}$  ou  $\hat{s}_{ij}$ ) da composição bromatológica da forragem de soja

Tratamentos	Estimativas $\hat{s}_{ii}$ ou $\hat{s}_{ij}$											
	Genitores	AP	PMS	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG
Sambaíba	8,3	0,059	0,791	-0,820	0,9062	-0,204	-0,122	-1,12	-2,98	-7,89	-0,88	
Luziânia	-0,6	0,463	-0,283	-0,584	0,670	1,422	0,733	-0,741	-4,44	-10,1	-1,08	
Tucunaré	-6,4	-1,010	-0,405	-0,139	0,225	-0,277	-0,255	-0,349	-1,44	-5,47	-0,346	
UFV 16	3,6	-0,156	-0,116	-0,619	0,189	-0,699	-1,125	-0,468	-2,00	-7,34	-1,26	
UFVS 2003	6,8	0,925	-0,260	-0,543	0,113	1,338	-0,640	0,281	-2,24	-7,26	-1,94	
<b>Combinações Híbridas (♂x♀)</b>												
Sambaíba x Luziânia	-1,4	-0,315	0,321	0,772	-0,686	-0,556	0,228	0,918	2,540	4,874	0,345	
Sambaíba x Tucunaré	-1,2	1,330	-0,098	0,414	-0,328	0,739	0,246	1,44	-0,616	0,847	-0,169	
Sambaíba x Ufv 16	-6,1	-0,676	-0,0055	-0,0747	-0,0975	1,322	-0,353	-0,485	2,140	5,491	0,657	
Sambaíba x UFVS 2003	-7,8	-0,459	-1,79	0,529	-0,701	-1,097	0,123	0,3778	1,892	4,567	0,928	
Luziânia x Tucunaré	10,6	0,714	0,117	0,329	-0,243	0,0564	-1,57	-0,504	2,368	5,154	0,109	
Luziânia x Ufv 16	-1,19	0,780	-0,172	0,295	-0,467	-1,65	0,219	0,916	1,723	5,014	0,378	
Luziânia x UFVS 2003	-10,7	-2,11	0,301	-0,227	0,0547	-0,694	-0,341	0,152	2,242	5,236	1,33	
Tucunaré x Ufv 16	-2,69	-0,264	-0,409	-0,115	-0,0568	1,185	1,361	0,6815	0,459	2,208	0,309	
Tucunaré x UFVS 2003	6,04	0,245	1,201	-0,349	0,177	-1,427	0,476	-0,915	0,675	2,742	0,443	
Ufv 16 x UFVS 2003	2,69	0,471	0,819	1,133	0,243	0,542	1,023	-0,0177	-0,317	1,983	1,19	

AP: altura de plantas no estágio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS);FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS).

Em relação à variável AP, o cruzamento gerado a partir de Luziânia e Tucunaré se destacou como o mais promissor, enquanto para o teor de PB, os cruzamentos Sambaíba x UFV16 e Tucunaré x UFV16. Atentando-se para os prejuízos que o excesso de gordura na dieta pode causar, o cruzamento Luziânia x Tucunaré foi o mais promissor. Para o teor de CHO, destacaram-se Sambaíba x Tucunaré, Sambaíba x Luziânia e Luziânia x UFV16.

No material ensilado houve efeitos significativos de CGC sobre as variáveis MS, EE, FDN, FDA, N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub>, LAT (P>0,05) e PB (P>0,01). Efeitos significativos de CEC foram observados sobre as variáveis MS, EE, FDN, FDA, LIG, LAT, ACE (P>0,05), PB e N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub> (P>0,01).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação da composição bromatológica e perfil fermentativo de silagens de soja

FV	GL	Quadrado médio														
		MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH <sub>3</sub> / NTotal	LAT	PROP	ACE	BUT
Tratamento	24	6,97**	0,999	0,999	2,51*	7,82**	1,93	19,30**	28,31**	3,58**	0,107	3,22**	11,65**	0,075	2,72**	0,001
CGC	4	9,25**	0,999	1,01	2,92*	11,15**	2,44	24,10**	24,17**	1,76	0,083	4,64**	14,18**	0,016	1,81	0,002
CEC	10	6,05**	0,996	0,996	2,35*	6,49**	1,72	17,37**	29,96**	4,30**	0,116	2,65*	10,64**	0,099	3,08**	0,001
Resíduo	48	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); LIG: lignina(%MS); N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; BUT: ácido butírico; PROP: ácido propiônico; e pH: potencial hidrogeniônico. ns não significativo e\*\* e \* significativos, pelo teste Fa P≤0,01 e P<0,05.

Tabela 10 - Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $\hat{g}_i$ ) da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja

Genitores	Estimativas $\hat{g}_i$														
	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH <sub>3</sub> / NTotal	LAT	ACE	PROP	BUT
Sambaíba	0,504	0,044	-0,044	-0,534	0,225	0,091	-0,542	0,287	-0,431	0,002	-0,340	1,339	-0,057	-0,016	-0,010
Luziânia	-0,822	-0,193	0,193	0,158	-0,652	-0,410	1,28	1,34	0,266	-0,098	-0,047	-0,645	0,247	-0,016	0,003
Tucunaré	-0,579	-0,229	0,229	0,387	-0,434	-0,306	0,533	-0,062	0,061	-0,01	0,448	0,148	0,349	-0,011	0,016
UFV 16	0,231	0,309	-0,309	0,214	-0,307	0,314	0,246	0,075	0,239	0,069	0,500	-0,660	-0,349	-0,005	-0,006
UFVS 2003	0,666	0,068	-0,068	-0,226	1,168	0,311	-1,519	-1,64	-0,135	0,036	-0,610	-0,182	-0,190	0,048	-0,003

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); LIG: lignina(%MS); pH: potencial hidrogeniônico; N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético;PROP: ácido propiônico;e BUT: ácido butírico.

Tabela 11- Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $\hat{\sigma}_{ii}$  ou  $\hat{\sigma}_{ij}$ ) da composição bromatológica e do perfil fermentativo de silagens de soja

Tratamentos		Estimativas $\hat{\sigma}_{ii}$ ou $\hat{\sigma}_{ij}$													
Genitores	MS	PB	MO	CZ	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH <sub>3</sub> / NTotal	LAT	ACE	PROP	BUT
Sambaíba	-0,125	-0,754	-0,148	0,148	-1,058	0,0636	0,3033	-	1,63	0,0897	0,0854	-0,322	0,348	-0,138	0,0095
Luziânia	-0,138	-0,799	-0,465	0,465	0,856	-0,134	-2,391	-2,29	0,252	-0,103	0,0772	-0,258	-0,0309	-0,212	0,0052
Tucunaré	-0,842	-0,448	-0,119	0,119	-0,203	-0,555	-0,645	2,11	1,353	0,0145	0,359	-1,85	1,49	-0,262	-0,0025
UFV 16	-0,399	-0,765	0,514	-0,514	-0,803	-0,589	1,003	2,62	1,049	-0,124	-0,673	0,257	0,3600	-0,135	-0,0021
UFVS 2003	-0,0117	0,857	0,724	-0,724	2,308	0,0526	-3,088	-3,49	-0,488	-	-0,0762	-0,863	0,217	-0,163	-0,0215
<b>Combinações híbridas</b> (♂x♀)															
Sambaíba x Luziânia	0,305	0,699	0,526	-0,526	0,636	0,210	1,60	0,707	0,461	0,193	-0,263	-0,724	-0,801	0,103	-0,0137
Sambaíba x Tucunaré	2,629	0,346	0,577	-0,577	-	1,18	-2,45	-3,396	-1,37	-0,341	-1,757	4,44	-1,13	0,13	-0,0232
Sambaíba x UFV 16	-0,796	1,53	-0,280	0,280	2,15	-0,555	-0,726	2,042	-1,760	0,206	1,080	-1,23	1,34	0,125	-0,0009
Sambaíba x UFVS 2003	-1,89	-1,07	-0,526	0,527	-0,582	-0,961	0,960	0,669	-0,590	-0,237	0,768	-1,84	-0,112	-0,0812	0,0188
Luziânia x Tucunaré	0,0633	0,887	0,506	-0,506	0,544	-0,191	0,695	1,557	-0,854	0,152	-0,136	-0,719	-0,0882	0,137	-0,0003
Luziânia x UFV 16	0,621	0,0882	-0,380	0,379	-0,358	-0,133	-2,09	-2,302	-0,815	-0,037	-0,289	0,109	0,421	-0,0333	-0,0117
Luziânia x UFVS 2003	-0,712	-0,0774	0,278	-0,278	-2,53	0,382	4,58	4,63	0,704	-0,101	0,534	1,851	0,530	0,217	0,0153
Tucunaré x UFV 16	-1,33	0,0685	-0,006	0,006	0,632	0,758	1,61	-4,53	-0,433	-	1,439	-0,565	-1,71	0,122	0,0182
Tucunaré x UFVS 2003	0,321	-0,405	-0,838	0,838	-0,678	-0,635	1,43	2,14	-	0,215	-0,265	0,541	-0,0751	0,134	0,0103
UFV 16 x UFVS 2003	2,303	-0,160	-0,363	0,363	-0,822	1,11	-0,793	-0,446	0,908	0,132	-0,884	1,17	-0,777	0,0557	-0,0015

MS: matéria seca (%);PB: proteína bruta (% MS); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOS: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); LIG: lignina(%MS); pH: potencial hidrogeniônico;N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; PROP: ácido propiônico; eBUT: ácido butírico.

Por meio da Tabela 10, observa-se que os progenitores capazes de gerar maiores incrementos ao teor de MS, PB, CHOs e LAT são, respectivamente, UFVS 2003, Tucunaré, UFV16 e Sambaíba. Aqueles capazes de reduzir o teor de EE, pH e N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub> nos cruzamentos a serem gerados são as cultivares Luziânia, nos dois primeiros casos, e UFVS 2003.

O cruzamento Sambaíba x Tucunaré foi o que reuniu maior número de características favoráveis, mostrando-se capaz de gerar incrementos no teor de CHOs e reduzir os teores de LIG, pH, N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub> e ACE e, ao mesmo tempo, elevar o teor de LAT. O híbrido UFV16xUFVS2003 conciliou reduzido teor de EE e N-NH<sub>3</sub>/N<sub>Total</sub>, com elevado teor de CHOs. O cruzamento LuziâniaxUFVS2003 reduziu o teor de EE e elevou o de LAT. Altos teores de PB foram apresentados por Luziâniax Tucunaré e Sambaíba x UFV16, que também se destacaram na forragem e aqui se apresentaram também com reduzido teor de lignina (Tabela 11).

A magnitude das estimativas de quadrado médio de CEC foi, em sua maioria, superior à de CGC, com relação às características bromatológicas da forragem. Os resultados de herdabilidade indicaram que a seleção indireta para teor de proteína, nessas condições ambientais, pode ser ineficiente com base apenas nos valores fenotípicos do indivíduo. Mas o conhecimento de associações entre caracteres pode auxiliar na seleção de características de baixa herdabilidade (FALCONER, 1981).

### **3.4. Análises de correlação**

A correlação que pode ser diretamente mensurada a partir de medidas de dois caracteres, em certo número de indivíduos da população, é a fenotípica. (CRUZ et al., 2004). Como apenas as causas genéticas são de natureza herdável, podendo, assim, ser utilizadas na orientação de programas de melhoramento, os comentários seguintes referem-se às correlações genéticas, exceto quando mencionado.

Considerem-se as características bromatológicas da forragem, a altura de plantas e PMS (Tabela 12). A correlação negativa e significativa entre teor de MS e teores de FDN, FDA e LIG pode ser relacionada ao fato de maior acúmulo de MS ser verificado, segundo Coffey et al. (1995), nos estádios mais avançados de maturação, concomitante à redução, em proporção, do teor de fibras na planta. Isso se deve à formação das vagens e sementes, estruturas pobres em fibras.

O teor de EE apresentou correlações positiva e significativa com o teor de LIG e correlação negativa e significativa para AP. Esta última variável pode ser bastante útil na seleção indireta de materiais para baixo teor de EE, por ser de fácil medição. Diniz (2009) destacou as cultivares Garantia, Confiança, Celeste, UFV16 e UFV18, todas com valores acima de 24% de óleo na semente, ao passo que o menor valor foi observado nas sementes da cultivar UFV-TN 105 (19,56%), que apresentou maior teor de proteína. Esse comportamento evidencia o que é amplamente relatado na literatura, ou seja, correlação negativa entre esses dois constituintes da semente de soja.

Na maioria dos casos, as correlações genéticas e ambientais apresentam o mesmo sinal; entretanto, quando isso não ocorre, há indicativo de que as causas da variação genética e ambiental influenciam os caracteres, por meio de diferentes mecanismos fisiológicos (FALCONER, 1987). Estimativas de correlações ambientais estão disponíveis nas Tabelas 14, 17 e 20. Os sinais dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica podem, eventualmente, ser diferentes, sendo o fato, em geral, atribuído a erros de amostragem.

Notou-se a presença de estimativas de correlação genética maior que a unidade. Segundo Cruz e Carneiro (2003) e Mello Filho (2006), problemas inerentes à estimação de componentes de variância e covariância, bem como a precisão dessas estimativas, podem conduzir a valores discrepantes dos limites esperados. Ainda segundo esses autores, coeficientes de correlação genética maiores que o valor absoluto 1 podem ocorrer, em decorrência de problemas ligados à amostragem populacional, à distribuição das variáveis ou ao modelo usado na estimação das variâncias e covariâncias, que determinam a correlação.

Tabela 12- Coeficientes de correlação fenotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica da forragem de soja

Características	PMS	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG
<b>AP</b>	0,4168	0,0065	0,1703	-0,4086	0,1185	-0,3979	0,0126	-0,0772	-0,2923	-0,549*
<b>PMS</b>		0,0268	-0,0902	0,1191	0,1197	0,0642	0,0627	-0,1741	-0,0841	-0,1544
<b>MS</b>			0,0837	0,1853	0,1980	-0,1655	-0,1948	-0,2004	-0,1261	-0,1160
<b>MO</b>				-0,7989**	0,2087	-0,1345	0,5782**	0,2347	0,1289	-0,0224
<b>CZ</b>					-0,0195	0,2992	-0,5066*	-0,4281+	-0,2157	0,0863
<b>PB</b>						-0,2152	0,0342	-0,3752	-0,4265+	-0,4160
<b>EE</b>							0,2919	-0,0478	0,2432	0,3997
<b>CHOS</b>								0,0581	0,1234	-0,0873
<b>FDN</b>									0,9163**	0,6853**
<b>FDA</b>										0,8267**

AP: altura de plantas no estágio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS). \*\* e \* significativamente diferentes de zero, pelo teste t a  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente.

Tabela 13- Coeficientes de correlação genotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica da forragem de soja

<b>Características</b>	<b>PMS</b>	<b>MS</b>	<b>MO</b>	<b>CZ</b>	<b>PB</b>	<b>EE</b>	<b>CHOS</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>	<b>LIG</b>
<b>AP</b>	0,7510	0,0989	(.)	-1,321++	(.)	- 0,5611+	0,0167	-0,0463	-0,3149	-0,6946+
<b>PMS</b>		0,6164	(.)	1,428++	(.)	0,1970	- 0,3363	-0,3392	-0,1151	-0,2470
<b>MS</b>			(.)	- 0,7884	(.)	-1,4572++	- 0,3174	-3,398++	-3,398++	-1,0678++
<b>MO</b>				- 0,9244	(.)	- 0,2470	(.)	(.)	(.)	(.)
<b>CZ</b>					(.)	1,335++	-1,3493++	-1,5783	-0,4505	0,4906
<b>PB</b>						(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
<b>EE</b>							0,3641	-0,0415	0,3029	0,5306+
<b>CHOS</b>								0,5731	0,2559	0,0310
<b>FDN</b>									1,180++	0,9082+
<b>FDA</b>										0,8767++

AP: altura de plantas no estádio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS);<sup>++</sup> e + significativamente diferentes de zero, pelo método de subamostragem (bootstrap, com 5.000 simulações), a  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente; e (.): simulações com zero estimativa de correlações genotípicas válidas (entre -1 e 1).

Tabela 14- Coeficientes de correlação ambiental entre as variáveis referentes à composição bromatológica da forragem de soja

<b>Características</b>	<b>PMS</b>	<b>MS</b>	<b>MO</b>	<b>CZ</b>	<b>PB</b>	<b>EE</b>	<b>CHOS</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>	<b>LIG</b>
<b>AP</b>	0,1712	- 0,0165	- 0,1853	- 0,0988	-0,0655	0,2514	0,0014	-0,1442	-0,1895	-0,0662
<b>PMS</b>		- 0,0289	- 0,2293	- 0,14	-0,2287	- 0,0753	0,4263++	-0,1020	-0,0885	-0,0994
<b>MS</b>			- 0,1436	0,2388	-0,0306	0,095	-0,2724	0,1409	0,0835	0,0212
<b>MO</b>				0,149	0,1236	- 0,0917	-0,2618	0,2554+	0,2196	0,1839
<b>CZ</b>					0,2980+	- 0,1732	-0,2992	-0,1843	-0,2417	-0,0951
<b>PB</b>						0,0732	-0,2695+	-0,2520	-0,3659++	-0,2035
<b>EE</b>							0,0944	-0,0727	-0,0531	-0,0518
<b>CHOS</b>								- 0,4653++	-0,3352+	-0,3803++
<b>FDN</b>									0,9178**++	0,5578++
<b>FDA</b>										0,6593++

AP: altura de plantas no estádio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); ++ e + significativamente diferentes de zero, pelo método de subamostragem (boodstrap, com 5.000 simulações), a  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente; e (.): simulações com zero estimativa de correlações ambientais válidas (entre -1 e 1).

Quando avaliadas a composição bromatológica e as características do perfil fermentativo da silagem, o teor de MS correlacionou-se de forma negativa e significativa com o teor de FDN, provavelmente devido à relação elucidada anteriormente. Apresentou correlação negativa e significativa com os teores de N-NH<sub>3</sub> e de ácido butírico; positiva e significativa com o teor de ácido láctico. Esse resultado era esperado ao consideraras consequências que o reduzido teor de MS pode causar no processo fermentativo, levando-se à ocorrência de fermentação butírica, por bactérias do gênero *Clostridium*, em razão do insuficiente abaixamento do pH e do reduzido desenvolvimento de bactérias formadoras do ácido láctico. Tudo isso pode culminar em degradação proteica e liberação de NH<sub>3</sub>.

Comportamento confirmado pela correlação positiva e significativa dos teores de NH<sub>3</sub> com teor de ácido butírico e pela correlação negativa e significativa com teor de lactato. A correlação positiva e significativa de pH com CHOs, negativa e significativa com NH<sub>3</sub> e PROP não era esperada.

Teor de PB apresentou correlação positiva, embora não significativa, com teor de EE e teor de FDN. Por sua vez, o teor EE apresentou correlação negativa e significativa com teores de ácido butírico (relação vantajosa) e de LIG. Essa relação deve ser monitorada em programas de melhoramento, de maneira que a seleção para uma dessas variáveis não decorra em prejuízos em relação às demais.

Tabela 15- Coeficientes de correlação fenotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica e ao perfil fermentativo da silagem de soja

Características	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH3	LAT	ACE	PROP	BUT
<b>MS</b>	0,362	- 0,362	0,0883	0,3021	0,7151**	-0,4878*	-0,3249	-0,0825	0,1034	-0,7542**	0,4839*	-0,4563*	0,1154	-0,588**
<b>MO</b>		-1,000**	0,4703*	0,1139	0,5337*	-0,2362	0,0101	0,1669	-0,0076	-0,1998	-0,1073	-0,1730	0,0563	-0,4355
<b>CZ</b>			-0,4703*	-0,1139	-0,5337*	0,2362	-0,0101	-0,1669	0,0076	0,1998	0,1073	0,1730	-0,0563	0,4355
<b>PB</b>				0,0487	0,2489	-0,1866	-0,0440	0,0501	0,1760	-0,1196	-0,2819	0,1610	0,0207	0,0419
<b>EE</b>					0,169	-0,6461**	-0,5415*	-0,4418*	0,2544	-0,1946	-0,1475	-0,0746	0,0109	-0,4510*
<b>CHOS</b>						-0,3404	-0,4338	0,0848	0,1549	-0,4011	0,3013	-0,5951**	0,2837	-0,4591*
<b>FDN</b>							0,6603**	0,2414	-0,0857	0,4140	-0,0340	-0,0805	0,2639	0,4806*
<b>FDA</b>								0,3393	0,0687	0,2001	-0,1359	0,4216	0,0766	0,1454
<b>LIG</b>									0,1034	0,0014	-0,3572	0,1761	-0,3696	0,1104
<b>pH</b>										0,1613	-0,2749	0,0543	0,2305	-0,1329
<b>N-NH3</b>											-0,4456*	0,2384	0,0892	0,4288
<b>LAT</b>												-0,3151	0,2799	-0,1564
<b>ACE</b>													-0,2946	0,1582
<b>PROP</b>														-0,0097

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); pH: potencial hidrogeniônico;N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; PROP: ácido propiônico;e BUT: ácido butírico. \*\* e \* significativamente diferentes de zero, pelo teste t a P≤0,01 e P≤ 0,05, respectivamente.

Tabela 16- Coeficientes de correlação genotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica e ao perfil fermentativo da silagem de soja

Características	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH <sub>3</sub>	LAT	ACE	PROP	BUT
<b>MS</b>	0,2141	-0,2141	0,3873	0,4615	(.)	(.)	(.)	0,3202	(.)	-2,1036++	0,7279+	-0,4885	0,3730	-0,5996+
<b>MO</b>		-1,000++	1,3776++	0,0748	(.)	-1,0354++	(.)	0,6356	(.)	-0,0749	-0,1017	-0,1393	0,1438	-0,4590
<b>CZ</b>			-1,3776++	-0,0748	(.)	1,0354++	(.)	-0,6356	(.)	0,0749	0,1017	0,1393	-0,1438	0,4590
<b>PB</b>				0,1757	(.)	0,4462	(.)	-0,0613	(.)	-0,1349	-0,5447	0,3056	0,0165	0,1044
<b>EE</b>					(.)	-2,0572++	(.)	-0,7285+	(.)	-1,0324++	-0,1638	-0,0973	-0,0006	-0,5179+
<b>CHOS</b>						(.)	0,8359	(.)	11,6354++	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
<b>FDN</b>							(.)	-0,9367+	(.)	2,1301++	-0,1321	-0,3113	0,5326	1,1804++
<b>FDA</b>								(.)	3,7501++	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
<b>LIG</b>									(.)	-1,4335++	-0,6224	0,2107	-0,7652+	0,0630
<b>pH</b>										(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
<b>N-NH<sub>3</sub></b>											-1,5905++	0,4547	-0,1144	1,1511++
<b>LAT</b>												-0,3333	0,2776	-0,1771
<b>ACE</b>													-0,3488	0,1150
<b>PROP</b>														-0,0706

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; BUT: ácido butírico; PROP: ácido propiônico; pH: potencial hidrogeniônico; ++ e + significativamente diferentes de zero, pelo método de subamostragem (boodstrap com 5.000 simulações) a  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente; e (.): simulações com zero estimativa de correlações genotípicas válidas (entre -1 e 1).

Tabela 17- Coeficientes de correlação ambiental entre as variáveis referentes à composição bromatológica e ao perfil fermentativo da silagem de soja

Características	MO	CZ	PB	EE	CHOS	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH3	LAT	ACE	PROP	BUT
<b>MS</b>	0,6218++	-0,6218++	-0,1125	-0,0208	0,6064++	-0,2073	-0,4007++	-0,3975+	0,052	-0,4609+	-0,5201+	-0,7476++	-0,8992++	-0,7595++
<b>MO</b>		-1,000++	-0,3788++	0,2737++	0,2737	0,1802	-0,1027	-0,3603+	-0,1394	-0,3528+	-0,4000++	-0,4975++	-0,4922++	-0,3885++
<b>CZ</b>			0,3788++	-0,2737	-0,5966++	-0,1802	0,1027	0,3603+	0,1394	0,3528+	0,4000++	0,4975++	0,4922++	0,3885++
<b>PB</b>				-0,1300	-0,1364	-0,3596+	-0,3194+	0,1054	0,3245+	-0,1225	0,1942	-0,0186	0,0607	-0,0415
<b>EE</b>					0,0629	0,1870	0,0567	-0,1218	0,1402	0,2463	0,0877	0,1631	0,1299	-0,0057
<b>CHOS</b>						-0,1416	-0,5215	-0,5253	-0,2824	-0,7132	-0,3951	-0,5413	-0,5449	-0,4073
<b>FDN</b>							0,7957	0,6084	-0,1345	0,2013	0,1582	0,1631	0,3263+	0,2086
<b>FDA</b>								0,6971++	-0,1109	0,5502++	0,244	0,3493+	0,4530++	0,3100+
<b>LIG</b>									0,3249+	0,3357+	0,1754	0,3020+	0,4135++	0,2703+
<b>pH</b>										0,1947	0,0171	0,0664	0,0001	-0,1515
<b>N-NH3</b>											0,2376+	0,5134++	0,5489++	0,3287+
<b>LAT</b>												0,3757++	0,4771++	0,2491
<b>ACE</b>													0,7171++	0,6987++
<b>PROP</b>														0,6762++

MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); N-NH3/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido lático; ACE: ácido acético; BUT: ácido butírico; PROP: ácido propiônico; pH: potencial hidrogeniônico; e++ e + significativamente diferentes de zero, pelo método de subamostragem (boodstrap com 5.000 simulações) a  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente.

Atenção deve ser dada às correlações genóticas estabelecidas entre as características bromatológicas da forragem, AP e PMS e as características bromatológicas e fermentativas da silagem, explicitados pelas Tabelas 18, 19 e 20. AP apresentou correlação positiva e significativa com teores de MS e MO da silagem; negativa e significativa com N-NH<sub>3</sub>. PMS apresentou correlação positiva e significativa com teor de MS, EE e LAT no material ensilado, ao mesmo tempo em que exibiu correlação negativa e significativa com o teor de PB, FDN e N-NH<sub>3</sub>.

MS na forragem correlacionou-se positiva e significativamente com MS, PB, LAT, ACE e PROP na silagem e negativa e significativamente com FDN e N-NH<sub>3</sub> na silagem. O teor de CHOs na forragem apresentou correlação positiva e significativa com teores de MS e MO da silagem e correlação negativa e significativa com CZ e FDN na silagem. Esse fato pode ser explicado pelo maior desenvolvimento de bactérias produtoras do ácido lático em presença de maior quantidade de CHOs, gerando a maior degradação de fibra durante o processo de degradação.

O teor de ácido acético apresentou correlação positiva e significativa com teor de CZ na forragem e correlação negativa e significativa com teor de EE na forragem. Tal fato pode ser explicado pela toxidez que o excesso de gordura causa a bactérias celulolíticas, além de dificultar a aderência dos microrganismos desejáveis no alimento, possibilitando maior formação de ácido acético.

Os ácidos propiônico e butírico, em % da MS, apresentaram correlação positiva e significativa com FDA e LIG da forragem, respectivamente. Embora não esperado, esse resultado pode ser explicado pela dificuldade de degradação das fibras no material ensilado pelos microrganismos, em casos de teores de extrato etéreo muito elevados. Durante o período em que o alimento permanece no rúmen (9-12 h), microrganismos celulolíticos hidrolisam a celulose, originando unidades livres de glicose. Em seguida, a glicose é submetida à fermentação bacteriana, com produção de ácidos graxos voláteis (AVGs), principalmente os ácidos acético, propiônico e butírico, e os gases CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>. Esses ácidos atravessam a parede do rúmen, atingindo a corrente sanguínea, e são oxidados pelo animal como sua principal fonte de energia, o que torna desnecessário o metabolismo sintrófico. *Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus albus* são dois dos anaeróbicos celulolíticos mais abundantes no rúmen. As células do *Fibrobacter*, ao contrário das dos *Ruminococcus*, devem permanecer aderidas à fibrila de celulose enquanto a digerem (MADIGAN et al., 2010).

Tabela18- Coeficientes de correlação fenotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica de forragem e silagem de plantas de soja

Forragem	Silagem														
	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOs	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH3	LAT	ACE	PROP	BUT
AP	0,3944	0,4924*	-0,4924*	0,3051	0,1636	0,3000	-0,1637	-0,0021	0,1034	0,0837	-0,4021	-0,0909	-0,1648	-0,0889	-0,2055
PMS	0,4915*	-0,1231	0,1231	-0,0195	0,3727	0,1478	-0,4598*	-0,5220*	0,0014	-0,0814	-0,5157*	0,3988	-0,2658	-0,1635	-0,2961
MS	0,1635	-0,0597	0,0597	0,2496	-0,0805	0,0862	-0,1495	0,0087	-0,3572	0,3016	-0,848	0,2638	0,1824	0,1963	0,1270
MO	0,3827	0,4529*	-0,4529*	0,6625**	0,0609	0,4523*	-0,2974	-,02192	0,1761	0,1378	-0,2381	-0,2458	-0,1683	0,1214	0,0293
CZ	-0,1995	-0,5799**	0,5799**	-0,6074**	-0,0313	-0,3134	0,0950	0,0894	-0,3696	-0,0123	0,0961	0,2930	0,2392	-0,1743	-0,0483
PB	0,0639	0,2382	-0,2382	0,5290*	0,4197	0,3280	-0,4190	-0,3752	0,1104	-0,0459	-0,1414	-0,1624	0,0332	-0,1088	-0,0946
EE	0,1871	-0,3306	0,3306	-0,5167*	0,0679	0,1145	0,0095	-0,3156	0,2178	-0,0743	0,1947	0,3130	-0,4129	0,1060	0,0019
CHOS	0,4568*	0,5380*	-0,538*	0,3267	0,1709	0,4345	-0,298	-0,3301	-0,2283	-0,2655	-0,2038	0,1598	-0,2867	0,0859	-0,3161
FDN	-0,0704	-0,1739	0,1739	0,0887	-0,0595	-0,0702	0,4858*	0,1954	-0,3209	0,1584	0,1343	-0,0657	-0,2317	0,5771**	0,2184
FDA	-0,018	-0,3330	0,3330	-0,0717	-0,0842	-0,084	0,4417*	0,1127	-0,5123*	0,1093	0,1622	0,1825	-0,2787	0,6453**	0,2231
LIG	-0,1871	-0,6329**	0,6329**	-0,2382	-0,3161	-0,2602	0,5482*	0,1373	-0,2589	0,0051	0,2960	0,1979	-0,1496	0,3342	0,5003*

AP: altura de plantas no estádio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (%MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; BUT: ácido butírico; PROP: ácido propiônico; e pH: potencial hidrogeniônico. \*\* e \* significativamente diferentes de zero, pelo teste t a P≤0,01 e P≤ 0,05, respectivamente.

Tabela 19- Coeficientes de correlação genotípica entre as variáveis referentes à composição bromatológica de forragem e silagem de plantas de soja

Forragem	Silagem														
	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOs	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH <sub>3</sub>	LAT	ACE	PROP	BUT
AP	0,7153+	0,7511++	-0,7511++	0,2812	0,1983	(.)	-0,5229	(.)	0,1963	(.)	-1,5909++	-0,1038	-0,2144	-0,1273	-0,292
PMS	1,2543++	-0,2767	0,2767	-0,9054+	0,7406+	(.)	-2,6343++	(.)	-1,7197++	(.)	-2,2838++	0,7504+	-0,4580	-0,2688	-0,5756
MS	2,1346++	-0,5199	0,5199	3,6859++	-0,1446	(.)	-3,6399++	(.)	0,7861	(.)	-8,6956++	1,5846++	1,1633++	1,1303++	0,3560
MO	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	0,1529	(.)	0,0968	(.)	-0,6605	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
CZ	-1,2418++	-2,6664++	2,6664++	-2,9008++	0,1667	(.)	2,0937++	(.)	1,521++	(.)	1,6375++	0,9152+	0,9249+	-0,5302	0,0141
PB	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	2,3675++	(.)	-2,3372++	(.)	-2,2114++	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
EE	0,3290	-0,3970	0,3970	-1,0130++	0,043	(.)	-0,2859	(.)	-0,5729	(.)	0,5834	0,3399	-0,4734+	0,0928	-0,0069
CHOS	0,8034+	0,8156++	-0,8156++	0,4906	0,1556	(.)	-0,7041++	(.)	-0,4076	(.)	-0,5083	0,2013	-0,3667	0,0995	-0,4138
FDN	-0,1826	-0,4388	0,4388	0,5334	-0,0096	(.)	1,257++	(.)	-1,2244++	(.)	0,3897	-0,0870	-0,3612	1,0042++	0,3813
FDA	-0,0057	-0,4201	0,4201	-0,0534	-0,0690	(.)	0,9984++	(.)	-1,0212++	(.)	0,4952	0,2049	-0,2985	0,7060++	0,2478
LIG	-0,2156	-0,8091++	0,8091++	-0,4188	-0,3712	(.)	1,4978	(.)	-0,6212	(.)	0,6335	0,2298	-0,1800	0,3810	0,5829+

AP: altura de plantas no estágio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); e LIG: lignina(%MS); pH: potencial hidrogeniônico;N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido lático; ACE: ácido acético; PROP: ácido propiônico; BUT: ácido butírico; e ++ e + significativamente diferentes de zero, pelo método de subamostragem (bootstrap com 5.000 simulações) a P≤0,01 e P≤ 0,05, respectivamente; e (.): simulações com zero estimativas de correlações genotípicas válidas (entre -1 e 1).

Tabela 20-Coefficientes de correlação ambiental entre as variáveis referentes à composição bromatológica de forragem e silagem de plantas de soja

Forragem	Silagem														
	MS	MO	CZ	PB	EE	CHOs	FDN	FDA	LIG	pH	N-NH <sub>3</sub>	LAT	ACE	PROP	BUT
AP	-0,2035	-0,2947+	0,2949+	0,4410++	0,0002	-0,1069	0,0245	0,0668	0,4135+	0,1635	0,0413	0,0247	0,2186	0,2021	0,2451
PMS	0,0317	-0,0018	0,0018	0,3402+	0,0416	0,0922	0,0703	0,0114	0,2703+	0,2918+	-0,1981	0,0890	-0,1704	-0,1337	-0,0450
MS	-0,01164	0,0183	-0,0183	-0,0875	-0,1594	0,075	0,0718	0,2125	0,3106	-0,3931++	0,0249	0,1388	0,0120	0,0963	0,2165
MO	0,3102	0,1391	-0,1391	0,1270	0,0681	0,0209	-0,1488	-0,0886	0,2983+	0,0834	0,0430	-0,0732	-0,3841+	-0,1937	-0,5517+
CZ	0,1184	0,2330	-0,233	-0,1394	-0,2212	0,1813	-0,1679	-0,0159	0,0245+	-0,3917++	-0,0603	0,1026	-0,1993	-,00634	-0,1591
PB	0,1356	0,2182	-0,2182	-0,0672	0,1495	-0,0684	0,1335	0,1265	-0,2115	0,0218	0,0273	0,2771	-0,1008	-0,0995	-0,0754
EE	-0,0821	-0,1279	0,1279	-0,0436	0,1929	0,0545	0,2566+	0,1383	-0,3321	-0,0033	0,0937	0,2153+	0,0149	0,2434+	0,0501
CHOS	-0,0447	-0,0870	0,0870	0,2200	0,2444+	0,148	-0,1551	-0,2757+	-0,142	0,1432	-0,147	-0,0799	0,0572	0,0484	0,0129
FDN	0,0108	0,0951	-0,0951	-0,1216	-0,1773	-0,1184	0,2818+	0,2655	0,2575	-0,1109	0,0863	-0,1837	-0,1493	0,0452	0,0361
FDA	-0,0547	-0,0219	0,0219	-0,1425	-0,1769	-0,148	0,2765+	0,2460	-0,0601	-0,1065	0,073	-0,1686	-0,1040	0,0972	0,0586
LIG	-0,1518	-0,1602	0,1602	-0,0924	-0,1004	-0,3067+	0,1390	0,2057	0,1646	0,0837	0,2782+	0,0079	0,0198	0,1198	0,1598

AP: altura de plantas no estádio R6 (cm); PMS: produtividade de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>); MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (%MS); CZ: cinzas (%MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo(%MS); CHOs: carboidratos solúveis em água (%MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); LIG: lignina(%MS); pH: potencial hidrogeniônico;N-NH<sub>3</sub>/NTotal: nitrogênio amoniacal em porcentagem de nitrogênio total; LAT: ácido lático; ACE: ácido acético; PROP: ácido propiônico;BUT: ácido butírico; e<sup>++</sup> e + significativamente diferentes de zero, pelo método de subamostragem (boodstrap com5.000 simulações) a P≤0,01 e P≤ 0,05, respectivamente.

Por meio da Tabela 21, pode-se observar que na geração F8:9 houve efeito significativamente diferente de zero em tratamentos sobre as variáveis altura de plantas (AP), massa de matéria fresca (MV) ( $P > 0,01$ ) e massa de matéria seca (MS) ( $P > 0,05$ ). As estimativas dos coeficientes de variação para MV e MS foram elevadas, demonstrando a existência de variabilidade entre as linhas avaliadas para tais características, podendo essa ser devida a efeitos genéticos, ambientais e à interação entre ambos.

Tabela 21- Resumo da análise de variância da altura de plantas (AP), massa de matéria fresca(g); MS: massa de matéria seca(g) de plantas de soja na geração F8:9

		Quadrado Médio		
		AP	MV	MS
<b>Tratamento</b>	12	0,137**	43895,44**	1888,32*
<b>Dialelo</b>	9	0,165**	34261,58	2358,53*
<b>Trat. Adicionais</b>	2	0,077**	24549,08	693,97
<b>Dialx Trat. adicionais</b>	1	0,006**	169292,98**	45,14
<b>Resíduo</b>	105	0,0129	17582,32	1004,36
<b>Média Geral</b>		0,939	304,220	79,796
<b>CV (%)</b>		12,071	43,586	39,716

AP: altura de plantas no estádio R6 (época da ensilagem); MV: massa verde(g); MS: massa seca (g); CV(%): coeficiente de variação; \*\* e \* significativos pelo teste F a  $p \leq 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* e \* significativos pelo teste Fa  $P \leq 0,01$  e  $P < 0,05$ .

O bom desempenho e a existência de variabilidade dentro das linhas conduzidas na geração F8 mostraram a possibilidade de seleção, nas próximas gerações, de cultivar de soja específica para produção de silagem. Observa-se, pela Tabela 22, que a população gerada pelo cruzamento Sambaíba x Luziânia foi a que obteve maior média de MV, com 385,99g, ficando em segundo lugar para produção de MS. Situação contrária ocorreu com a população oriunda do cruzamento Tucunaré x UFV16. Maior variabilidade dentro de tratamento foi conseguida com Luziânia x UFV16 para MV e com UFV16 x UFVS2003 para MS.

Tabelas 22- Médias de tratamentoe variâncias dentro de tratamento para altura de plantas, massa de matéria fresca(g) e massa de matéria seca(g) de plantas de soja na geração F8:9

Tratamento	Médias			Variância		
	AP	MV	MS	AP	MV	MS
Sambaíba x Luziânia	1,052 a	385,99 a	97,97 b	0,0136	14115,389	1199,916
Sambaíba x Tucunaré	0,998 a	238,30 k	65,77 i	0,0056	2299,205	156,923
Sambaíba x UFV 16	0,830 a	232,49 l	56,11 j	0,0410	8386,940	382,565
Sambaíba x UFVS 2003	1,104 a	371,59 c	93,46 c	0,0083	9477,618	646,534
Luziânia x Tucunaré	1,026 a	301,37 f	67,29 i	0,0037	16081,696	938,207
Luziânia x UFV 16	0,807a	366,95 d	83,60 e	0,0124	48781,374	1685,344
Luziânia x UFVS 2003	0,842 a	292,47 g	73,11 f	0,0171	18833,617	1748,340
Tucunaré x UFV 16	0,990 a	379,59 b	102,51 a	0,0128	13717,010	998,548
Tucunaré x UFVS 2003	1,044 a	353,21 e	85,14 e	0,0047	8628,288	468,189
UFV 16 x UFVS 2003	0,727 a	280,94 h	70,38 g	0,0136	25802,808	1955,961
UFV 16	0,940 a	241,02 j	69,07 h	0,0165	26666,719	547,889
TMG 801 150/151	0,802 a	142,06 m	85,29 e	0,0121	5666,063	972,282
Vx 05-3600	1,026 a	261,75 i	89,41 d	0,0024	37872,765	1246,483

AP: altura de plantas no estágio R6 (época da ensilagem); MV: massa verde(g); e MS: massa seca (g). Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, segundo o método de agrupamento de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 23-Coefficientes de correlação de Spearman entre médias dos genitores e suas progênies no ano agrícola 2011/12 (geração F7) e as médias dos genitores e de suas progênies no ano agrícola 2012/13 (geração F8)

Exp 2009-2010 x Exp2011-2012	$\rho^{\wedge}$
APxAP	-0,1273
MVxMV	-0,1030
MSxMS	-0,4303

AP: altura de plantas no estágio R6 (época da ensilagem); MV: peso de massa verde(g); e MS: peso de massa seca (g).

A presença de correlação negativa entre os caracteres pode ser justificada pela superioridade que cada planta apresentou na geração F8, como discutido anteriormente. Nota-se, com isso, a superioridade que as plantas involuntariamente selecionadas na geração F7 apresentaram na geração seguinte. A tendência é alcançar a uniformidade de cada subpopulação e heterogeneidade entre elas. Por meio da análise de desempenho das próximas etapas de seleção, identificação das características passíveis de aperfeiçoamento e interpretação dos componentes de variância, vislumbra-se alcançar linhagens com desempenho desejado para produção de silagem de qualidade.

#### 4. CONCLUSÕES

Foi possível a obtenção de populações favoráveis à produção de silagem e, conseqüentemente, de prováveis cultivares de soja apropriadas à produção de silagem.

Os cruzamentos Sambaíba x Tucunaré mostram-se capaz de gerar incrementos no teor de CHOS e reduzir os teores de LIG, pH, N-NH<sub>3</sub>/ NTotal e ACE e, ao mesmo tempo, elevar o teor de LAT; e UFV 16 x UFVS 2003 conciliou reduzido teor de EE e N-NH<sub>3</sub>/ NTotal, com elevado teor de CHOS.

As linhagens UFV-TN 105 e Vx 05-3166 conciliaram elevado teor de MS, PB, CHOs e reduzido teor de EE, mostrando-se passíveis de ser incluídos em programas de melhoramento visando à seleção de soja forrageira.

## 5. REFERÊNCIAS

ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G.; AZRIEL, A.; HEN, Y.; HOREV, B. A simple system to study the aerobic deterioration of silage. **Can. Agric. Eng.**, v. 33, p. 391-393, 1991.

BARBOSA, L. REZENDE A., A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A. Estabilidade aeróbia de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, SP, v.27, n.4, p. 255-262, 2011.

BEDUSCHI, G. **Confinamento de bovinos em 2002**. Disponível em: <[www.beefpoint.com.br](http://www.beefpoint.com.br)>. Acesso em: 2013.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997.

CANNON, C.Y. Feeding soybean hay and silage. **Hoard's Dairyman**, v. 92, p. 753, 1947.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2013. **Importações e Exportações Brasileiras**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/0204\\_export\\_complexo\\_soja\\_e\\_trigo.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/0204_export_complexo_soja_e_trigo.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 394p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol.2. Viçosa, MG: Editora UFV, 2003. 585 p.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. **Métodos para análise de alimentos**– INCT:Ciência animal. 1. ed.Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214 p.

DERIAZ, R. E. Routine analysis of carbohydrate and lignin in herbage. **Journal of Animal Science**, v. 12, p. 150-160, 1961.

DESTRO, D.; MONTÁLVAN, R. **Melhoramento genético de plantas**. Londrina, PR: UEL, 1999.

DEVINE, T.E.; HATLEY, E.O. Registration of 'Donegal' forage soybean. **Crop Science**, v. 38, p. 1719-1720, 1998.

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

DINIZ, F.O. **Qualidade Fisiológica e sanitária, teor de óleo e proteína de sementes de cultivares de soja em três épocas de colheita**. 2009. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. [S.l.]:Chapman and Hall, 1993. 430p.

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, n.1, p.50-59, 1983.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. por ALMEIDA, M. de; SILVA, J.C. Viçosa, MG: Editora UFV, 1987. 279 p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames, Iowa: Iowa State University, Co-operative Extension Service, 1977.11p. (Special Report, 80).

GAVILOI, I. L. C. **Silagens de soja e de ponta de cana-de-açúcar no desempenho de cordeiros**.2011. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) -Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa, SP, 2011.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal Biological Science**, v.9, p. 463-493, 1956.

GRIFFIN, T. **Soybean silage as an alternative silage, 2000**.Disponível em: <[http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean\\_silage.htm](http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean_silage.htm)>.Acesso em: 6 jun. 2013.

HENDERSON, C. The effect soffatty acid on pure culture so frumen bacteria.**JournalAgricultural Science**, Cambridge, v.81, n.1, p.107-112, 1973.

HINTZ, R.; ALBRETCHT, K.; OPLINGER, E. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices.**Agronomy Journal**, v. 84, p.795-798, 1992.

KUNG JR., L.; RANJIT, N. K.The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage.**JournalofDairy Science**, v. 84, p. 1149-1155, 2001.

LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO JÚNIOR, P. de; LARA, L.A.; SOUSA, D. de P.; SILVA, C.J. da.Consórcio capim-braquiária e soja, produtividade das culturas e características qualitativas das silagens.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2031-2040, 2008.

MELLO FILHO, O.L. **Avaliação de variedades e progênes de soja para a produção de silagem**. 2006. 84 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa,Viçosa, MG, 2006.

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feed Stuffs**. p.49-52,1977.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991.340 p.

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

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, n.41, 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, n.1, p.33-38, 1992.

PIOVESAN, N.D. **Aplicação de cruzamentos dialélicos no melhoramento genético do teor de proteína em soja**. 2000. 91 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PINTO, C.A.B.P. **Genética na Agropecuária**. 4. ed. Lavras, MG: UFLA, 2008. 464p.

RIGUEIRA, J.S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte**. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

ROSA, L.O. **Composição bromatológica, perfil fermentativo, populações microbianas, consumo e digestibilidade de silagem de soja com inoculante e, ou, melaço em pó**. 2010. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

SANTOS, O.D. dos; VIEIRA, O. Crescimento e qualidade nutritiva da planta de soja (*Glycine max* (L.) Merrill. **Revista Ceres**, v. 29, n. 161, p. 107-115, 1982.

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.

SILVA, T.C. Populações microbianas, perfil fermentativo e composição de silagens de capim-elefante com jaca. **Archivos de Zootecnia**, Ilhéus, BA, v. 60, n. 230, p. 252, 2011.

SILVA A.G. da; REZENDE, P.M. de; ANDRADE, L.A.B.; EVANGELISTA, A.R. Consórcio sorgo-soja e produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo, consorciadas na linha, em dois sistemas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.933-939, 2000.

SOUZA, G.A. **Potencial de produção de silagem de híbridos de soja [*Glycinemax* (L.) Merrill] obtidos por cruzamentos em dialelo**. 2010. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Produção vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

SOUZA, W.F.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G. et al. Dry matter intake and performance of Nelore steers fed diets based on different proportions of soybean and corn silages. In: **Annual Meeting of The American Society of Animal Science, 2008**. Indianapolis (accepted).

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002.

UNDERSANDER, D. **Soybeans for hay or silage**. Wisconsin: University of Wisconsin-Extension, 1999.

ZEOLA, N.M.B.L. **Influência da alimentação nas características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cordeiros Morada Nova**. 2002. 65f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal,  
SP, 2002.