LOPES, L.F. et al. Índice de desejabilidade: uma análise multivariada do padrão de fermentação de silagens de maniçoba. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 7, Ed. 194, Art. 1301, 2012.

PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Índice de desejabilidade: uma análise multivariada do padrão de fermentação de silagens de maniçoba

Luciano Ferreira Lopes¹, Edma Carvalho de Miranda², Denise Maria Pinheiro²,
Jaqueline Maria da Silva³, Edna Peixoto da Rocha Amorim⁴,
Cyro Rêgo Cabral Júnior^{5*}

¹ Artigo originado da respectiva dissertação de Mestrado. Bolsista FAPEAL. Centro de Ciências Agrárias-CECA, Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Rio Largo, AL.

² Instituto de Química e Biotecnologia-IQB. Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Maceió, AL.

³ Doutoranda do Programa Rede Nordeste de Biotecnologia-RENORBIO. Instituto de Química e Biotecnologia-IQB. Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Maceió, AL.

⁴ Centro de Ciências Agrárias-CECA. Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Rio Largo, AL.

^{5*} Faculdade de Nutrição - FANUT. Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Campus A.C. Simões - Avenida Lourival de Melo Mota, Km 14, CEP.: 57.072-970, Tabuleiro do Martins. Maceió, AL. Telefone: (82) 3214-1160, Fax: (82) 3214-1160, E-mail: cyrorcjr@gmail.com (Autor para correspondência).

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar silagens exclusivas de ramas de maniçoba em relação ao emurchecimento e armazenamento das mesmas, através do cálculo do índice de desejabilidade, obtido após análise multivariada

LOPES, L.F. et al. Índice de desejabilidade: uma análise multivariada do padrão de fermentação de silagens de maniçoba. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 7, Ed. 194, Art. 1301, 2012.

"Experimentos com Misturas". Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 3, considerando-se como fatores fixos o emurchecimento (0 e 6 horas) e o armazenamento (15, 45 e 90 dias), totalizando-se seis tratamentos quadruplicados. As variáveis analisadas foram: matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, cinza, carboidratos solúveis, pH, capacidade tamponante e microflora epífita para fungos filamentosos e bactérias totais, com ênfase na presença de *Bacillus*. Em todas as variáveis, o emurchecimento e ou o tempo de conservação apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). As silagens de ramas emurchecidas foram as de melhor qualidade nutricional para consumo de ruminantes apresentando valores ótimos de armazenamento de 87,77 e 82,33 dias, respectivamente, com $I = 1,0$ (um). Tal técnica multivariada mostrou ser um excelente instrumento para determinar um melhor emurchecimento e armazenamento neste tipo de material ensilado.

Palavras-chave: Armazenamento, Emurchecimento, Ensilagem, *Manihot pseudoglaziovii*.

Desirability index: a multivariate analysis of the fermentation standard of manitoba silages

Abstract

The objective of this study was to evaluate manitoba silage in relation to wilting and storage of same, by calculating the index of desirability, obtained after multivariate analysis "Experiments with Mixtures". It was used a completely randomized 2 x 3 factorial arrangement, considering as fixed factors wilting (0 and 6 hours) and storage (15, 45 and 90 days), totaling six treatments quadrupled. The variables analyzed were: dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin, ash, soluble carbohydrates, pH, buffering capacity and epiphytic microflora for filamentous fungi and total bacteria, with emphasis on the presence of *Bacillus*. In all variables, or wilting and storage time showed significant difference ($p < 0.05$).

The wilted branches silages showed higher nutritional quality for ruminants consuming presenting optimal values of storage (87.77 and 82.33 days), respectively, with $I = 1.0$. This multivariate technique proved to be an excellent tool to determine a best wilting and storage in this material ensiled.

Keywords: Storage, Wilting, Ensilage, *Manihot pseudoglaziovii*.

INTRODUÇÃO

A maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) é uma planta nativa da caatinga da família Euphorbiaceae resistente à seca devido a seu sistema de raízes tubulares, podendo guardar suas reservas também no caule e soltando suas folhas durante o verão e as primeiras chuvas, onde floresce antes mesmo da folhagem nova. Pode ser considerada uma forrageira de boa qualidade, com boa palatabilidade e digestibilidade, apresentando além destes atributos, um razoável teor de proteína bruta (Andrade et al., 2004).

Uma boa qualidade desta planta após ser ensilada vai depender de vários fatores como a época do corte, teor de matéria seca, quantidade suficiente de carboidratos solúveis, adequada condição anaeróbica dentro dos silos, resultado de uma boa compactação. Tudo isto contribui para o controle das atividades microbianas tornando-as satisfatórias para uma boa fermentação (McDonald et al., 1991).

Pedroso (2003) cita que os microrganismos naturalmente presentes nas plantas forrageiras, são responsáveis pela fermentação das silagens, uma vez que afetam também a sua estabilidade aeróbia. Este número varia de acordo com a espécie vegetal, clima e forma de acondicionamento do volumoso (Lin et al., 1992).

Já Cabral Jr. et al. (2006) alertam que, como a avaliação de silagens envolve um número grande de variáveis, de análises químicas e microbiológicas, maiores são os custos relativos a períodos de estudo, mão-de-obra especializada e infra-estrutura laboratorial. Tais autores sugerem o uso do cálculo índice de desejabilidade (Derringer e Suich, 1980) na ensilagem de volumosos e argumentam que, além do ganho de tempo, tal técnica de

otimização permite uma melhor compreensão das interações sinérgicas e ou antagônicas que possam existir entre os mesmos e sobre a sua influência na escolha do melhor alimento.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar as melhores silagens em relação a sua qualidade nutricional, confeccionadas exclusivamente com ramas de maniçoba conservadas sob diferentes períodos e teores de matéria seca através da estatística multivariada conhecida como Índice de Desejabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias-CECA e no Laboratório de Enzimologia e Análises Bromatológicas-LENAB, Instituto de Química e Biotecnologia-IQB, localizado na Universidade Federal de Alagoas-UFAL, durante setembro de 2006 a janeiro de 2007.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 3, totalizando-se seis tratamentos com quatro repetições e representado por dois *status* de matéria seca (fresco e emurchecido por 6 horas, respectivamente) e três períodos de armazenamento (15, 45 e 90 dias). O material foi procedente do município de Major Isidoro, localizado no semi-árido alagoano, situando-se entre as coordenadas geográficas: -9°53'25" de latitude e 36°99'08" de longitude W Gr. A temperatura na região varia entre a mínima de 25°C e a máxima absoluta de 40°C com médias anuais de 38°C. A umidade relativa é de 70% com insolação média anual é de aproximadamente 2.600 h. O clima tropical semi-árido com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: As). A precipitação média anual é de 616 mm/ano de forma mal distribuída concentrando-se nos meses de Março a Julho. A evapotranspiração potencial varia entre 1.500 a 1.700 mm/ano.

A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã, onde a parte aérea da maniçoba foi cortada a 5 cm do nível do solo. Metade do material coletado não sofreu emurchecimento, enquanto que a outra parte foi desidratada à sombra por aproximadamente 6 horas. O material fresco e o pré-seco foram picados em máquina forrageira ajustada para o corte em partículas com tamanho

variando de 1,5 a 2,5 cm, correspondendo, respectivamente, a 75,0 e 25 % do volumoso a ser ensilado.

Como silos experimentais foram utilizadas garrafas PET. A ensilagem foi realizada, compactando-se cerca de 2,0 a 2,5 kg do material com o auxílio de um êmbolo de madeira em camadas de 5 a 10 cm de espessura, buscando-se atingir uma uniformização da densidade das silagens entre os silos de aproximadamente 450 kg.m⁻³. Os silos, cobertos com lona PVC e lacrados com fita adesiva, mativeram-se assim, sob condições anaerobióticas, durante 15, 45 e 90 dias.

Nos dias de amostragem procedeu-se a abertura dos silos e foram obtidas amostras compostas de duas a três porções retiradas da parte central da massa de forragem ensilada contida em cada silo (≈ 100 g). As amostras destinadas à determinação de pH e carboidratos solúveis em água, foram colocadas em sacos plásticos e estocadas em congelador (-10°C). As amostras utilizadas para as demais análises bromatológicas foram colocadas em sacos de papel e pré-sacadas em estufa com ventilação forçada de ar a 50°C por 72 h (Silva, 1981). As amostras para análise da microflora epífita foram colocadas em tubos de ensaio esterilizados, fechados e resfriados em caixas de poliestireno (isopor), contendo bolsas térmicas e enviadas para isolamento e identificação da microbiota.

Em paralelo, amostras pré-secas das silagens foram moídas contra peneira de malha de 1 mm. Determinou-se a matéria seca (MS) em estufa a 105°C por 8 horas (Silva, 1981); a proteína bruta (PB) segundo AOAC (1990); a fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e a lignina foram avaliadas segundo Van Soest et al. (1985); a cinza (MM) foi obtida por incineração em mufla a 600°C por 3 horas (Silva, 1981). Os teores de carboidratos solúveis (CHOs) foram determinados em extratos aquosos das silagens, obtidos segundo método descrito por Kung Jr. (1996) por método colorimétrico (Dubois et al., 1956). O pH foi determinado nos extratos, antes da filtragem, através de um potenciômetro digital da marca TecNal®. A

capacidade tamponante (CT) foi medida em todas as amostras segundo técnica descrita por Playne e McDonald (1966).

A microflora epífita foi determinada segundo Lin et al. (1992). A inoculação foi realizada em placas de Petri contendo os meios de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) para fungos e bactérias totais (BDA com Amoxilina 500 mg). Para bacilos, adotou-se a mesma metodologia e meio BDA; no entanto, os tubos de ensaio contendo as diluições de 10^{-1} a 10^{-4} foram mantidos em banho-maria e sob homogeneização em aparelho “ultra-som”, durante 20 minutos, a 80°C.

Análises estatísticas

Após a verificação do cumprimento dos pressupostos paramétricos de normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade das variâncias dos resíduos (teste de Levene). Aplicou-se o teste *t*-Student para a comparação bivariada da maniçoba antes e após o emurhecimento. Após o armazenamento do material fresco e do emurhecido, realizou-se uma análise de regressão múltipla para obtenção dos modelos estatísticos para cada variável analisada, onde foi adotado o $\alpha = 0,1$ e o teste de Scheffé para a verificação da significância dos coeficientes regressores β_i ($p < 0,1$). A escolha das melhores silagens foi realizada também segundo uma estatística multivariada conhecida por “Experimentos com Misturas” (Cornell, 1999), a partir do cálculo do Índice de Desejabilidade (*I*) (Derringer e Suich, 1980). Para a obtenção dos valores ótimos de cada variável adotou-se intervalos-referência citados por Mahanna (1994), além de outros complementares encontrados na literatura. Para a cinza (MM), os dados foram transformados em *Power* com valor de Lâmbda (λ) igual a -1,37. Em relação à microflora epífita do material ensilado, os dados originais foram transformados para logaritmos naturais do número de unidades formadoras de colônia por grama de matéria verde (*Log* UFC/g MV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na maniçoba fresca e emurchecida antes da ensilagem estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios com base na matéria seca (%) da parte aérea da maniçoba obtidos antes da ensilagem

Variáveis	Maniçoba Fresca	Maniçoba emurchecida
MS ¹	26,80 A	38,7 B
PB ²	10,9 A	11,5 B
FDN ³	63,5 B	62,6 A
FDA ⁴	40,0 B	38,2 A
Lignina	0,5 A	0,7 B
Cinza	6,1 A	6,8 B
CHO ⁵	4,0 A	6,0 B
pH	5,4 B	5,1 A
CT ⁶	18,7 B	11,6 A
Fungos (logUFC/g MV)	6,3 A	6,9 B
Bactérias totais (logUFC/g MV)	2,4 A	2,8 B
Bacilos (log UFC/g MV)	1,3 A	3,5 B

¹Matéria seca; ²Proteína bruta; ³Fibra em detergente neutro;

⁴Fibra em detergente ácido; ⁵Carboidratos solúveis;

⁶Capacidade tamponante.

Letras maiúsculas iguais nas linhas indicam similaridade estatística pelo teste t-Student ($p \geq 0,05$).

Observa-se que houve um incremento percentual favorável ($p < 0,05$) para a maioria das variáveis analisadas em relação ao emurchecimento, o que evidencia ser o emurchecimento realizado por aproximadamente seis horas, uma prática aconselhável para a preparação da maniçoba para a confecção de silagens sem as possíveis perdas que possam vir a ocorrer durante a pré-secagem. Destaca-se o inverso para a capacidade tamponante e para a

contagem de bacilos. No caso da CT, este também é um resultado importante, pois garante ao material ensilado a manutenção do pH desejável. Já para o aumento de bacilos no material a ser ensilado neste experimento, tal resultado pode ser explicado pela provável contaminação deste ao entrar em contato com o solo quando emurhecido. O mesmo pode ter ocorrido em relação a fungos ou pode ter havido rápido desenvolvimento devido às condições favoráveis de umidade nas primeiras horas de emurhecimento.

Parte dos resultados acima citados corroboram os encontrados por Andrade et al. (2004) e Pinto et al. (2003) ao trabalharem com esta planta no Cariri Paraibano sob diferentes sistemas de manejo, plantio e densidade de plantas. Cabral Jr. et al. (2006) também encontraram contaminação por bacilos em cana-de-açúcar e gliricidia (*Gliricidia sepium*).

A Tabela 2 apresenta as equações de regressão múltipla e os respectivos coeficientes de determinação (R^2) para MS, PB, FDN, FDA, lignina, cinza, CHO, pH, CT, fungos, bactérias totais e bacilos. A apresentação dos resultados foi realizada considerando-se separadamente a maniçoba fresca (MF) e a emurhecida (ME).

Pode-se observar que houve comportamento linear para MS, CT e bacilos em relação aos fatores emurhecimento e armazenamento. Para a variável cinza o emurhecimento causou influência significativa ($p < 0,1$), enquanto que para o armazenamento não se observou efeito do mesmo sobre o material ensilado. Para as demais variáveis observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) para o emurhecimento e incremento ou decréscimo quadrático em relação ao fator armazenamento.

À exceção dos R^2 encontrados para PB e FDA, pode-se afirmar que o restante dos modelos estimadores, apresentou uma boa explicação em relação à variação total dos efeitos da realização ou não da pré-secagem (emurhecimento de seis horas) e armazenamento do material ensilado por 15, 45 e 90 dias.

Tabela 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) para a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, cinza, carboidratos solúveis (CHO), capacidade tamponante (CT), fungos, bactérias totais e bacilos em função do armazenamento (A) nas silagens de maniçoba fresca (MF) e emurchecida (ME).

Variável	Status da maniçoba	Equações de regressão	R^2 (%)
MS	MF	$\hat{y} = 25,56 + 0,0002^* A$	95,34
	ME	$\hat{y} = 36,07 - 0,023^* A$	98,62
PB	MF	$\hat{y} = 18,09 - 0,59^{NS} A - 3,16^{**} A^2$	39,81
	ME	$\hat{y} = 12,75 + 0,219^{NS} - 0,002^{**} A^2$	40,89
FDN	MF	$\hat{y} = 41,24 - 0,0976^* A + 0,001137^* A^2$	81,46
	ME	$\hat{y} = 36,31 - 0,976^* A + 0,001137^* A^2$	87,36
FDA	MF	$\hat{y} = 40,19 - 0,2149^{NS} A + 0,00188^* A^2$	59,21
	ME	$\hat{y} = 35,08 - 0,2149^{NS} A + 0,00188^* A^2$	65,89
Lignina	MF	$\hat{y} = 1,39 - 0,0169^{NS} A + 0,000168^* A^2$	70,61
	ME	$\hat{y} = 1,02 - 0,0169^{NS} A + 0,000168^* A^2$	78,35
Cinza	MF	$\hat{y} = 5,4212$	84,79
	ME	$\hat{y} = 6,2547$	85,48
CHO	MF	$\hat{y} = 3,37 + 0,12^{**} A - 0,0013^{**} A^2$	88,81
	ME	$\hat{y} = 6,95 + 0,12^{**} A - 0,0013^{**} A^2$	92,19
pH	MF	$\hat{y} = 4,12 - 0,00639^{**} A + 0,0000465^{**} A^2$	92,35
	ME	$\hat{y} = 5,05 - 0,0123^{**} A + 0,0000465^{**} A^2$	98,25
CT	MF	$\hat{y} = 17,87 + 0,0279^* A$	92,34
	ME	$\hat{y} = 10,1 + 0,0279^* A$	96,39
Fungos	MF	$\hat{y} = 8,41 - 0,167^{NS} A + 0,001439^{**} A^2$	80,21
	ME	$\hat{y} = 6,74 - 0,143^{NS} A + 0,001429^{**} A^2$	83,89
Bactérias totais	MF	$\hat{y} = 6,08 - 0,00271^{**} A - 0,000235^{\circ} A^2$	86,30
	ME	$\hat{y} = 6,08 - 0,00271^{**} A - 0,000235^{\circ} A^2$	86,30
Bacilos	MF	$\hat{y} = 5,03 - 0,0187^{**} A$	89,25
	ME	$\hat{y} = 6,51 - 0,0676^{**} A$	93,39

^{NS} = não significativo ($p \geq 0,1$). [°] = significativo ($p < 0,1$). * = significativo ($p < 0,05$). ** = altamente significativo ($p < 0,01$) pelo teste de Scheffé.

Para os teores de PB, os resultados são inferiores aos verificados por Salviano e Nunes (1989) e Pinto et al. (2003) que analisando a composição química de folhas e ramos tenros de maniçoba, encontraram um teor de 20,88 e 18,46 % de PB, respectivamente. Alguns desses resultados assemelham-se aos citados obtidos por Guim et al. (2004), ao analisarem silagens de maniçoba com e sem emurchecimento durante 227 dias de armazenamento. Estes autores verificaram diferença significativa em relação à pré-secagem das ramas, de modo que as silagens emurchecidas apresentaram teores mais elevados de MS (28,54%), MM (10,60 %) e FDN (50,11 %), porém não apresentaram diferenças significativas para PB (16,79 %) e FDA (39,60 %). Entretanto Matos et al. (2005) encontraram valores de 25,78 % de MS, 14,58 % de PB, 47,15% de FDN e 38,10% de FDA para silagens de maniçoba emurchecidas durante uma hora e armazenadas por um período de 12 meses, Estes resultados não corroboram os obtidos neste referido estudo, à exceção da FDN.

Com base no índice de desejabilidade e segundo critérios de classificação de Mahanna (1994) quanto à qualidade de silagens confeccionadas com plantas forrageiras, definiram-se as duas melhores silagens conforme a Tabela 3.

Observou-se através da otimização experimental (Cornell, 1999), onde foi adotado o referido índice (*I*), que as duas silagens que apresentaram maior qualidade foram obtidas quando a maniçoba foi emurchecida por seis horas e armazenadas por 87,77 e 82,33 dias. Os valores encontrados apresentaram-se dentro dos intervalos recomendados pela literatura atual sobre silagens da parte aérea da maniçoba, inclusive para a microflora epífita do material analisado.

É importante ressaltar que também foram observadas silagens com valores estatisticamente semelhantes às duas silagens acima; porém, segundo Cabral Jr. et al. (2009), levou-se em consideração como mais importantes o emurchecimento e o armazenamento maior destes volumosos, os teores maiores de MS, PB, FDN e CHOs, bem como os menores valores para pH e unidades formadoras de colônias (UFC) para a microflora epífita quantificada.

Cabral Jr. et al. (2006) trabalhando com silagens de cana-de-açúcar e gliricídia obtiveram melhores silagens quando o emurchecimento foi de aproximadamente seis horas e um tempo médio de 114 dias de conservação do respectivo material ensilado, ratificando a importância do emurchecimento como uma forma de aumentar os teores da MS e minimizar os danos causados pela fermentação secundária.

Tabela 3. Índice de desejabilidade para as silagens de maniçoba com melhor qualidade nutricional.

Fatores	Intervalo ¹	Silagem 1	Silagem 2
Emurchecimento (horas)	0-6	6	6
Armazenamento (dias)	15-90	87,77	82,33
Variáveis	Intervalo ³	Valor Ótimo ²	Valor Ótimo ²
MS ⁵	30,0-35,0	34,09	32,10
PB ⁶	10,81-20,0	17,77	14,82
FDN ⁷	31,98-43,11	38,49	36,45
FDA ⁸	61,76-66,37	62,67	65,62
Lignina	0,57-1,59	0,84	1,98
Cinza	1,23-4,54	4,53	3,23
CHO ⁹	4,0-10,44	7,14	5,19
pH	3,87-4,5	4,02	4,33
CT ¹⁰	9,66-21,67	12,55	14,54
Fungos	<10 ⁶	10 ⁵	10 ⁵
Bactérias totais	<10 ⁶	10 ⁴	10 ⁴
Bacilos	<10 ⁶	10	10
Índice de desejabilidade	0,0-1,0	1,00	1,00

¹Maiores amplitudes intervalares encontradas na literatura atual.

²Valor ótimo encontrado para cada variável. ³Intervalos definidos segundo literatura atual. ⁴Valores com base na MS. ⁵Matéria seca; ⁶Proteína bruta; ⁷Fibra em detergente neutro; ⁸Fibra em detergente ácido; ⁹Carboidratos solúveis; ¹⁰Capacidade tamponante.

LOPES, L.F. et al. Índice de desejabilidade: uma análise multivariada do padrão de fermentação de silagens de maniçoba. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 7, Ed. 194, Art. 1301, 2012.

CONCLUSÕES

O índice de desejabilidade apresentou-se como uma boa técnica estatística para a escolha de silagens de maniçoba quanto a sua qualidade nutricional, destacando-se também a importância do emurchecimento que proporcionou maiores períodos de conservação sob condições anaeróbias.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pela bolsa de mestrado concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M.V.M.; PINTO, M.S.C.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; MEDEIROS, A.N.; FIGUEIREDO, M.V.; PEREIRA, W.E.; MOREIRA FILHO, E.C. 2004. Fenologia da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) em função do sistema de manejo do solo e densidade de plantio. In: **41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Campo Grande, MS. CD-ROM.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - 1990. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC. 2000p.
- CABRAL JR., C.R.; SILVA, D.S.; AMORIM, E.P.R.; PEREIRA, W.P.; E.C.; PINHEIRO, D.M.; CARNAÚBA, J.P. Análise multivariada da microflora epífita em *Saccharum officinarum* ensilada com *Gliricidia sepium*. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 395-404, 2009.
- CABRAL JR., C.R.; SILVA, D.S.; AMORIM, E.P.R.; PEREIRA, W.E.; MIRANDA, E.C. 2006. Avaliação da Similaridade Nutricional de Silagens de Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum*) Aditivadas com Gliricídia (*Gliricidia sepium*). In: Proceedings of **43ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. João Pessoa, *Anais...*, CD-ROM.
- CORNELL, J.A. (1999). Experiments with Mixtures: Designs, Models and the Analysis of Mixture Data, 2.rd Edition, New York: John Wiley.
- DERRINGER, G.; SUICH, R. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality and Technology**, v.12, p.214-219.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; VAN WIKSELAAR, P.G. 2000. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, p.330-343.
- DUBOIS, M.; GILLES, M.; HAMILTON, J.K. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350-356.
- GUIM, A.; SOUZA, E.J.O.; BATISTA, A.M.V.; OLIVEIRA, K.S.; LINS, N.B. O. 2004. Efeito do emurchecimento sobre a composição química e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot* spp.). **41ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Campo Grande, MS. CD-ROM.
- HEINSMAN, J.A.; MONTGOMERY, D. C. 1995. Optimization of a household product formulation using a mixture experiment. **Quality Engineering**, v.7, p.583-600.

HIGGINBOTHAM, G.E.; MUELLER, S.C.; BOLSEN, K.K. 1998. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2185-2192.

KUNG JR., L. 2000. Microbial and chemical additives for silage effects on fermentation and animal response. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: **Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz"**; p.53-73.

KUNG JR., L. 1996. Use of additives in silage fermentation. In: **Direct-fed microbial, enzyme and forage additive Compendium**. p.37-42.

LIN, C.; BOLSEN, K.K.; HART, R.A. 1992. Epiphytic micro flora on alfalfa and whole-plant corn. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.2484-2493.

MAHANNA, W.C. 1994. Genetic selection for forage nutritional quality. In: **Quality forage and ruminants. Proceedings...** Ontario: Ministry of Agriculture and Food/Guelph & Brockville.

MATOS, D.S. DE; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; PEREIRA, O.G.; MARTINS, V. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*). **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.619-629. 2005.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. 1991. The biochemistry of silage. 2.ed. **Marlow: Chalcomb Publications**, 340p.

MUCK, R.E.; KUNG JR., L. 1997. Effects of silage additives on ensiling. In: **Proceedings of Silage: Field to Feedbunk North America Conference**, p.187-199. Hershey: NRAES.

PEDROSO, A.F. 2003. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba: **Tese (Doutorado em Agronomia)**, 120p. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

PINTO, M.S.C.; ANDRADE, M.V.M.; SILVA, D.S.; PEREIRA, W.E. Curva de desidratação da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) durante o processo de Fenação. **Archivos de Zootecnia**. v.55, p.389-392. 2006.

PLAYNE, M.J.C.; MCDONALD, P. 1966. The buffering constituents of herbage and silage. **Journal of Science Food and Agricultural**, v.17, p.264-268.

RANJIT, N.K.; TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. 2002. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science**, v.57, p.73-81.

SALVIANO, L.M.C.; NUNES, M.C.F.S. 1989. Feno de Maniçoba. EMBRAPA-CPATSA. **Comunicado Técnico Nº 29**. 56p.

SILVA, D. J. **Análise dos alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG). 1981. 116p.

VAN SOEST, P.J. 1985. Comparative fiber requirements of ruminants and non-ruminants. In: **Proceedings of Cornell Nutrition Conference**, Ithaca... New York: Cornell University Press.