

# ADITIVOS NA ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE.

## I. COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DAS FORRAGENS E DAS RESPECTIVAS SILAGENS<sup>1</sup>

JOÃO BATISTA DE ANDRADE<sup>2</sup> e WAGNER LAVEZZO<sup>3</sup>

RESUMO - Foi realizado um ensaio para avaliar os efeitos da adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de rolão de milho, farelo de trigo e sacarina na forragem verde de *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu, no momento da ensilagem. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Nas parcelas estudaram-se os aditivos e os níveis, e, nas subparcelas, os tipos de forragem (forragens + aditivos e suas silagens). A capineira foi fertilizada com 20 t/ha de esterco verde de curral e 80, 160 e 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N e K<sub>2</sub>O, respectivamente. A forragem foi ensilada em silos experimentais (bombonas de plástico de 200 L). Verificaram-se aumentos lineares nos teores de matéria seca com o uso dos aditivos, e o rolão de milho foi o que mais elevou essa característica. A adição de farelo de trigo e sacarina elevou a porcentagem de proteína bruta e carboidratos solúveis, enquanto a aplicação de rolão de milho reduziu-os. A ensilagem do capim exclusivo ou com 8% dos aditivos causou perdas de componentes solúveis da matéria seca (proteína bruta, cinzas e extrativos não nitrogenados) e permitiu aumentos relativos dos componentes menos solúveis (fibra bruta e matéria orgânica).

Termos para indexação: *Pennisetum purpureum*, nutrição animal.

### ADDITIVES TO ELEPHANT GRASS ENSILAGE. I. CHEMICAL COMPOSITION OF FODDER AND SILAGES

ABSTRACT – The effect of the addition of ground ear corn with husks, wheat bran and saccharin, on the rate of 0, 8, 16 and 24% (dry weight of additive/wet weight of cut green grass), upon the chemical composition of both fodder and silage of *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu was evaluated. A split-plot randomized block design was used. The plots were the additives and their levels and the subplots the material types (forage + additives and their silages). The grass was fertilized with 20 t/ha of green manure and 80, 160 and 160 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N and K<sub>2</sub>O, respectively. The material (chopped grass mixed with the levels of the additives) was ensiled in experimental silos (200 L plastic vessels). The dry matter percentages increased linearly as additive levels increased, being greater the effect of ground ear corn with husks. Wheat bran addition and saccharin increased the crude protein and soluble carbohydrates percentages while the ground ear corn with husks addition decreased them. Losses of dry matter soluble compounds (CP, ash and NFE) and a relative rise in the less soluble compounds (CF and organic matter) were observed.

Index terms: *Pennisetum purpureum*, animal nutrition.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de maio de 1998.

Extraído da Tese apresentada pelo primeiro autor à UNESP, Botucatu.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Instituto de Zootecnia, Rua Heitor Pentead, 56, CEP 13460-000 Nova Odessa, SP.

<sup>3</sup> Méd. Vet., Dr., Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Faz. Experimental do Lageado, Caixa Postal 237, CEP 18 600-000 Botucatu, SP.

## INTRODUÇÃO

O capim-elefante, por ser uma planta perene de alto potencial de produção e de boa composição bromatológica, apresenta-se como alternativa economicamente mais atrativa que outras culturas anuais para produção de silagem (Tosi, 1973). Para essa finalidade, têm sido recomendados cortes da forragem quando

nova, visando a um melhor valor nutritivo; porém, é necessário adotar meios de eliminar o excesso de umidade da planta (Gordon, 1967; Tosi, 1973; Boin, 1975; Lavezzo, 1981; Faria, 1986). Segundo Jackson & Forbes (1970), o consumo de matéria seca da silagem é maximizado quando esta possui teor de matéria seca próximo de 35%.

Em processos de ensilagem sob condições de laboratório, onde são tomados cuidados quanto ao tamanho do corte da forragem e compactação da massa, têm sido verificados bons padrões de fermentação, mesmo utilizando-se plantas com baixo teor de matéria seca (Henrique, 1990). Ainda nesses processos, não tem ocorrido o superaquecimento da massa, o que provocaria, segundo Goering et al. (1973), o aumento da porcentagem de N insolúvel em detergente ácido, que é pouco digerido no rúmen (Yu & Thomas, 1975, 1976; Abdalla et al., 1988).

A porcentagem de carboidratos solúveis para promover bons padrões de fermentação da massa ensilada segundo Kearney & Kennedy (1962) está por volta de 15% na matéria seca. Para as cultivares de capim-elefante, Silveira et al. (1979) e Lavezzo et al. (1983) observaram teores que variavam de 9,76 a 13,93% quando cortaram a forragem com 60 a 75 dias de crescimento.

Van Onselen & Lopes (1988) detectaram aumento de 163% no teor de carboidratos solúveis quando adicionaram 7 kg de fubá de milho por tonelada de capim-elefante cortado aos 105 dias de crescimento vegetativo. Elias et al. (1990) determinaram na sacharina teor de carboidratos solúveis ao redor de 40% na matéria seca. Esse resultado sugere que a adição desse produto à forragem de capim-elefante deve aumentar o teor de carboidratos solúveis.

Gutierrez (1975) verificou que o poder tampão médio de 15,27 e.mg de HCl/100 g MS encontrado em quatro cultivares de capim-elefante, cortadas aos 67 dias de crescimento, não constituíam empecilhos para o rápido abaixamento de pH. Nas cultivares Mineiro e Vrukwna, cortadas com 60 e 75 dias de vegetação, Lavezzo (1981) observou valores de 25,20 a 21,95 e.mg de HCl/100 g de matéria seca.

Quanto à comparação do material a ser ensilado e das respectivas silagens, não foram encontrados trabalhos na literatura efetuados com o capim-elefante. Demarchi (1993) observou pouca alteração na composição bromatológica quando comparou as forragens de sorgo e suas silagens. Todavia, vale lembrar que neste estudo os teores de matéria seca das forragens e das suas silagens foram sempre altos, próximo ou acima de 30%. Em silagens com baixo teor de matéria seca, podem ocorrer perdas, em virtude do desenvolvimento de fermentações secundárias que produz  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  (Lavezzo, 1981). Nessas condições, podem ainda ocorrer perdas de proteína bruta, decorrentes da transformação em N amoniacal e volatilização deste na secagem da amostra no laboratório (Boin, 1975).

Este trabalho objetivou estudar o efeito da adição de rolão de milho, farelo de trigo ou sacharina sobre a composição bromatológica da forragem de capim-elefante + aditivos e de suas respectivas silagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Guaçu, proveniente de uma capineira já estabelecida há vários anos, na Estação Experimental Central de Nova Odessa.

A área experimental foi submetida a um corte de rebaixamento em julho de 1992, época em que foi realizada uma aplicação de 20.000 kg/ha de esterco verde de curral.

Em dezembro de 1992, foi efetuado corte de uniformização, utilizando-se uma segadeira regulada para cortar a 10 cm acima da superfície do solo. Após este corte foram aplicados 80 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 160 kg de N e 160 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ /ha, utilizando-se para tanto, superfosfato simples, sulfato de amônio e cloreto de potássio. A adubação com nitrogênio e potássio foi parcelada em duas aplicações, sendo metade após o referido corte e metade 30 dias depois.

A forragem foi colhida com colheitadeira de forragem marca J. F. Nogueira, modelo J. F. 90, regulada para cortar a forragem em partículas de 3 mm. A colheita foi realizada após 62 dias do corte de uniformização, a uma altura de 10 cm da superfície do solo.

Para confecção das silagens, foram utilizados três aditivos: rolão de milho, farelo de trigo, e sacharina. O milho para preparo do rolão era da safra de 1991, e se encontrava em bom estado de conservação. O farelo de trigo utilizado foi adquirido no comércio local, e a sacharina foi preparada no Instituto de Zootecnia, como relatado em Henrique et al. (1993).

Os aditivos foram adicionados à forragem fresca de capim-elefante, recém-picado, em quatro níveis, ou seja, 0, 8, 16 e 24% de matéria seca do aditivo.

A composição bromatológica do capim-elefante e dos aditivos utilizados está apresentada na Tabela 1.

**TABELA 1. Composição bromatológica do capim-elefante e dos aditivos utilizados, dada em porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), extrativos não nitrogenados (ENN) e matéria orgânica (MO)<sup>1</sup>.**

Item	Forragem	Sacharina	Farelo	Rolão
MS	12,40	87,86	89,46	89,84
PB	10,46	12,57	16,45	9,05
FB	36,22	17,48	9,03	11,16
EE	3,40	1,98	5,18	4,22
CZ	10,55	3,74	5,14	1,39
ENN	39,37	64,23	63,40	74,18
MO	89,45	96,26	94,86	98,68

<sup>1</sup> Valores expressos em porcentagem na matéria seca.

Como silos experimentais foram utilizadas bombonas (barricas de plástico) de 200 litros, as quais foram hermeticamente fechadas após o seu enchimento. A compactação do material foi efetuada no interior do silo experimental.

Como a forragem de capim-elefante neste estágio de desenvolvimento tinha um teor de umidade muito elevado para o processo de ensilagem, foram colocados 2 kg de feno moído em peneira de 1 polegada, no fundo de cada bombona, para absorver parte da umidade. Sobre o feno foi colocada uma tela de náilon para separar este da silagem.

Para facilitar a amostragem das silagens, foi colocado no interior de cada silo experimental uma barra de cano de pvc, de 3 polegadas, que tinha a sua parede toda perfurada (furos de 1 polegada). Esta barra de altura igual a bombona também foi enchida, compactada com um cabo de vassoura.

No momento da ensilagem de cada tratamento, após a mistura do aditivo com a forragem, foram retiradas amostras do material, que após a homogeneização foram divididas em duas porções, sendo uma colocada em estufa de ar forçado regulada a 60-65°C, para secagem, até atingir peso constante. Esta amostra, moída em moinho com peneira de 1 mm, foi utilizada para a determinação do poder tampão, teor de matéria seca a 105°C, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, matéria mineral e N insolúvel em detergente ácido. As determinações de matéria orgânica e extrativo não nitrogenados foram efetuadas por cálculo. Estas mesmas análises foram realizadas em cada um dos aditivos utilizados, à exceção da análise de poder-tampão.

A outra porção da amostra foi armazenada em freezer a -20°C, sendo tal material utilizado na determinação dos teores de carboidratos solúveis. Antecedendo esta determinação em laboratório, as amostras verdes foram moídas após imersão em N líquido, por cerca de 5 minutos.

As análises para determinação de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e extrativo não nitrogenados, matéria mineral e matéria orgânica das amostras, foi realizada segundo os métodos descritos pela Association of Official Agricultural Chemists (1975), e os teores de carboidratos solúveis foram determinados nas amostras segundo a metodologia de Dubois et al. (1956). O poder tampão, determinado em HCl, foi quantificado de acordo com a técnica utilizada por Playne & McDonald (1966).

O estudo dos efeitos da aplicação dos aditivos e dos níveis destes sobre a composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens foram efetuados por meio de delineamento estatístico de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e com três repetições; nas parcelas experimentais estudaram-se os efeitos dos três aditivos e dos quatro níveis, e nas subparcelas, os efeitos nas forragens e nas silagens.

Ainda quanto à comparação entre as forragens + aditivos e suas silagens, foram efetuadas análises de regressões relativas a níveis, desdobrada, para níveis dentro de material e níveis dentro de aditivos, dependendo da ocorrência, ou não, de interação.

Quando houve necessidade, os valores de porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{p/100}$ , onde  $p$  é a porcentagem da característica.

As comparações das médias foram efetuadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados de acordo com Pimentel-Gomes (1970).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados (Tabela 1) sugerem que o capim utilizado estava com bom valor nutritivo, porém com baixo teor de matéria seca. Os aditivos apresentavam composição compatível com os relatados na literatura.

As porcentagens de matéria seca nas forragens e nas silagens são mostradas na Tabela 2. Os resultados da análise de variância relativos a porcentagem de matéria seca mostraram que houve diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ), e ainda ocorreu interação entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes de variação determinados na análise, dessa característica foram 4,56 e 6,63%.

**TABELA 2. Porcentagens de matéria seca das forragens e das respectivas silagens de capim-elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	12,56	12,30	12,34	12,40
8	16,50	20,00	17,63	18,04
16	22,63	23,58	25,42	23,94
24	27,71	28,65	32,37	29,57
Média	19,85	21,13	21,94	20,97B
	Na silagem			
0	13,70	13,50	13,55	13,58
8	18,18	19,14	21,64	19,65
16	22,93	24,21	26,41	24,52
24	27,10	30,46	33,65	30,40
Média	20,47	21,83	23,81	22,04A
Média geral	20,16	21,48	22,87	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar, pelos dados, que a porcentagem de matéria seca da forragem (20,97%) foi menor que a verificada na silagem (22,04%). Esses resultados mostram que em silos com dispositivos para eliminar o efluente produzido pode ocorrer uma elevação do teor de matéria seca da silagem em relação ao material ensilado.

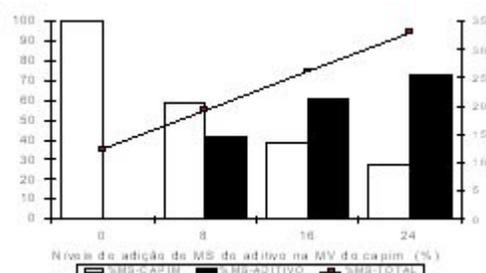
Os aditivos elevaram a porcentagem de matéria seca dos tratamentos (média de forragens e silagens) de forma linear, porém, o rolão de milho mostrou-se mais eficiente que o farelo de trigo, e este, por sua vez, foi superior à sacharina. Essas elevações nas porcentagens de matéria seca dos tratamentos com adição de sacharina, farelo de trigo ou rolão de milho são representadas pelas equações  $y = 12,9218 + 0,6035 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9978$ ,  $y = 13,3350 + 0,6788 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9937$  e,  $y = 12,9040 + 0,8308 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9995$ , respectivamente. Esses resultados refletem as perdas de cinzas, proteína bruta e extrativos não nitrogenados e as utilizações de extrativos não nitrogenados durante a fermentação.

A adição de 8% de matéria seca dos aditivos elevou a porcentagem de matéria seca das forragens em níveis próximos de 18%, abaixo do de 25% recomendado por Boin (1975), Lavezzo (1981) e Faria (1986) como o mínimo necessário para ensilagem do capim-elefante. Os níveis de 16% elevaram os teores de matéria seca para perto de 25%, também abaixo dos 30% sugeridos por Gordon (1967) e Tosi (1973) para ensilar gramíneas tropi-cais, enquanto a aplicação de 24% de adição aumentou as porcentagens de matéria seca das forragens, produzindo, assim, silagens com porcentagens de matéria seca mais próximas da de 35%, observada por Jackson & Forbes (1970), como a de maior consumo voluntário.

Outro aspecto que deve ser lembrado neste experimento, é a possível viabilidade econômica das silagens preparadas, tendo em vista os níveis de aditivos aplicados à forragem, principalmente, farelo de trigo e rolão de milho. Assim, poderíamos calcular, com base na composição dos aditivos e do capim (Tabela 1), e levando-se em conta um teor de matéria seca média para os três aditivos, as participações percentuais de matéria seca advinda do capim e dos aditivos, bem como a porcentagem média do teor de matéria seca dos tratamentos, relativo a cada nível de aditivos empregado (Fig. 1).

A Fig. 1 mostra que nos níveis de 16 e 24% de aplicação dos aditivos haveria, nos tratamentos, cerca de 60 e 70% de matéria seca de aditivo, e 40 e 30% de matéria seca do capim, respectivamente. Nos tratamentos com rolão de milho, pode-se verificar que o nível de 16% de aplicação corresponde à concentração de grãos de uma forragem de milho de alta proporção de grãos (42% da forragem), isto é, considerando que, em média,

no rolão, 70% da matéria seca é composta de grãos. Quanto ao farelo de trigo, as concentrações de grãos seriam mais elevadas. Contudo, atualmente, nos rebanhos de vacas leiteiras de alta produção, é comum o uso de dietas com mais de 70% de concentrado, levando, nesses casos, à necessidade de utilização de ionóforos para controle do pH ruminal. Chamamos a atenção para o fato de que a forragem de capim utilizada neste experimento, seria, provavelmente, de maior digestibilidade a matéria seca do que a forragem do milho sem os grãos. Assim, estas silagens poderiam ser de melhor qualidade que a de milho. Deve-se lembrar que nos níveis mais elevados de aplicação dos aditivos, ou seja, 16 e 24%, seriam conservadas silagens de alta concentração de grãos, devendo estas mostrar altas produções animais para serem economicamente viáveis.



**FIG. 1** Porcentagem de matéria seca (MS) da forragem (forragem + aditivos) e participações percentuais de matéria seca do capim-elefante e dos aditivos na matéria seca da forragem, com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho (média de aditivos).

Ainda no que se refere à viabilidade econômica de silagens de capim-elefante, embora com produtividade de até 30 t MS/ha/ano, deve-se lembrar que, devido à baixa produção de matéria seca por corte \_ em torno de 6 t MS/ha \_, o custo da ensilagem (colheita, transporte e enchimento do silo) é muito elevado quando comparado ao milho ou ao sorgo, que produz ao redor de 15 a 20 t MS/ha em um único corte.

As porcentagens de proteína bruta das forragens e das respectivas silagens são apresentadas na Tabela 3. A análise estatística referente a esta característica mostrou diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ). Foram encontradas interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ), tipos de forragens e aditivos ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens e níveis ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes de variação determinados na análise foram de 3,87 e 6,43%.

**TABELA 3.** Porcentagens de proteína bruta na matéria seca das forragens e das silagens de capim-elefante, após adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	10,45	10,44	9,86	10,25A
8	10,97	13,15	12,90	12,34A
16	11,70	13,85	9,88	11,82A
24	11,74	14,49	9,42	11,88B
Média	11,22Ab	12,98Aa	10,51Ac	11,57
	Na silagem			
0	8,75	8,99	8,79	8,84B
8	11,28	11,98	9,11	10,79B
16	12,89	13,69	9,07	11,89A
24	13,93	14,97	8,87	12,59A
Média	11,71Ab	12,41Aa	8,96Bc	11,03
Média geral	11,46	12,70	09,74	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como esperado, houve aumentos lineares na porcentagem de proteína bruta quando foram adicionados sacharina ou farelo de trigo aos tratamentos. A adição de rolão de milho não alterou significativamente esse teor na forragem, mas houve uma queda acentuada nas silagens. As variações nas porcentagens de proteína bruta dos tratamentos com adição de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho assumem as equações  $y = 9,8335 + 0,1359 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9596$ ,  $y = 10,2573 + 0,2032 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9299$  e,  $y = 9,3267 + 0,5949 x - 0,0596 x^2 + 0,0014 x^3$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 1,0000$ , respectivamente. Esses resultados refletem as porcentagens de proteína bruta dos aditivos (Tabela 1).

Com o processo de ensilagem, houve perdas de proteína bruta nas silagens com menor porcentagem de matéria seca, enquanto nas silagens com maior porcentagem de matéria seca (16 e 24% de aditivos) tal não existiu, como observado por Demarchi (1993). Parte dessas perdas podem ter ocorrido atra-vés dos efluentes produzidos nas silagens de mais baixas porcentagens de matéria seca, enquanto o restante foi perdido como N amoniacal no processo de secagem das amostras de silagens (Boin, 1975). As variações nas porcentagens de proteína bruta das forragens e das silagens podem ser representadas pelas equações  $y = 10,2489 + 0,5606 x - 0,0458 x^2 + 0,011 x^3$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 1,0000$  e  $y = 8,8677 + 0,2707 x - 0,0049 x^2$ , com  $P < 0,010$  e  $R^2 = 0,9987$ .

As porcentagens de fibra bruta das forragens e das silagens são mostradas na Tabela 4. Os resultados da análise de variância mostraram que houve diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ). Ocorreram interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens e aditivos ( $P < 0,01$ ). Quanto a essa característica, foram determinados, na análise, os coeficientes de variação de 4,05 e 5,14%.

**TABELA 4. Porcentagens de fibra bruta na matéria seca das forragens e nas respectivas silagens de capim-elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	35,99	37,32	35,38	36,23
8	31,44	25,31	27,73	28,16
16	28,39	24,57	21,60	24,86
24	26,92	20,72	18,30	21,98
Média	30,69Ba	26,98Ab	25,75Bb	27,81
	Na silagem			
0	39,41	39,17	39,21	39,26
8	35,45	29,67	30,12	31,74
16	33,89	22,94	22,07	26,30
24	32,26	20,23	18,95	23,82
Média	35,25Aa	28,00Ab	27,59Ab	30,28
Média geral	32,97	27,49	26,67	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se, pelos dados, que houve queda na porcentagem de fibra com o aumento dos níveis de aplicação dos aditivos. Essa queda, embora linear, relativa a todos os aditivos, foi mais acentuada na adição de rolão de milho ou farelo de trigo do que na adição de sacharina, que mostrou a menor queda no teor de fibra. Esses resultados refletem as porcentagens de fibra dos aditivos (Tabela 1). As variações nas porcentagens de fibra bruta para as adições de sacharina, farelo de trigo ou rolão de milho assumem as equações  $y = 36,9620 - 0,3327 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9492$ ,  $y = 36,0472 - 0,7130 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9098$  e,  $y = 36,1330 - 0,7130 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9660$ , respectivamente.

Pode-se verificar, ainda, que houve tendência de aumento do teor de fibra com a ensilagem do material, e que esse aumento relativo pode ser atribuído à queda dos componentes solúveis da matéria seca (proteína bruta, cinzas e extrativos não nitrogenados).

As porcentagens de extrato etéreo das forragens e das silagens são apresentadas na Tabela 5. A análise estatística revelou diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ). Foram constatadas interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,05$ ) e tipos de forragens e aditivos ( $P < 0,05$ ). A análise mostrou os coeficientes de variação 4,25 e 9,08%.

**TABELA 5. Porcentagens de extrato etéreo na matéria seca das forragens e nas respectivas silagens de capim-  
elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacarina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo%	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	3,75	3,73	2,66	3,36
8	2,35	3,21	3,47	2,99
16	1,81	3,37	3,19	2,74
24	1,81	3,72	3,37	2,90
Média	2,37Bb	3,51Ba	3,17Ba	3,00
	Na silagem			
0	5,49	5,80	5,49	5,59
8	6,15	7,22	5,00	6,09
16	6,09	7,55	5,83	6,47
24	5,46	7,41	5,19	5,98
Média	5,79Ab	6,98Aa	5,37Ab	6,03
Média geral	3,90	5,10	4,20	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelos dados, verificou-se que as porcentagens de extrato etéreo determinadas nas silagens são extremamente altas em relação às observadas nas forragens. Esses resultados sugerem que parte dos ácidos orgânicos das silagens foram extraídos na análise de graxa, o que superestimou os valores nas silagens (Lavezzo, 1981; Henrique, 1990; Demarchi, 1993).

A avaliação dos aditivos dentro de tipos de forragens (forragens + aditivos e silagens) neste caso torna-se mais importante. Verificou-se que nas forragens os tratamentos com adição de farelo de trigo (3,51%) ou rolão de milho (3,17%) mostraram porcentagens de extrato etéreo semelhantes e maiores ( $P < 0,01$ ) que as dos tratamentos que receberam sacarina (2,37%). Já nas silagens, os tratamentos com aplicação de farelo de trigo (6,98%) apresentaram porcentagens de extrato etéreo mais elevadas ( $P < 0,01$ ) que os com sacarina (5,79%) ou rolão de milho (5,37%), que mostraram teores semelhantes. Esses resultados, principalmente para a adição de rolão de milho, podem ser explicados pela menor produção de ácidos orgânicos nas silagens.

Os teores de cinzas nas forragens e nas silagens são mostrados na Tabela 6. Foram encontradas diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ). Também, constataram interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ), tipos de forragens e níveis ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes de variação verificados em relação a essa característica foram de 4,66 e 7,69%.

**TABELA 6. Porcentagens de cinzas na matéria seca das forragens e nas respectivas silagens de capim-  
elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacarina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	10,27	11,16	10,23	10,55A
8	8,88	8,86	8,11	8,62A
16	7,04	7,85	5,61	6,83A
24	6,33	6,93	3,37	5,54A
Média	8,13	8,70	6,83	7,88
	Na silagem			
0	7,15	8,08	7,12	7,45B
8	6,55	7,46	4,73	6,25B
16	5,90	7,00	3,76	5,55B
24	5,55	6,70	3,11	5,12A
Média	6,29	7,31	4,68	6,09
Média geral	7,21	8,01	5,75	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com o processo de ensilagem, houve maiores perdas de cinzas nas silagens com menor porcentagem de matéria seca, em face da maior produção de efluentes. Nas silagens com maior teor de matéria seca (cerca de 30%), essas perdas de cinzas podem ser evitadas, a exemplo do observado por Demarchi (1993). As variações nas porcentagens de cinzas ocorridas nas forragens e nas silagens assumem as equações  $y = 10,4085 - 0,2102 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9923$  e  $y = 7,4362 - 0,1682 x$ , com  $P < 0,05$  e  $R^2 = 0,9990$ , respectivamente. Essas perdas de cinzas e outros componentes solúveis da matéria seca fazem com que haja um aumento relativo da porcentagem de componentes menos solúveis (fibra bruta e matéria orgânica).

Pode-se observar que houve queda nos teores de cinzas à medida que se aumentaram os níveis de aplicação dos aditivos. Embora essa queda tenha sido linear com a aplicação de cada um dos aditivos, verificou-se que foi mais pronunciada na adição de rolão de milho, seguida da aplicação de sacharina, e, por último, na adição de farelo de trigo, que reduziu de forma menos acentuada. Essas quedas segundo a aplicação dos aditivos podem ser representadas pelas equações  $y = 8,6403 - 0,1193 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9785$ ,  $y = 9,3787 - 0,1144 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9540$  e  $y = 8,4593 - 0,2254 x$ , com  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9899$ . Esses resultados refletem os teores de cinzas dos aditivos empregados (Tabela 1).

Na Tabela 7 são mostradas as porcentagens de matéria orgânica das forragens e das silagens. Os resultados da análise de variância mostraram que houve diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ), sendo ainda constatadas interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens e níveis ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes de variação da análise foram 0,35 e 0,58%.

**TABELA 7. Porcentagens de matéria orgânica na matéria seca das forragens e das respectivas silagens de capim- elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	89,73	88,84	89,77	89,45B
8	91,12	91,14	91,89	91,45B
16	92,96	92,15	94,39	93,17B
24	93,67	93,07	96,63	94,46A
Média	91,87	91,30	93,17	92,11
	Na silagem			
0	92,85	91,92	92,88	92,55A
8	93,45	92,54	95,27	93,75A
16	94,10	93,00	96,24	94,46A
24	94,45	93,30	96,89	94,88A
Média	93,71	92,69	95,32	93,91
Média geral	92,79	91,99	94,25	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se um aumento das porcentagens de matéria orgânica com o processo de ensilagem. Esses aumentos podem ser atribuídos às perdas de cinzas através do efluente produzido. Assim, quanto menor o teor de matéria seca da forragem, haverá maior produção de efluente, e, em conseqüência, maiores perdas de cinzas, com aumentos relativos nas porcentagens de matéria orgânica nas silagens. Essas variações nas porcentagens de matéria orgânica podem ser descritas pelas equações  $y = 89,5912 + 0,2102 x$  e  $y = 92,7566 + 0,0959 x$ , respectivamente, relativas às forragens e silagens. Estas equações apresentaram  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9923$  e  $0,9509$ , respectivamente.

Quanto aos efeitos dos aditivos, observou-se que a aplicação de rolão de milho elevou mais acentuadamente as porcentagens de matéria orgânica que as outras adições. As variações nas porcentagens de matéria orgânica dos tratamentos com adição de sacharina, farelo de trigo ou rolão de milho assumem as equações  $y = 91,3597 + 0,1193 x$ ,  $y = 90,6213 + 0,1144 x$  e  $y = 91,5407 + 0,2254 x$ , respectivamente. Todas as equações apresentaram  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9785$ ,  $0,9540$  e  $0,9899$ , respectivamente. Esses resultados refletem, em parte, os teores de cinzas dos aditivos e também as perdas destas no processo de ensilagem, uma vez que essas curvas relativas aos aditivos representam a média das porcentagens de matéria orgânica encontradas nas forragens e nas silagens.

As porcentagens de extrativos não nitrogenados das forragens e das silagens são mostradas na Tabela 8. Foram encontradas diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P$

< 0,01). Também, foram encontradas interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ), e tipos de forragens e aditivos ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes de variação relativos a essa característica foram 2,57 e 5,11%.

**TABELA 8. Porcentagens de extrativos não nitrogenados na matéria seca das forragens e das silagens de capim-elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	39,55	37,34	41,82	39,57
8	46,36	49,46	47,78	47,86
16	51,06	50,37	59,71	53,71
24	53,17	54,13	65,54	57,61
Média	47,53Ab	47,82Ab	53,71Aa	49,69
	Na silagem			
0	39,19	37,93	39,38	38,83
8	40,51	43,61	51,03	45,05
16	41,19	48,80	59,27	49,76
24	42,78	50,68	63,87	52,44
Média	40,92Bc	45,26Bb	53,39Aa	46,52
Média geral	44,23	46,54	53,55	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelos dados, observou-se que houve aumentos nas porcentagens de extrativos não nitrogenados à medida que se aumentaram os níveis de aplicação dos aditivos. Os aumentos das porcentagens de extrativos não nitrogenados foram lineares no que diz respeito a todos os aditivos, mas foram mais acentuados com a adição do rolão de milho do que com as aplicações de farelo de trigo ou sacharina. Essas variações nas porcentagens de extrativos não nitrogenados dos tratamentos assumem as equações  $y = 39,9477 + 0,3565 x$ ,  $y = 39,4387 + 0,5918 x$  e  $y = 41,1892 + 1,0301 x$ , respectivamente para a adição de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho. Todas as equações foram significativas, apresentando  $R^2 = 0,9705$ ,  $0,9120$  e  $0,9852$ , respectivamente. Esses resultados referentes à aplicação de rolão de milho podem ser atribuídos aos teores desse componente no aditivo (Tabela 1) e também pela baixa utilização dessa fração durante a fermentação, uma vez que quase a totalidade dos extrativos não nitrogenados do rolão de milho está na forma de amido, que é muito pouco utilizado pelos microrganismos (Toth et al., 1956).

Na Tabela 9 são apresentadas as porcentagens de carboidratos solúveis das forragens. A análise estatística revelou diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ) e níveis ( $P < 0,01$ ), havendo ainda interação entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ). O coeficiente de variação da análise foi de 3,97%.

**TABELA 9. Porcentagens de carboidratos solúveis totais na matéria seca das forragens de capim-elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
0	10,77ab	11,39a	09,11b	10,42
8	28,28a	14,22b	09,36c	17,29
16	38,31a	15,27b	08,67c	20,75
24	41,91a	13,78b	07,61c	21,10
Média	29,82	13,66	08,68	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados mostraram que o rolão de milho não alterou significativamente os teores de carboidratos solúveis das forragens, enquanto o farelo de trigo e a sacharina no geral elevaram esse teor. A adição de sacharina aumentou o teor de carboidratos solúveis linearmente e muito acima dos 15% recomendados por Kearney & Kennedy (1962) como sendo o teor necessário para garantir bom padrão de fermentação. Esse resultado reflete o teor de carboidratos solúveis desse aditivo (Elias et al., 1990). Já o farelo de trigo elevou de forma

menos acentuada, porém, conseguiu manter o nível adequado para estimular a fermentação, conforme o observado por Thomas (1978). As variações na porcentagem de carboidratos solúveis podem ser representadas pelas equações  $y = 14,3003 + 1,2932 x$  e  $y = 11,3553 + 0,5065 x - 0,0168 x^2$ , respectivamente para a aplicação de sacharina e farelo de trigo. Ambas as equações mostraram  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9170$  e  $0,9964$ , respectivamente.

Os resultados obtidos no tocante ao rolão de milho (Tabela 9) não concordam com os obtidos por Van Onselen & Lopes (1988), que obtiveram aumento de 163% quando adicionaram 7 kg de fubá/t de forragem de capim-elefante cortada com 105 dias de crescimento. As porcentagens de carboidratos solúveis registradas relativamente ao capim exclusivo estão dentro das observadas por Silveira et al. (1979) e Lavezzo et al. (1983).

Na Tabela 10 são apresentados os valores de poder-tampão das forragens e das silagens. Foram constatadas diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), níveis ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens ( $P < 0,01$ ). Ocorreram interações entre aditivos e níveis ( $P < 0,05$ ), tipos de forragens e aditivos ( $P < 0,01$ ) e tipos de forragens e níveis ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes da análises foram 9,76 e 12,22%.

**TABELA 10. Poder-tampão (em e.mg HCl/100 g MS) das forragens e nas respectivas silagens de capim-elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho<sup>1</sup>.**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Na forragem			
0	28,28	26,75	27,11	27,38B
8	25,55	26,47	22,63	24,80B
16	20,86	26,73	18,90	22,16B
24	17,18	22,11	13,49	17,59B
Média	22,97Bb	25,52Ba	20,54Bb	23,01
	Na silagem			
0	38,09	43,35	38,97	40,13A
8	36,28	43,21	26,88	35,46A
16	36,59	51,90	32,01	40,17A
24	35,56	51,20	28,59	38,45A
Média	36,63Ab	47,41Aa	31,61Ac	38,55
Média geral	29,80	36,46	26,07	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adição de sacharina ou rolão de milho nos tratamentos reduziu de forma linear a capacidade tamponante, sendo que nos tratamentos com sacharina esta queda foi menos acentuada, provavelmente em razão da mais alta porcentagem de proteína bruta, que, segundo Toth et al. (1956) e Playne & McDonald (1966), eleva o poder-tampão. As variações do poder-tampão em função da aplicação dos aditivos podem ser representadas pelas equações  $y = 33,1962 - 0,2833 x$  e  $y = 31,3695 - 0,4412 x$ , respectivamente para a adição de sacharina e rolão de milho. Estas equações mostraram, ambas ( $P < 0,01$ ) e  $R^2 = 0,9998$  e  $0,8200$ , respectivamente. A adição de farelo de trigo praticamente não alterou o poder-tampão.

Quanto às silagens, pode-se verificar que houve elevação do poder-tampão em relação ao obtido nas forragens. As variações do poder-tampão observadas nas forragens e nas silagens assumem as equações  $y = 27,8193 - 0,4011 x$  e  $y = 40,1344 - 1,8300 x + 0,1968 x^2 - 0,0051 x^3$ , respectivamente. Ambas as regressões apresentaram  $P < 0,01$  e  $R^2 = 0,9771$  e  $1,0000$ , respectivamente. Esse resultado pode ser atribuído à formação de novos sistemas tamponantes nas silagens, em virtude da combinação de íons inorgânicos com ácidos graxos fracos (Lavezzo, 1981). De maneira geral, os valores de poder-tampão encontrados nas forragens (Tabela 10) não constituíram empecilhos para o rápido abaixamento do pH (Gutierrez, 1975) e são próximos aos encontrados por Lavezzo (1981).

Na Tabela 11, são mostradas as porcentagens de N insolúvel na fibra detergente ácido (NIDA), calculado como porcentagem do N total, das forragens e das silagens. Pela análise de variância foram encontradas diferenças significativas entre aditivos ( $P < 0,01$ ), sendo ainda constatada interação entre aditivos e níveis ( $P < 0,01$ ). Os coeficientes da análise foram 11,18 e 16,12%.

**TABELA 11. Porcentagens de N insolúvel na fibra em detergente ácido (calculada como porcentagem do N total) das forragens e das respectivas silagens de capim-elefante com adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo trigo e rolão de milho .**

Nível de aditivo (%)	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
Na forragem				
0	19,59	18,35	22,07	20,00
8	16,13	16,11	15,87	16,04
16	15,07	14,67	25,15	18,29
24	14,15	14,50	23,09	17,25
Média	16,23	15,91	21,54	17,90
Na silagem				
0	15,90	15,84	19,13	16,96
8	15,44	16,15	18,08	16,56
16	15,11	14,80	20,87	16,93
24	12,03	16,36	27,06	18,48
Média	14,62	15,79	21,28	17,23
Média geral	15,43	15,85	21,41	

Os dados revelaram que houve redução nas porcentagens de NIDA quando foi aplicada sacharina aos tratamentos, e aumento, quando foi adicionado rolão de milho, assumindo estas variações as equações  $y = 17,6248 - 0,1831 x$  e  $y = 19,9205 - 0,2904 x + 0,0222 x^2$ , respectivamente. Estas equações apresentaram, respectivamente,  $P < 0,01$  e  $P < 0,05$  e  $R^2 = 0,9703$  e  $0,7442$ . Quanto à adição de farelo de trigo, não houve tendência definida na variação da porcentagem de NIDA. Esses resultados referentes ao rolão de milho podem ser atribuídos ao elevado teor desse componente encontrado no aditivo (76,46% do N total), contra 17,34 e 27,36%, respectivamente referentes à sacharina e ao farelo de trigo. Esse alto teor encontrado no rolão de milho, ter-se-ia formado, provavelmente, durante a moagem deste produto, por um superaquecimento do moinho, pois, segundo Goering et al. (1973), uma elevação da temperatura ao redor de 60°C já seria suficiente para desencadear o processo de formação de NIDA. Ressalta-se, no entanto, que esses altos teores de NIDA encontrados com relação aos tratamentos com rolão de milho podem ser um erro sistemático de laboratório, uma vez que esse processo pode ter sido desencadeado no momento da secagem das amostras em estufa, pois o amido é um dos componentes com maior capacidade de reagir para produção dos compostos de “Maillard” (Goering et al., 1973; Van Soest, 1982). De qualquer forma, esses dados podem servir de alerta para outros trabalhos em que o rolão de milho entrar como ingrediente da ração, pois como NIDA, o N é pouco degradável no rúmen, podendo levar a erros no balanceamento de rações (Yu & Thomas, 1975, 1976; Abdalla et al., 1988).

## CONCLUSÕES

1. Os aditivos elevam de forma linear a porcentagem de matéria seca nas forragens e nas silagens, e o rolão de milho aumenta esse teor mais que os outros.
2. A sacharina e o farelo de trigo aumentam os teores de proteína bruta nas forragens e nas silagens, enquanto o rolão de milho reduz esse teor; há, ainda, redução nos teores de fibra bruta nas forragens e nas silagens com a aplicação de cada um dos aditivos.
3. A sacharina e o farelo de trigo elevam a porcentagem de carboidratos solúveis das forragens, enquanto o rolão de milho não altera esse teor.
4. O rolão de milho aumenta a porcentagem de NIDA dos tratamentos, a sacharina diminui esse teor, e o farelo de trigo não o altera.

5. Nas silagens, os valores do poder-tampão são mais elevados que nas forragens; nestas, a sacharina e o rolão de milho reduzem o poder-tampão, e o farelo de trigo não o altera.

6. Nas silagens com menores porcentagens de matéria seca (abaixo de 20%) há perdas de componentes solúveis (proteína bruta, cinzas e extrativos não nitrogenados), e em conseqüência disto ocorrem aumentos dos componentes menos solúveis (fibra bruta e matéria orgânica).

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, H.O.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J. An evaluation of methods for preserving fresh forage samples before protein fraction determination. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.10, p.2646-2649, 1988.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. (Washington, DC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12.ed. Washington, DC, 1975. 1015p.
- BOIN, C. **Elephant (Napier) grass silage production: effect of addition on chemical composition, nutritive value and animal performance**. Ithaca: Cornell Univ., 1975. 215p. Ph.D. Thesis.
- DEMARCHI, J.J.A.A. **Produção, valor nutritivo e características do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) colhido em cinco estádios de maturação, e de suas silagens**. Piracicaba: ESALQ, 1993. 228p. Tese de Mestrado.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Calorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v.28, n.3, p.350-356, 1956.
- ELIAS, A.; LEZCANO, O.; LEZCANO, P.; CORDERO, J.; QUINTANA, I. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Sacharina). **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, Habana, v.24, n.1, p.1-12, 1990.
- FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ ESALQ, 1986. p.119-144.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J.; HENKEN, R.W. Relative susceptibility of forages to heat damage as affected by moisture, temperature, and pH. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.56, n.1, p.137-143, 1973.
- GORDON, C.H. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.50, n.3, p.397-403, 1967.
- GUTIERREZ, L.E. **Identificação de carboidratos e ácidos orgânicos em quatro variedades de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) colhidos em três estádios de maturação**. Piracicaba: ESALQ, 1975. 103p. Tese de Mestrado.
- HENRIQUE, W. **Efeito do uso de aditivos enzimo-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 100p. Tese de Mestrado.
- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; JUSTO, C.L.; SIQUEIRA, P.A.; PERES, R.M.; DEMARCHI, J.J.A.A.; COSER, P.S. Uso de silagem de milho ou de capim-elefante e da sacharina na engorda de bovinos em confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.50, n.1, p.61-68, 1993.
- JACKSON, N.; FORBES, T.T. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. **Animal Production**, Edinburg, v.12, n.4, p.591-599, 1970.
- KEARNEY, P.C.; KENNEDY, W.K. Relationship between losses of fermentable sugars and changes in organic acids of silage. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, n.2, p.114-115, 1962.
- LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento, sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. Botucatu: UNESP, 1981. 304p. Tese de Livre Docência.
- LAVEZZO, W.; GUTIERRES, L.C.; SILVEIRA, A.C.; MENDES, O.E.N.; GONÇALVES, D.A. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cultivares Mineiro e Vrukwna, como plantas para ensilagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.12, n.1, p.163-176, 1983.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1970. 368p.

- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Barking, v.17, n.6, p.264-268, 1966.
- SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; TOSI, H.; GUTIERREZ, L.E. Composição em glicídios solúveis totais, glicose, frutose e sacarose de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) como plantas para ensilagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.8, n.3, p.348-363, 1979.
- THOMAS, J.W. Preservatives for conserved forage crops. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.47, n.3, p.721-735, 1978.
- TOSI, H. Conservação de forragem como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1973. p.117-140.
- TOTH, I.; RYDIN, C.; NILSSON, R. Studies on fermentation processes in silage: comparison of different types of forage crops. **Archiv fuer Mikrobiologie**, Heidelberg, v.25, n.2, p.208-218, 1956.
- VAN ONSELEN, V.J.V.; LOPES, J. Efeito da adição de fontes de carboidratos e de um produto enzimático comercial na composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.17, n.5, p.421-427, 1988.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Oregon: O & B Books, 1982. 373p.
- YU, Y.; THOMAS, J.W. Estimatives of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.42, n.3, p.766-774, 1976.
- YU, Y.; THOMAS, J.W. Temperature, insoluble nitrogen and animal response to haylage from different vertical areas in the silo. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, n.3, p.915-920, 1975.