Relação entre a Composição Química e a Degradabilidade *In Situ* da Matéria Seca e da Fibra em Detergente Neutro da Fração Volumosa de Híbridos de Milho¹

Luís Felipe Prada e Silva², Paulo Fernando Machado², José Carlos de Francisco Junior², Melchiades Donizetti³, Alfredo Ribeiro Pereira²

RESUMO - A composição química e a degradação *in situ* da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) da fração volumosa (haste + folhas) de 28 híbridos de milho, em 1996, e 21 híbridos, em 1997, foram estudadas para estabelecer as correlações existentes entre os parâmetros analisados. Dos 21 híbridos de milho selecionados em 1997, 13 fizeram parte do experimento em 1996. O modelo para avaliar a cinética de degradação *in situ* da MS (McDONALD, 1981) e o modelo para analisar a cinética de degradação *in situ* da FDN (MERTENS e LOFTEN, 1980) foram usados. Os dados dos dois anos (1996, 1997) foram analisados em separado ou em conjunto. A degradação efetiva da MS da porção volumosa mostrou-se fortemente relacionada com os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e FDN, mas não com o teor de lignina. Nenhuma análise química se mostrou correlacionada com o tempo de retenção da FDN, ou com as taxas de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável da MS ou da FDN. O teor de FDA mostrou-se altamente correlacionado ($R^2=0,86$) com a degradabilidade efetiva da MS, quando os anos foram analisados em conjunto, e pode ser utilizado como indicador da degradação da MS da fração volumosa de híbridos de milho.

Palavras-chave: parede celular, fibra, ruminante, silagem de milho

Correlation Between Chemical Composition and Dry Matter and Neutral Detergent Fiber *In Situ* Degradation of Corn Hybrids Bulky Fraction

ABSTRACT - The chemical composition and *in situ* dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) of bulky fraction (stall and sheets) degradation of 28 corn hybrids in 1996, and 21 hybrids, in 1997, were studied to establish the correlation among the analyzed factors. From the 21 hybrids selected in 1997, 13 were part of the experiment in 1996. The model for the evaluation of *in situ* DM degradation kinetics (McDonald, 1981), and the model to analyze the *in situ* NDF degradation kinetics (Mertens and Loftens, 1980) were used. Data from both 1966 and 1977 years were analyzed separated or as a set. The bulky fraction effective DM degradation was strongly correlated with the acid detergent fiber (ADF) and NDF content, but it was not correlated with the lignin content. No chemical analysis was correlated with the NDF retention time (Fill), or with the DM and NDF insoluble fraction degradation rate. The ADF content was strongly correlated ($R^2=0,86$) with the DM effective degradation, when both years were analyzed as a set, and could be used as an indicator of bulky fraction DM degradation of corn hybrids.

Key Words: cell wall, fiber, ruminant, corn silage

Introdução

A relação entre os constituintes da parede celular e a digestibilidade de forragens é um assunto amplamente abordado pela comunidade científica visando a nutrição de ruminantes. O interesse em se determinar a digestibilidade de um alimento volumoso ocorre devido à relação positiva existente entre digestibilidade destes alimentos e seu consumo, como foi recentemente demonstrado por STEEN et al. (1998).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) é normalmente utilizado para cálculo do consumo de forragens (WALDO, 1986). No entanto, o teor de

fibra em detergente ácido (FDA) e lignina tem sido mais utilizado para cálculo da digestibilidade dos alimentos volumosos, principalmente de gramíneas (HARLAN et al., 1991). O uso do FDA para cálculo da digestibilidade de alimentos, no entanto, não possui sólida base teórica, mas somente associação estatística (VAN SOEST, 1994).

O trabalho de CONRAD (1966) demonstra correlação positiva entre digestibilidade e consumo até certo valor de digestibilidade da dieta, a partir do qual o consumo não estaria mais limitado pelo efeito de enchimento, e sim pela exigência do animal, estando negativamente relacionado com a digestibilidade da dieta.

¹ FAPESP/Usina Nova América.

² ESALQ/USP, Dept. Zoologia, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: silvalui@pilot.msu.edu; pfmachado@carpa.ciagri.usp.br; alrperei@carpa.ciagri.usp.br

³ Usina Nova América, Assis, SP.

No entanto, a ocorrência de limite no aumento de consumo, devido ao aumento da digestibilidade, parece estar associado somente a concentrados (VAN SOEST, 1994). No caso de volumosos, não parece haver limite ao aumento no consumo, devido ao aumento da digestibilidade.

Com relação à silagem de milho, os resultados de pesquisa não são tão claros a respeito da relação entre os constituintes da parede celular e a digestibilidade e consumo do material.

Apesar de, normalmente, o teor de FDA ser utilizado para o cálculo da concentração energética de silagens de milho, o trabalho de UNDERSANDER (1997) demonstrou a falta de correlação entre o teor de FDA e a digestibilidade de silagens de milho. A desuniformidade da digestibilidade da fibra seria um dos fatores apontados pelo autor como responsável pela falta de correlação entre o FDA e a digestibilidade da silagem.

Segundo ALLEN (1993), a digestibilidade da fibra é função da fração potencialmente degradável e da taxa de digestão. Apesar do conteúdo de lignina estar relacionado com a fração potencialmente degradável da fibra, nenhuma análise química estaria relacionada com a taxa de degradação. O mesmo autor afirma que as equações rotineiramente utilizadas para previsão do conteúdo energético de silagens possuem baixa acurácia, respondendo por menos de 60% da variação do conteúdo energético.

O teor de FDA e FDN de uma silagem indica a quantidade de fibra existente, confundindo-se com a porcentagem de grãos na MS. Uma silagem com maior porcentagem de grãos na MS, provavelmente, possuirá menor teor de FDA, porém não se pode afirmar que a fibra dessa silagem (porção volumosa) seja de melhor qualidade.

Para vacas consumindo dietas com elevado teor de concentrados, o teor de FDN da silagem é de pouca importância, uma vez que tem pouca ou nenhuma influência sobre o consumo de MS. Em animais de elevado potencial genético para produção de leite e em início da lactação (<100 dias), o consumo estaria limitado pelo efeito físico de enchimento, e a digestibilidade da fibra seria o principal fator determinando o consumo (ALLEN et al., 1997)

Este trabalho teve como objetivo determinar a composição química e a cinética de degradação *in situ* da MS e do FDN da fração volumosa (haste+folhas) de híbridos de milho durante dois anos experimentais, para estabelecer as relações existentes entre os constituintes da parede celular e os parâmetros de degradação da MS e da FDN.

Material e Métodos

O experimento de campo foi realizado na Companhia Agrícola Nova América, localizada no município de Assis-SP. O experimento foi conduzido por dois anos consecutivos, 1996 e 1997. Para facilidade de entendimento, o ano experimental que começou em 1995 foi denominado de ano 1996, e o ano experimental iniciado em 1996, de ano 1997.

O clima de Assis se caracteriza por aw' (Köepen) e sua altitude média é de 500 m. O município está localizado na latitude 22°37'S e longitude 50°25'O. A região possui precipitação anual média de 1200 a 1300 mm (1941 a 1970).

Vinte oito híbridos de milho em 1995 e 21 híbridos de milho em 1996 foram semeados, colhidos, pesados e triturados como previamente descrito (SILVA et al., 1999). Dos 21 híbridos de milho semeados em 1996, 13 haviam sido previamente avaliados no ano anterior.

No momento da colheita, as espigas foram separadas do restante da parte aérea da planta e as duas frações foram pesadas (espigas e fração volumosa). Em seguida, foram trituradas e armazenadas em sacos plásticos para posterior análise. Nas amostras da fração volumosa (haste+folhas), foram analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina e matéria mineral (MM). Os teores de FDN, FDA, celulose (CEL) e lignina (LIG) foram determinados de acordo com metodologia de GOERING e VAN SOEST (1970) e os de MS e PB, segundo métodos da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1984). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado como a diferença entre o teor de FDN e FDA.

Determinou-se, para todos os híbridos, a degradabilidade *in situ* da fração volumosa (haste+folhas). Os procedimentos utilizados para determinação da degradabilidade da MS e da FDN foram descritos por SILVA et al. (1999). As amostras das três parcelas de cada híbrido foram secas por 72 horas em estufa de ventilação forçada a 60°C e moídas em peneira de 5 mm. Retirou-se uma sub-amostra de 200 g de cada parcela e combinaram-se as três parcelas para formar uma amostra composta de cada híbrido para determinação da degradabilidade *in situ*.

Os sacos foram confeccionados em náilon monofilamentoso com abertura de poro aproximada de 50 μ m e uma área de 182 cm² (7 x 13 cm). Foram colocados 3 g de amostra em cada saco,

correspondendo a uma relação de 16,5 mg.cm⁻².

Utilizou-se uma vaca da raça holandesa, seca, fistulada no rúmen, com idade aproximada de 48 meses, pertencente ao departamento de Zoologia da ESALQ para determinação da degradabilidade *in situ* no presente experimento. Os tempos de incubação dos sacos no rúmen do animal foram 0, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas. O conjunto dos sete tempos de incubação constituiu um período experimental, sendo cada período experimental considerado como um bloco, os tempos de incubação no animal como parcelas e os híbridos como sub-parcelas. Foram realizados três períodos de incubação *in situ*, observando-se um período de 14 dias antes do início do experimento para adaptação da microfauna ruminal a dieta experimental. A dieta fornecida ao animal consistia de silagem de milho como volumoso mais concentrado na proporção 40:60 de volumoso:concentrado com base na MS. A dieta foi fornecida à vontade de modo a se manter sobra aproximada de 5 a 10% do fornecido. A análise química das silagens e do concentrado utilizado pode ser visto na Tabela 1.

Para o ajuste da curva de degradação da MS, foi utilizado o modelo matemático proposto por McDONALD (1981), e a degradabilidade efetiva da MS (Deg.ef. MS) foi calculada supondo-se taxa de passagem ruminal de 5%/h como:

$$\text{Deg.ef. MS} = A + [(b \cdot c)/(c+0,05) * e^{-(c+0,05) \cdot \text{lag}}]$$

ROSSI JR. (1994) encontrou taxa de passagem ruminal média de dietas com 60% volumoso (silagem de milho) de 4,64%/h.

Para a modelagem dos dados de degradação do FDN, foi utilizado o modelo descrito por MERTENS e LOFTEN (1980). O efeito de enchimento (Fill) de FDN, ou tempo de retenção ruminal, foi calculado supondo-se taxa de passagem do FDN de 5%/h utilizando a equação descrita por VAN SOEST (1994):

$$\text{Fill} = [B / (c+0,05)] + \text{lag} + (U/0,05)$$

Tabela 1 - Composição química dos alimentos utilizados na dieta

Ingrediente	Ano	MS	FDN	FDA	PB
<i>Ingredient</i>	<i>Year</i>	<i>DM</i>	<i>NDF</i>	<i>ADF</i>	<i>CP</i>
Silagens	1996	30,5	46,0	27,5	7,19
<i>Silages</i>	1997	34,9	48,3	23,6	7,00
Concentrado		87,7	26,8	19,9	24,4
<i>Concentrate</i>					

Para o ajuste dos modelos, utilizou-se o procedimento estatístico NLIN do SAS (1990), sendo escolhido o método de secante (DUD).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e 28 tratamentos por bloco em 1996 e 21 tratamentos em 1997 para a análise da composição química. Para a análise dos dados de degradabilidade ruminal, o delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, em que os períodos experimentais foram blocos; os tempos de incubação, as parcelas; e os híbridos de milho, as sub-parcelas.

Utilizou-se procedimento “GLM” do SAS (1990) para análise dos efeitos principais e o procedimento “CORR” para cálculo das correlações existentes.

Resultados e Discussão

Composição química versus degradabilidade in situ da MS da fração volumosa

A degradabilidade *in situ* da MS da fração volumosa, em ambos os anos, mostrou-se correlacionada com o teor de FDA e FDN em todos os tempos de incubação, porém não se mostrou correlacionada com o teor de lignina (Tabela 2).

Em 1996, o parâmetro melhor correlacionado com a degradabilidade efetiva da MS (Deg.ef. MS) foi o teor de FDA ($r=-0,83$), enquanto, em 1997, o teor de FDN da fração volumosa mostrou-se melhor correlacionado com a degradabilidade efetiva do que o teor de FDA ($r=-0,75$).

O uso do procedimento “stepwise regression” do SAS (1990) permitiu o estabelecimento de uma equação para estimativa da degradabilidade efetiva da MS (Deg.ef. MS) com base nas análises químicas da fração volumosa. Em 1996, a equação de regressão desenvolvida foi:

$$\text{Deg.ef. MS} = 141,32 - 0,2233 \cdot \text{MS} - 0,8635 \cdot \text{FDN} - 0,56689 \cdot \text{FDA/FDN} \quad (R^2 = 0,79)$$

Em 1997, a equação desenvolvida foi:

$$\text{Deg.ef. MS} = 113,3 - 1,58 \cdot \text{PB} - 0,89 \cdot \text{FDN} \quad (R^2 = 0,64)$$

A diferença de equações entre os anos experimentais provavelmente reflete o efeito do ambiente sobre a composição química da forragem. A quantidade e a intensidade de luz solar podem afetar a síntese de parede celular e seu grau de lignificação, alterando a relação dos constituintes da parede celular com a degradabilidade ruminal da forragem (VAN SOEST et al., 1978).

Tabela 2 - Correlação entre a degradação *in situ* da MS e as análises bromatológicas da fração volumosa
 Table 2 - Correlation between the *in situ* DM degradation and chemical analysis of the bulky fraction

	Ano Year	Tempo (h) Time							A	B	c	Lag	Deg.ef
		0	3	6	12	24	48	72					
MS	96									-0,42			
DM	97												
PB	96												
CP	97	-0,48	-0,49	-0,50	-0,44	-0,46	-0,49	-0,52	-0,50			n	-0,49
FDN	96	-0,88	-0,82	-0,75	-0,68	-0,60	-0,42	-0,66	-0,90	0,58		-0,45	-0,74
NDF	97	-0,83	-0,81	-0,81	-0,73	-0,67	-0,63	-0,68	-0,81				-0,75
FDA	96	-0,76	-0,81	-0,78	-0,77	-0,80	-0,65	-0,71	-0,76				-0,83
ADF	97	-0,71	-0,69	-0,68	-0,57	-0,55	-0,59	-0,58	-0,70				-0,63
Lignina	96	-0,40							-0,43			-0,44	
Lignin	97												
Celulose	96	-0,54	-0,61	-0,58	-0,60	-0,63	-0,46	-0,50	-0,52				-0,63
Cellulose	97	-0,76	-0,73	-0,69	-0,58	-0,56	-0,53	-0,49	-0,75				-0,63
Hemicelulose	96	-0,56	-0,44	-0,37					-0,59	0,53		-0,44	
Hemicellulose	97	-0,49	-0,46	-0,49	-0,48				-0,47				-0,44
Lignina/FDN	96											-0,38	
Lignin/NDF	97								-0,48				

A = fração solúvel (*soluble fraction*).

B = fração insolúvel potencialmente degradável (*potentially degradable insoluble fraction*).

c = taxa de degradação da fração B (*B fraction degradation rate*).

Lag = tempo de colonização (*lag time*).

Deg.ef. = degradação efetiva da MS usando-se 5%/h como taxa de passagem (*Effective degradation using 5%/h as passage rate*).

MS = matéria seca (*dry matter*).

PB = proteína bruta (*crude protein*).

FDN = fibra em detergente neutro (*neutral detergent fiber*).

FDA = fibra em detergente ácido (*acid detergent fiber*).

Quando os dados dos dois anos foram analisados em conjunto, a análise química que melhor se correlacionou com a Deg.ef. MS foi o teor de FDA ($r=-0,92$) (Tabela 3). A equação de regressão desenvolvida para os dois anos em conjunto foi:

$$\text{Deg.ef. MS} = 100,6077 - 1,4085 \cdot \text{FDA} \quad (R^2=0,86)$$

O coeficiente de correlação elevado entre a Deg.ef. MS e o teor de FDA, quando os dados foram analisados em conjunto, demonstra que esse parâmetro explicou adequadamente a diferença entre os anos experimentais, quanto à degradabilidade da MS da fração volumosa, como pode ser visualizado na Figura 1. Este resultado sugere que a falta de correlação entre o teor de FDA de silagens e seu conteúdo energético (ALLEN, 1993; UNDERSANDER, 1997) ocorre provavelmente devido à presença de grãos na massa, confundindo o teor de FDA com a porcentagem de grãos na MS.

O uso da FDA como único parâmetro indicador da Deg.ef. MS, quando os dados dos dois anos são analisados em conjunto, aliado ao fato de a FDA ser o único constituinte da parede celular que não apresentou interação híbrido x ano significativa (SILVA, 1998), sugere que o ambiente exerce pequeno efeito entre a relação da FDA com a degradabilidade da MS.

A falta de correlação do teor de lignina da fração volumosa com a degradabilidade do material demonstra que esse parâmetro não é adequado para verificar diferenças entre materiais no mesmo estágio de maturidade, como foi anteriormente reportado por JUNG (1996). Outro aspecto que contribuiu para a falta de

Figura 1 - Relação entre o teor de FDA e a degradabilidade *in situ* da MS da fração volumosa de híbridos de milho.

Figure 1 - Correlation between the ADF content and DM *in situ* degradation of corn hybrids bulky fraction.

Tabela 3 - Correlação entre a degradação in situ da MS e as análises bromatológicas da fração volumosa

Table 3 - Correlation between the in situ DM degradation and chemical analysis of the bulky fraction

	Tempo (h)							A	B	c	Lag	Deg.ef
	0	3	6	12	24	48	72					
MS				-0,30	-0,35	-0,40	-0,32				-0,41	-0,29
DM												
PB		0,31	0,36	0,46	0,53	0,54	0,44			0,63		0,47
CP												
FDN	-0,90	-0,89	-0,87	-0,84	-0,81	-0,77	-0,83	-0,90	0,41	-0,60	-0,31	-0,86
NDF												
FDA	-0,78	-0,84	-0,87	-0,90	-0,91	-0,90	-0,88	-0,78		-0,79		-0,92
ADF												
Lignina	-0,52	-0,52	-0,55	-0,57	-0,57	-0,62	-0,61	-0,53		-0,50	-0,31	-0,59
Lignin												
Cellulose	-0,75	-0,81	-0,80	-0,81	-0,80	-0,77	-0,76	-0,74	0,32	-0,66	-0,20	-0,82
Celulose												
Hemicelulose		-0,32							-0,33	0,31		
Hemicelulose												
Lignina/FDN	-0,30	-0,31	-0,35	-0,38	-0,41	-0,46	-0,44	-0,32		-0,39		-0,40
Lignin/NDF												

A = fração solúvel (*soluble fraction*).B = fração insolúvel potencialmente degradável (*potentially degradable insoluble fraction*).c = taxa de degradação da fração B (*B fraction degradation rate*).Lag = tempo de colonização (*lag time*).Deg.ef. = degradação efetiva da MS usando-se 5%/h como taxa de passagem (*Effective degradability using 5%/h as passage rate*).MS = matéria seca (*dry matter*).PB = proteína bruta (*crude protein*).FDN = fibra em detergente neutro (*neutral detergent fiber*).FDA = fibra em detergente ácido (*acid detergent fiber*).

correlação da degradabilidade com o teor de lignina foi seu elevado coeficiente de variação observado neste experimento (30% em 1996 e 18% em 1997).

A análise química não foi capaz de explicar as diferenças na taxa de degradação da porção insolúvel potencialmente degradável (c) entre os híbridos de milho (Tabela 2). Segundo JUNG e ALLEN (1995), a falta de correlação entre as análises químicas e a taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável ocorre porque a mesma não é uma entidade homogênea, e sim composta por diferentes tecidos com diferentes taxas de degradação.

Análises químicas versus degradabilidade in situ da FDN da fração volumosa

Em 1996, ocorreu correlação negativa entre o teor de MS da fração volumosa e a degradabilidade da FDN nos tempos mais avançados de incubação (12, 24, 48 e 72 horas), levando à correlação positiva entre o teor de MS e a fração não-degradável (U) da FDN ($r=0,39$) (Tabela 4). Essa correlação entre o teor de MS da fração volumosa e a degradabilidade

da FDN não ocorreu em 1997 (Tabela 4).

O teor de FDA mostrou-se correlacionado com a fração não-degradável da FDN em 1997 ($r=0,74$), o mesmo ocorrendo com o teor de lignina no FDN ($r=0,65$). No entanto, em 1996, nenhuma análise química se mostrou correlacionada com a fração não degradável da FDN. ALLEN (1996) encontrou correlação positiva entre o teor de lignina no FDN e a fração não degradável da FDN, mas não observou correlação entre a taxa de degradação da FDN e alguma análise química.

Semelhante ao observado para a degradabilidade da MS, não houve correlação entre a composição química da fração volumosa e a sua taxa de degradação de FDN (k). A única análise química que se mostrou correlacionada com o tempo de retenção ruminal de FDN (Fill) foi o teor de lignina ($r=0,44$), em 1997.

No entanto, quando os dados dos dois anos experimentais foram analisados em conjunto, nenhuma análise química foi capaz de explicar a variação no tempo de retenção ruminal da FDN (Fill).

Tabela 4 - Correlação entre a degradação *in situ* de FDN e composição bromatológica da fração volumosa
 Table 4 - Correlation between *in situ* NDF degradation and chemical composition of the bulky fraction

	Ano Year	Tempo (h) Time							B	k	Lag	U	Fill
		0	3	6	12	24	48	72					
MS	96	-0,42				-0,38	-0,45	-0,39				0,39	
DM	97												
PB	96		-0,43										
CP	97												
FDN	96												
NDF	97											0,52	
FDA	96												
ADF	97							-0,44	-0,45			0,74	
Lignina	96												
Lignin	97								-0,55			0,48	0,44
Celulose	96												
Cellulose	97											0,63	
Hemicelulose	96												
Hemicellulose	97												
Lignina/FDN	96												
Lignin/NDF	97								-0,57			0,65	

B = fração potencialmente degradável (*potentially degradable fraction*).

k = taxa de degradação da fração B (*B fraction degradation rate*).

U = fração não-degradável (*undegradable fraction*).

Lag = tempo de colonização (*lag time*).

Fill = tempo de retenção ruminal do FDN usando-se 5%/h como taxa de passagem (*NDF retention time using 5%/h as passage rate*).

MS = matéria seca (*dry matter*).

PB = proteína bruta (*crude protein*).

FDN = fibra em detergente neutro (*neutral detergent fiber*).

FDA = fibra em detergente ácido (*acid detergent fiber*).

Conclusões

Os constituintes da parede celular mostraram-se negativamente correlacionados com a degradabilidade da MS da fração volumosa.

Entre os constituintes da parede celular, o teor de FDA da porção volumosa apresentou a maior relação com a degradabilidade efetiva da MS, explicando a variação da degradabilidade nos dois anos experimentais ($R^2=0,86$). Como esta variável é relativamente fácil de se determinar, sugere-se que seja utilizada, doravante, como indicador da degradabilidade da fração volumosa de híbridos de milho, usando-se a equação: Deg.ef. MS = 100,6077 - 1,4085 * FDA.

Nenhuma análise química foi capaz de explicar a variação na degradabilidade *in situ* da FDN medida por seu efeito de enchimento (Fill) durante os dois anos experimentais.

Referências Bibliográficas

ALLEN, M.S. Troubleshooting silage-based ration problems: Ruminant fermentation of fiber and starch. In: SILAGE PRODUCTION: FROM SEED TO ANIMAL NATIONAL SILAGE PRODUCTION CONFERENCE, 1993, Syracuse.

Proceedings... Ithaca, New York: NRAES, 1993. p. 186-195.

ALLEN, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 74:3063-3075.

ALLEN, M.S., OBA, M., CHOI, B.R. Nutritionist's perspective on corn hybrids for silage. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, NORTH AMERICAN CONFERENCE, 1997, Hershey. *Proceedings...* Ithaca, New York: NRAES, 1997. p.25-36.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1984. *Official methods of analysis of the association of official chemists*. 14 ed. Washington D.C. 1141p.

CONRAD, H.R. 1966. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: physiological and physical factors limiting feed intake. *J. Anim. Sci.*, 25(1):227-35.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1970. *Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Washington, D.C.: Agricultural Research Service USDA. 379p.

HARLAN, D.W., HOLTER, J.B., HAYES, H.H. 1991. Detergent fiber traits to predict productive energy of forages fed free choice to nonlactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 74(4):1337-53.

JUNG, H.G. Identification of cell wall traits that can be manipulated to improve forage digestibility. In: DAIRY FORAGE INDUSTRY CONFERENCE, 1996, Madison. *Proceedings...* Madison: US Dairy Forage Research Center, 1996. p.9-14.

JUNG, H.G., ALLEN, M.S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73:2774-2790.

MCDONALD, I. 1981. A revised model for the estimation of

- protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.*, 96(1):251-252.
- MERTENS, D.R., LOFTEN, J.R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *J. Dairy Sci.*, 63:1437-1446.
- ROSSI JR., P. *Degradabilidade ruminal dos componentes da fração nitrogenada e de carboidratos de silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão, em bovinos da raça nelore*. Piracicaba, SP:ESALQ, 1994. 100p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 1994.
- SAS. *SAS/STAT Users's guide*: Version 6., 4.ed. Cary: 1990. 847p.
- SILVA, L.F.P., MACHADO, P.F., FRANCISCO JR., J.C. et al. 1999. Características Agronômicas e digestibilidade "in situ" da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. *Scientia Agricola*, 56(1):171-84.
- SILVA, L.F.P. *Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem*. Piracicaba, SP:ESALQ, 1998. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 1998.
- STEEN, R.W., GORDON, F.J., DAWSON, L.E.R. et al. 1998. Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. *Anim. Sci.*, 66:115-27.
- UNDERSANDER, D. Perspectives on forage sampling, handling and analysis. In: *SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK*, NORTH AMERICAN CONFERENCE, 1997, Hershey. *Proceedings...* Ithaca, New York: NRAES, 1997. p.262-267.
- VAN SOEST, P.J., MERTENS, D.R., DEINUM, B. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Anim. Sci.*, 47(3):712-20.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Cornell: Cornell University Press. 476p.
- WALDO, D.R. 1986. Symposium: Forage utilization by the lactating cow. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.*, 69(2):617-31.

Recebido em: 23/11/98

Aceito em: 10/08/99