

CORRELAÇÃO ENTRE A DEGRADAÇÃO IN VITRO E DIGESTIBILIDADE IN VIVO DE FENO DE DUAS GRAMÍNEAS TROPICAIS¹

MIRIAM CORAZZA², PEDRO DE ANDRADE³, LUIZ CLAUDIO DE A. ROSA⁴,
ANTONIO TADEU DE ANDRADE, MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA
e ALEXANDRE AMSTALDEN M. SAMPAIO⁵

RESUMO - Realizou-se um estudo para comparar a técnica de degradação *in vitro* e digestibilidade *in vivo*, para a qual foram utilizados oito ovinos capões que receberam feno de capim-de-rhodes (*Chloris gayana* Kunt.) e capim-green panic (*Panicum maximum* Jacq. var. *Trichoglume* cv. *Petrie*), em quatro estágios de maturação. No estudo da digestibilidade *in vivo* não se verificaram diferenças significativas entre os diferentes coeficientes de digestibilidade dos alimentos. Para a degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro com 24 a 48 horas, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para os mesmos nutrientes. Determinaram-se as equações de regressão e os coeficientes de correlação. Os valores de r foram considerados de médios a elevados, e os erros padrões da estimativa, satisfatórios a elevados. O maior valor de correlação foi obtido entre a taxa de degradação relativa de 24 a 48 horas, e o teor de NDT das forragens ($r = 0,84$), com erro-padrão da estimativa satisfatório ($Sy'x = 3,92$).

Termos para indexação: *Chloris gayana*, *Panicum maximum*.

IN VITRO DEGRADATION AND IN VIVO DIGESTIBILITY CORRELATION OF TWO TROPICAL GRASSES

ABSTRACT - The present research was conducted to compare the *in vitro*-degradation and *in vivo* digestibility, for which eight castrated lambs were used. The lambs received rhodes grass and green panic grass hay in four stages of maturity. No significant differences were found in the digestibility among treatments. The analysis of *in vitro* degradation for fiber in neutral detergent with 24 and 48 hours of fermentation on the model for analysis was factorial $2 \times 4 \times 2$ (species \times stages of maturity \times fermentation periods), showing no statistically significant differences ($P > 0.05$). The regression equations and the correlation coefficients produced r values considered from medium to high. The highest correlation coefficient was obtained between the relative degradation rate of 24 and 48 hours, and forage TDN content ($r = 0,84$), with a reasonable standard deviation of the estimation ($Sy'x = 3,92$).

Index terms: *Chloris gayana*, *Panicum maximum*.

INTRODUÇÃO

É sabido que a maturação de um vegetal promove o aumento dos teores de fibra e dos componentes estruturais, principalmente da lignina, di-

minuindo o valor nutritivo da forragem (Minson & Wilson 1980).

As variações no valor nutritivo podem ser determinadas pelas técnicas de digestibilidade *in vivo* ou degradação *in vitro*, pois esta possui maior rapidez, menor custo, e ainda permite o envio de amostras dos alimentos para o laboratório com facilidade (Tilley & Terry 1963). Entretanto, esta técnica foi desenvolvida para pastagens de clima temperado, e segundo McLeod & Minson (1969) é satisfatória para espécies de clima tropical e para misturas de gramíneas e leguminosas.

Vários fatores podem interferir na técnica de digestibilidade *in vitro*: temperatura, umidade

¹ Aceito para publicação em 1º de outubro de 1985.

² Zootecnista graduada pela FCAVJ/UNESP - Rod. Carlos Tonnaní, km 5, CEP 14870 Jaboticabal, SP.

³ Eng. - Agr., Prof.-Adj., Dep. de Melh. e Nutr. Animal da FCAVJ/UNESP, Jaboticabal, SP.

⁴ Zoot., M.Sc., Prof., Dep. de Melh. e Nutr. Animal da FCAVJ/UNESP, Jaboticabal, SP.

⁵ Zoot., M.Sc., Prof., Dep. de Prod. Animal da FCAVJ/UNESP, Jaboticabal, SP.

atmosférica (Wilson et al. 1975), quantidade de tanino (Mika 1978), tempo de fermentação (Nelson et al. 1975), e adubação das forragens (Rees & Minson 1979). Nesse sentido, foram realizados trabalhos comparando as técnicas de digestibilidade *in vivo* e degradação *in vitro* (Rouquette et al. 1974, Istasse et al. 1981, Gomes et al. 1983, Butler & Bailey 1973). Contudo, para que seja possível o amplo emprego da técnica *in vitro*, é necessário que ocorram coeficientes de correlação e repetibilidade elevados entre esta técnica e a digestibilidade com animais.

No presente trabalho, procurou-se comparar a técnica de digestibilidade *in vivo* e a degradação *in vitro* nas condições do laboratório da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP, tendo em vista a avaliação de volumosos.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção de feno

Foi utilizada uma área de, aproximadamente, 4,6 ha, que recebeu calagem com 1.500 kg de calcário dolomítico/ha. A área foi dividida em duas partes iguais, e nelas foram semeados os capins rhodes (*Chloris gayana* K.) e green panic (*Panicum maximum* Jacq. var. *Trichoglume* cv. *Petrie*), na proporção de 20 kg de sementes/ha e 700 kg de superfosfato simples/ha.

Os lotes de feno foram obtidos a partir da sega de 1/4 de área cultivada para cada espécie. Os dias de crescimento em função dos cortes (lotes) estão expressos na Tabela 1. Os lotes foram identificados; e os fardos, posteriormente, moídos em moinho a martelo com peneira de crivo de 3/4" e finalmente armazenados.

Ensaio de digestibilidade *in vivo*

Foram utilizados oito ovinos capões da raça Polwarth em gaiolas de metabolismo. Os animais foram submetidos a um período pré-experimental de dez dias, onde foi controlado o consumo de alimentos.

No período experimental, os animais receberam 90% da ingestão média dos três últimos dias do período pré-experimental. Todos os animais tiveram à disposição água e sal mineralizado (Sal comum 68,35%, farinha de ossos, 30%; sulfato de cobalto, 0,04%; iodeto de potássio, 0,01%; sulfato de zinco, 0,3%; sulfato de cobre, 0,3%).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, segundo esquema fatorial 2 x 4 (espécies x dias de crescimento), com cinco repetições.

Os cortes efetuados referentes às diferentes épocas de crescimento das espécies forrageiras, embora diferentes numericamente, corresponderam à necessidade de uma diversificação a fim de se obter um padrão na produção de massa verde em função do desenvolvimento das gramíneas.

Ensaio de degradação *in vitro*

As análises de fibra em detergente neutro (FDN) foram efetuadas segundo o método de Soest & Moore (1966), e a degradação *in vitro* foi conduzida conforme Andrade (1973), com base nas técnicas de Tilley & Terry (1963).

Para que fosse mantida aproximadamente a mesma quantidade de FDN entre os tratamentos, utilizou-se uma quantidade de amostra que proporcionasse 0,35 g de fibra por tubo de fermentação, com capacidade para 85 ml, adicionando-se 50 ml de inóculo. Na Tabela 1 estão expressas as quantidades de amostras por tubo de fermentação.

O inóculo consistiu da mistura de fluido ruminal com uma solução-tampão na proporção de 1:4 v:v, respectivamente.

O animal doador do fluido ruminal foi um novilho mestiço (1/2 Holandês malhado de vermelho, 1/4 Zebu,

TABELA 1. Classificação dos fenos segundo a espécie e a composição em FB, PB e FDN e quantidade de amostra por tubo de fermentação*.

Número de lotes	Espécie	Dias de crescimento	Porcentagem na MS**			Gramas de amostra/tubo de fermentação
			FB	PB	FDN	
1	Rhodes	28	33,91	13,18	69,60	0,503
2	Rhodes	77	36,46	10,96	71,14	0,492
3	Rhodes	105	38,71	9,47	72,31	0,484
4	Rhodes	153	41,47	6,55	76,35	0,458
5	Green panic	50	36,46	9,45	66,67	0,525
6	Green panic	93	37,33	8,19	67,21	0,520
7	Green panic	120	37,53	9,09	69,53	0,503
8	Green panic	150	39,68	8,00	71,18	0,491

* FB = Fibra bruta, PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro

** MS = Matéria seca.

CORRELAÇÃO ENTRE A DEGRADAÇÃO *IN VITRO*

1/4 Red Polled), alimentado com capim-elefante picado mais 0,5 kg de farelo de soja e mistura mineral conforme recomendação feita por Harris (1970).

A solução-tampão consistiu de gramas/litro de: fosfato monoácido de sódio anidro (Na_2HPO_4 , 3,71); bicarbonato de sódio monobásico (NaHCO_3 , 9,8); cloreto de potásio (KCl, 0,57); cloreto de sódio (NaCl, 0,43) e sulfato de magnésio (MgSO_4 , 0,12). A solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) a 4% foi preparada separadamente.

O fluido ruminal foi coletado no período da manhã, seis a sete horas após a última refeição da noite. Através de pressão manual com pano, extraiu-se o fluido, que foi colocado em garrafas térmicas previamente aquecidas com água a 40°C. Posteriormente, foi filtrado em camada de lã de vidro, com 1 cm de espessura, aproximadamente. A quantidade necessária do filtrado foi misturada com a solução tampão, dez minutos antes da inoculação. A solução de CaCl_2 foi adicionada à solução-tampão na quantidade de 1 ml/litro.

Cerca de dez minutos antes da inoculação, efetuou-se

um borbulhamento do inóculo com CO_2 , numa vazão de dois a três litros de gás por minuto, durante 30 segundos.

Os tempos de fermentação estudados foram de 24 e 48 horas. Os tubos de fermentação foram mantidos em banho-maria a 39°C, sob agitação leve e rotação manual por três vezes, sempre em ausência de luz. Após a digestão, os tubos foram refrigerados em banho frio (H_2O + gelo) para paralisar a atuação dos microorganismos. O conteúdo dos tubos foi transferido para copos, e adicionaram-se 100 ml de solução detergente, conforme Goering & Soest (1970). As amostras não analisadas foram imediatamente colocadas em refrigeração a 5°C, por um período máximo de quatro horas. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 x 2 (espécies x dias de crescimento x tempos de fermentação), com três repetições.

Na Tabela 2 estão expressas as quantidades remanescentes da FDN após as corridas e na Tabela 3 encontram-se as médias dos coeficientes e taxas de degradação da FDN.

TABELA 2. Quantidade remanescente de FDN (gramas/tubo de fermentação) das 3 corridas efetuadas.

Feno		Dias de crescimento	Rhodes				Green panic			
			28	77	105	153	50	93	120	150
Primeira corrida	Tempo de fermentação	T ₀	0,3310	0,3332	0,3319	0,3398	0,3310	0,3354	0,3293	0,3420
		T ₂₄	0,2638	0,2450	0,2835	0,2721	0,2385	0,2350	0,2358	0,2624
		T ₄₈	0,1684	0,1631	0,2084	0,2132	0,1587	0,1800	0,1744	0,1861
Segunda corrida	Tempo de fermentação	T ₀	0,3235	0,3362	0,3309	0,3223	0,3446	0,3433	0,2389	0,3382
		T ₂₄	0,2376	0,2398	0,2626	0,2679	0,2394	0,2527	0,2527	0,2634
		T ₄₈	0,1426	0,1618	0,1951	0,2028	0,1898	0,1704	0,2112	0,2137
Terceira corrida	Tempo de fermentação	T ₀	0,3309	0,3189	0,3288	0,3350	0,3313	0,3306	0,3241	0,3442
		T ₂₄	0,3075	0,3134	0,3183	0,2877	0,3060	0,2530	0,2466	0,3090
		T ₄₈	0,1267	0,2261	0,1958	0,2688	0,2317	0,1761	0,2247	0,1900

TABELA 3. Médias dos coeficientes de degradação (CDe) nos tempos de 24 e 48 horas de fermentação e das taxas de degradação (TDe) da FDN.

Feno	Dias de crescimento	Porcentagem		FDN degradado/hora/100 g FDN degradável	
		CDe 24	CDe 48	TDe 0-24	TDe 24-48
Rhodes	28	17,97	46,98	1,57	2,83
Rhodes	77	18,95	47,98	1,55	2,54
Rhodes	105	12,08	39,56	1,35	2,81
Rhodes	153	16,67	31,36	2,37	1,80
Green panic	50	21,94	42,05	2,06	2,14
Green panic	93	27,93	47,81	2,32	2,84
Green panic	120	25,15	37,83	2,82	1,35
Green panic	150	18,46	42,42	1,86	2,30

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se uma tendência de redução na digestibilidade da matéria seca com maturação ($P > 0,05$), para o feno de capim-rhodes (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos com forragens por Bose (1971), Olubajos et al. (1974) e Minson & Wilson (1980). O coeficiente de variação de 15,82 é considerado normal para digestibilidade aparente com animais.

A amplitude de variação dos coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CD_{MS}) para forragens tropicais é pequena, e poderia justificar os resultados obtidos. Verificou-se, neste trabalho, uma amplitude de variação no CD_{MS} entre o menor e o maior valor de 11,52 unidades.

Embora não tenha havido diferença significativa (Tabela 4), observou-se, para a proteína e fibra bruta, uma tendência de redução na digestibilidade com o avanço da maturação, que foi bem visível para o capim-rhodes, e irregular para o green panic, que sequer apresentou alterações nos níveis de proteína (Tabela 1), contrariando o que normalmente ocorre.

Houve redução nos teores de proteína bruta e conseqüente redução nos coeficientes de digestibilidade (capim-rhodes). Entretanto, para a fibra bruta, os resultados foram semelhantes, tendo em vista as espécies forrageiras. Em relação aos demais

nutrientes (EE, ENN e NDT), conforme a Tabela 4, as médias foram semelhantes ($P > 0,05$) para ambas as espécies forrageiras.

Os resultados obtidos na degradação *in vitro* apresentaram uma variabilidade que pode ser considerada alta ($CV = 20\%$) para essa técnica, quando comparada com os coeficientes de variação encontrados por outros autores, como Andrade (1973), que verificou $CV = 1,23\%$.

De forma semelhante ao que ocorreu com os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes com os animais, na degradação *in vitro*, houve semelhança para espécies e dias de crescimento ($P > 0,05$), com tendência bem definida para o capim-rhodes.

As equações de regressão e os valores dos coeficientes de correlação (r) estão expressos na Tabela 5. Notou-se que os valores de r podem ser considerados de médios a altos, e os erros-padrões das estimativas ($Sy'x$), de satisfatórios a elevados (Tabela 5). Observou-se, também, que os valores de r foram baixos e negativos após 24 horas de degradação *in vitro* e positivos após 48 horas.

Gomes et al. (1983), quando classificaram forragens em diferentes faixas de digestibilidade, para aquelas cujos CD_{MS} variaram de 50% a 60% encontraram o valor de r extremamente baixo (0,01) e não significativo. É provável que no presente trabalho os valores baixos de r tenham ocorrido em virtude do comportamento irregular do capim-

TABELA 4. Médias dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB, FB, EE, ENN e NDT* em percentagem.

Tratamentos	MS	PB	FB	EE	ENN	NDT
Rhodes 28**	57,04	63,37	66,46	42,25	53,84	56,05
Rhodes 77	47,99	53,86	61,49	37,13	41,34	48,46
Rhodes 105	50,21	51,90	57,06	46,36	49,97	51,64
Rhodes 153	45,91	42,82	54,58	40,92	42,15	46,19
Green panic 50	48,64	48,78	56,48	39,22	46,15	46,88
Green panic 93	51,38	47,03	60,02	47,50	45,14	49,10
Green panic 120	45,52	48,14	52,82	44,15	42,22	44,16
Green panic 150	51,10	50,37	58,15	46,78	46,96	48,44
Coefficiente de variação (%)	15,82	18,79	13,30	26,45	21,34	16,75

* MS = Matéria seca; PB = Proteína bruta; FB = Fibra bruta; EE = Extrato etéreo; ENN = Extrativo não nitrogenado e NDT = Nutrientes digestíveis totais.

** Dias de crescimento.

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FCAVJ/UNESP.

CORRELAÇÃO ENTRE A DEGRADAÇÃO *IN VITRO*TABELA 5. Correlação da digestibilidade *in vivo* com a degradação *in vitro* dos fenos de capim-rhodes e green panic.

x	y	r	Equação de regressão	Sy'x*****
CDe ₂₄ *	CD _{MS} **	-0,14	-0,110X + 51,91	3,95
CDe ₄₈	CD _{MS}	0,60	0,390X + 33,35	3,18
TD ₀₋₂₄ ***	CD _{MS}	-0,40	-2,480X + 54,34	3,27
TDe ₂₄₋₄₈	CD _{MS}	0,67	4,720X + 39,33	2,96
CDe ₂₄	CD _{FB}	-0,12	-0,110X + 60,56	6,01
CDe ₄₈	CD _{FB}	0,76	0,575X + 34,28	5,32
TDe ₀₋₂₄	CD _{FB}	-0,64	-5,470X + 69,24	6,24
TDe ₀₋₄₈	CD _{FB}	0,71	5,780X + 45,64	6,24
CDe ₂₄	NDT****	-0,42	-0,319X + 55,25	3,67
CDe ₄₈	NDT	0,48	0,313X + 35,73	3,44
TDe ₀₋₂₄	NDT	-0,74	-5,460X + 59,71	3,93
TDe ₂₄₋₄₈	NDT	0,84	5,930X + 36,04	3,92

* CDe = Coeficiente de degradação.

** CD = Coeficiente de digestibilidade.

*** TDe = Taxa de degradação.

**** NDT = Nutrientes digestíveis totais.

***** Sy'x = Erro padrão da estimativa de y a partir de valores de x, conforme Steel & Torrie (1960).

green panic. O maior valor de correlação foi obtido entre a taxa de degradação relativa de 24 a 48 horas, e o teor de NDT das forragens ($r = 0,84$), com Sy'x de 3,92, considerado satisfatório. Verificou-se que a técnica *in vitro*, nestas condições, apresentou problema sob o ponto de vista de previsão da digestibilidade com animais.

CONCLUSÕES

1. A grande variação obtida na digestibilidade com animais impossibilitou melhores interpretações dos resultados, visto que as fontes de variação não foram identificadas, restando apenas dúvidas quanto à utilização da técnica adotada ou quanto às forragens utilizadas.

2. A técnica de degradação *in vitro* mostrou-se válida, porém necessita de maiores estudos para sua utilização com forrageiras tropicais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. Variações nos componentes da parede celular e digestibilidade *in vitro* da fibra das forrageiras capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.) e capim-colonião (*Panicum maximum* - Jacq.). Jaboticabal, FCAV, 1973. 81p. Tese Doutorado.
- BOSE, M.L.V. Composição em fibra, celulose e lignina, digestibilidade da celulose *in vitro* e em C.E.D., dos capins Colonião, Gordura, Jaraguá, Napier e Pangola, em desenvolvimento vegetativo. Piracicaba, ESALQ, 1971. 37p. Tese Doutorado.
- BUTLER, G.W. & BAILEY, E.W. Chemistry and biochemistry of herbage. Palmerston North, NZ Dep. Sci. Ind. Res. Appl. Biochem. Div., 1973. v. 3, p.197-214.
- GOERING, H.K. & SOEST, P.J. Forage fiber analyses; (apparatus, reagents, procedures and some applications). s.l., US Dep. Agric. Agric. Res. Serv., 1970. 379p.
- GOMES, B.V.; PRATES, E.R. & LEBOUTE, E.M. Correlação entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, determinados com animais, pela técnica do saco de nylon. R. Soc. Bras. Zoot., 12(2):213-23, 1983.
- HARRIS, L.E. Composição de dados analíticos e biológicos para o preparo de tabelas de composição de alimentos para o uso nos trópicos da América Latina. Gainesville, Univ. of Florida. Cent. Agric. Trop., 1970. p.5001-9.
- ISTASSE, L.; ELNAEME, C. van; LAMBOT, O.; GIELEN, M. & BIENFAIT, J.M. A study of some variable factors in the estimation of digestibility *in vitro*; application to hay untreated or treated with caustic soda. Ann. Zootech., 30(2): 183-95, 1981.
- MCLEOD, M.N. & MINSON, D.J. Sources of variation in the *in vitro* digestibility of tropical grasses. J. Br. Grassl. Soc., 24:244-9, 1969.

- MIKA, V. The influence of some anti-quality components on the digestibility of forage *in vitro*. *Sci. Agric. Bohemoslov.*, 10(1):33-40, 1978.
- MINSON, D.J. & WILSON, J.R. Comparative digestibility of tropical and temperate forage; a contrast between grasses and legumes. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 46(4):247-9, 1980.
- NELSON, B.D.; MONTGOMERY, C.R.; SCHILLING, P. E. & MASON, L. Effects of fermentation; time on *in vivo/in vitro* relationships. *J. Dairy Sci.*, 59(2): 270-7, 1975.
- OLUBAJOS, F.O.; SOEST, P.J. van & OYENUGA, V.A. Comparison and digestibility of four tropical grasses grown in Nigeria. *J. Anim. Sci.*, 38(1):149-53, 1974.
- REES, M.C. & MINSON, D.J. The validity of *in vitro* techniques using rumen fluid or cellulase for predicting changes in the dry matter digestibility of grasses caused by fertilizer calcium, sulphur, phosphorus and nitrogen. *Grass Forage Sci.*, 34(1):19-25, 1979.
- ROUQUETTE, F.M.; HOLT, E.C. & ELLIS, W.C. Nutritive characteristics of kleingrass at various stages of maturity. II. *In vivo* and *in vitro* evaluation of selected varieties. *Agron. J.*, 66:510-3, 1974.
- SOEST, P.J. van & MOORE, L.A. New chemical methods for analysis of forage for the purpose of predicting nutritive value. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, SP, 1965. Anais ... São Paulo, Alarico, 1966. v. 1, p.783-9.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. s.l., McGraw-Hill, 1960. 481p.
- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Sci.*, 18:104-11, 1963.
- WILSON, J.R.; TAYLOR, A.O. & DOLBY, G.R. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. *N.Z.J. Agric. Res.*, 19:41-60, 1975.