

USO DO CUPRIETILENODIAMINO NA ESTIMATIVA DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS*

J. F. C. da Silva
J. A. Gomide
D. L. Hill**

1. INTRODUÇÃO

A determinação da digestibilidade aparente de plantas forrageiras constitui problema de importância na apreciação de seu valor nutritivo. O método convencional de determinação da digestibilidade aparente é caro e trabalhoso, além de exigir a disponibilidade de quantidades relativamente grandes de forragem. Conseqüentemente, sua aplicação torna-se difícil, e às vezes impossível como nos casos de avaliação de um grande número de forrageiras de espécies recém-introduzidas ou de novos clones obtidos em trabalhos de melhoramento. Por este motivo, numerosos trabalhos têm sido feitos no sentido de se

* Projeto de Pesquisa da Diretoria Geral de Experimentação e Pesquisa, Conduzido no Instituto de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura da Universidade Rural de Minas Gerais. Parcialmente financiado pelo Projeto Purdue - Brasil.

Recebido para publicação em 20/11/67.

** Respectivamente, Pesquisador Auxiliar em Nutrição Animal e Professor Adjunto de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia da ESA e Professor da Universidade de Purdue, USA.

estabelecer um método de laboratório que seja simples, rápido e útil na estimativa da digestibilidade aparente das forrageiras.

Assim tem sido proposto o método da fermentação "in vitro" dos "carboidratos de antrona" (8), o método dos nutrientes digestíveis de laboratório (11), fermentação "in vitro" da celulose (2) etc. Todavia, BAUMGARDT et alii (1) indicaram a superioridade da fermentação "in vitro" da celulose sobre os outros dois métodos citados.

Recentemente, DEHORITY e JOHNSON (5) propuseram o método da solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino (CED) o qual, segundo seus idealizadores, apresenta alta precisão e alta correlação com valores da digestibilidade obtidos com animais.

O presente trabalho tem por objetivo verificar:

- a) A precisão do método da solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino, quando aplicado às gramíneas tropicais.
- b) O grau de correlação entre a solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino e a digestibilidade "in vivo" da matéria seca.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A estimativa da digestibilidade aparente de plantas forrageiras pelo método da solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino foi proposto por DEHORITY e JOHNSON (5). Coeficientes de correlação de + 0,92, + 0,921 e + 0,90 entre a solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino e a digestibilidade "in vivo" da celulose, da matéria seca e da energia, respectivamente, foram obtidos por DEHORITY e JOHNSON (5). Estudando o período de tempo em que a solubilização da celulose era máxima, os autores do método concluíram que após 30 minutos de extração havia um nivelamento da curva. Todavia, eles optaram pela adoção de um período de extração de 2 horas. Estudando ainda possíveis efeitos do tamanho das partículas das amostras e da concentração do solvente (CED), concluíram não haver efeitos significativos do tamanho da partícula, mas sim da concentração do solvente.

JOHNSON et alii (7) obtiveram melhores correlações entre as digestibilidades "in vitro" e "in vivo" do que entre os dados "in vivo" e solubilidade da celulose em cuprietilenodiami-

no. HI KON et alii (6) compararam diversos métodos de laboratório, entre os quais o método do cuprietilenodiamino e a técnica da fermentação «in vitro» em dois estágios (10) para estimar a digestibilidade de forrageiras. Concluíram eles que todos os métodos resultaram em correlações altamente significativas com os resultados obtidos com animais. O coeficiente de correlação entre a solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino e a digestibilidade «in vivo» da matéria seca foi + 0,67. HI KON et alii (6) obtiveram para o método da solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino um desvio padrão de 4,6% e um coeficiente de variação de 7,34%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Amostra de capim-guatemala (Tripsacum fasciculatum Trin), com dois meses de idade, seca ao ar e moída em peneira de 40 «mesh» foi usada em um teste preliminar em que se estudou o tempo necessário à solubilização da celulose pelo CED. Os tempos de extração considerados foram de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos e foram feitas seis determinações para cada um deles.

Com base nos resultados deste teste preliminar decidiu-se adotar, integralmente, o método proposto por DEHORITY e JOHNSON (5) para o teste final. Neste, determinou-se a solubilidade da celulose em CED de amostras de capim-gordura (Melinis minutiflora Beauv.), capim-pangola (Digitaria decumbens Stent) e capim-sempre-verde (Panicum maximum Jacq Goegeylodes Doell) nas idades de 2, 4, 6 e 8 meses de digestibilidade aparente da matéria seca, conhecida conforme SILVA e GOMIDE (9). Foram feitas três determinações para cada amostra das forrageiras estudadas. Análises de regressão e correlação foram feitas entre a solubilidade da celulose em CED e digestibilidade «in vivo» da matéria seca.

A determinação do teor de celulose nas amostras e resíduos, após a extração com CED, foi feita pelo método descrito por CRAMPTON e MAYNARD (4).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tempo de Extração

No quadro I apresentam-se os dados sobre a solubiliza-

ção da celulose de capim-guatemala, com 2 meses de idade, em CED, para diversos períodos de extração. A análise de variância é apresentada no quadro 2.

Os dados do quadro 1 indicam que a solubilidade da celulose em CED já era bastante alta (79,1%), após os primeiros 30 minutos de extração; todavia, ela aumentou até 85,6% para o tempo de extração de 150 minutos, havendo no período subsequente (180 minutos) ligeira queda. A análise de variância mostrou efeito ($P < 0.01$) do tempo de extração sobre a solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino.

QUADRO 1 - Efeito do tempo de extração sobre a solubilidade da celulose de capim-guatemala, aos 2 meses de idade, em CED.

| Deter- mina- ção | Períodos de extração (minutos) | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| | % Solubilização em CED | | | | | |
| 1 | 75,9 | 78,6 | 84,6 | 82,1 | 87,2 | 82,6 |
| 2 | 83,5 | 81,4 | 70,8 | 85,5 | 83,7 | 82,9 |
| 3 | 78,5 | 81,5 | 84,8 | 84,6 | 85,4 | 82,9 |
| 4 | 80,0 | 79,7 | 80,1 | 85,4 | 87,5 | 86,2 |
| 5 | 76,8 | 80,8 | 85,4 | 80,2 | 85,9 | 85,2 |
| 6 | 79,8 | 81,1 | 83,7 | 82,6 | 83,7 | 83,3 |
| Média | 79,1 ^a | 80,5 ^{a,b} | 81,6 ^{a,b} | 83,4 ^{b,c} | 85,6 ^c | 83,8 ^{b,c} |

Nota: As médias que apresentam a mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

QUADRO 2 - Análise de variância da solubilidade da celulose de capim-guatemala em CED.

| Fonte de Variação | G. L. | Quadrado Média |
|-------------------|-------|----------------|
| Tempo extração | 5 | 33,99** |
| Resíduo | 30 | 8,24 |
| Total | 35 | |

** ($P < 0.01$)

O teste de Duncan, não registrou diferença no grau de solubilização da celulose, quando os tempos de extração foram de

120; 150 ou 180 minutos.

Relativamente à precisão do método, verificou-se, neste teste preliminar, um desvio padrão de $\pm 2,87\%$ e um coeficiente de variação de $3,48\%$. Estes valores representam uma precisão muito maior do que a observada por HI KON *et alii* (6) os quais obtiveram um desvio padrão igual a $4,6\%$ e um coeficiente de variação da ordem de $7,34\%$. Todavia, a precisão relatada por DEHORITY e JOHNSON (5) $s=0,79$ a $2,38\%$, C. V. = $1,2$ a $3,8\%$ foi muito maior do que aquela obtida neste ensaio preliminar.

4. 2. Análises de Regressão e correlação

Os valores da solubilidade da celulose em CED das amostras de capim-gordura, capim-pangola e capim-sempre-verde, em diferentes idades, estão contidos no quadro 3, bem como os valores da digestibilidade "in vivo" da matéria seca. A análise de variância dos valores da solubilidade da celulose dos capins gordura, pangola e sempre-verde em CED é apresentada no quadro 4.

A análise de variância da solubilidade da celulose em CED (Quadro 4) revelou diferenças ($P < 0,01$ entre capins e idades das forrageiras, assim como significância ($P < 0,01$) da interação capim x idade. Os valores absolutos da quantidade de celulose dissolvida no CED, foram muito maiores do que os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente, porém, tal valor absoluto tem pouca importância, sendo realmente importante a correlação entre os valores obtidos pelo método do CED e valores da digestibilidade "in vivo".

QUADRO 3 - Solubilidade da celulose em CED e digestibilidade "in vivo" da matéria seca dos capins gordura, capim-pangola e capim-sempre-verde.

| Forrageiras | Idade (meses) | Solubilidade da celulose em CED | Digestibilidade "in vivo" da matéria seca |
|--------------------|---------------|---------------------------------|---|
| Capim-gordura | 2 | 79,7 | 59,5 |
| | 4 | 71,3 | 49,5 |
| | 6 | 68,3 | 45,7 |
| | 8 | 63,0 | 40,2 |
| Capim-pangola | 2 | 74,9 | 62,9 |
| | 4 | 72,1 | 55,6 |
| | 6 | 70,9 | 52,2 |
| | 8 | 68,3 | 41,8 |
| Capim-sempre-verde | 2 | 78,5 | 57,9 |
| | 4 | 62,8 | 45,7 |
| | 6 | 43,4 | 35,4 |
| | 8 | 44,1 | 31,3 |

QUADRO 4 - Análise de variância da solubilidade da celulose de amostras de capim-gordura, capim-pangola e capim-sempre-verde, em CED.

| Fonte de Variação | G. L. | Quadrado Médio |
|-------------------|-------|----------------|
| Capim | 2 | 771, 725 ** |
| Idade | 3 | 681, 180 ** |
| Capim x Idade | 6 | 168, 158 ** |
| Resíduo | 24 | 4, 511 |
| Total | 35 | |

** (P < 0, 01)

As análises de regressão e correlação entre a digestibilidade „in vivo“ da matéria seca e solubilidade da celulose em CED, para cada capim, resultaram nas seguintes equações de regressão e respectivos coeficientes de correlação: capim-gordura: $Y = -33,2 + 1,16X$, $r = +0,999$; capim-pangola $Y = -110,6 + 2,29X$, $r = +0,992$ e capim-sempre-verde $Y = 2,6 + 0,70X$, $r = 0,986$. Estas equações de regressão estão, graficamente, representadas na figura 1. Tais resultados demonstram o valor do método da solubilidade da celulose no CED para a estimativa da digestibilidade aparente da matéria seca da forrageiras tropicais.

CARVALHO (3) obteve um coeficiente de correlação da ordem de 0,91 entre a fermentação „in vitro“ da celulose e a digestibilidade aparente da matéria seca. Conclui-se, pois, que o método do CED apresentou melhor correlação com a digestibilidade aparente da matéria seca que a fermentação „in vitro“ da celulose.

Neste segundo teste observou-se um desvio padrão de 2,12% e coeficiente de variação de 3,18%. Considerando-se que no processo de fermentação „in vitro“ os erros padrões frequentemente encontrados são da ordem de 3,0 a 5,0%, conforme CARVALHO (3), HI KON *et alii* (6), JOHNSON *et alii* (7), e considerando que os erros padrões obtidos nos métodos „in vivo“ são ainda maiores, pode-se concluir que os erros padrões encontrados no presente trabalho, são perfeitamente aceitáveis, não tendo praticamente influência negativa sobre o método estudado. Raciocínio análogo pode ser feito com relação aos coeficientes de variação encontrados no presente teste, os quais podem ser considerados pequenos em relação aos apresentados por outros autores (3 e 6).

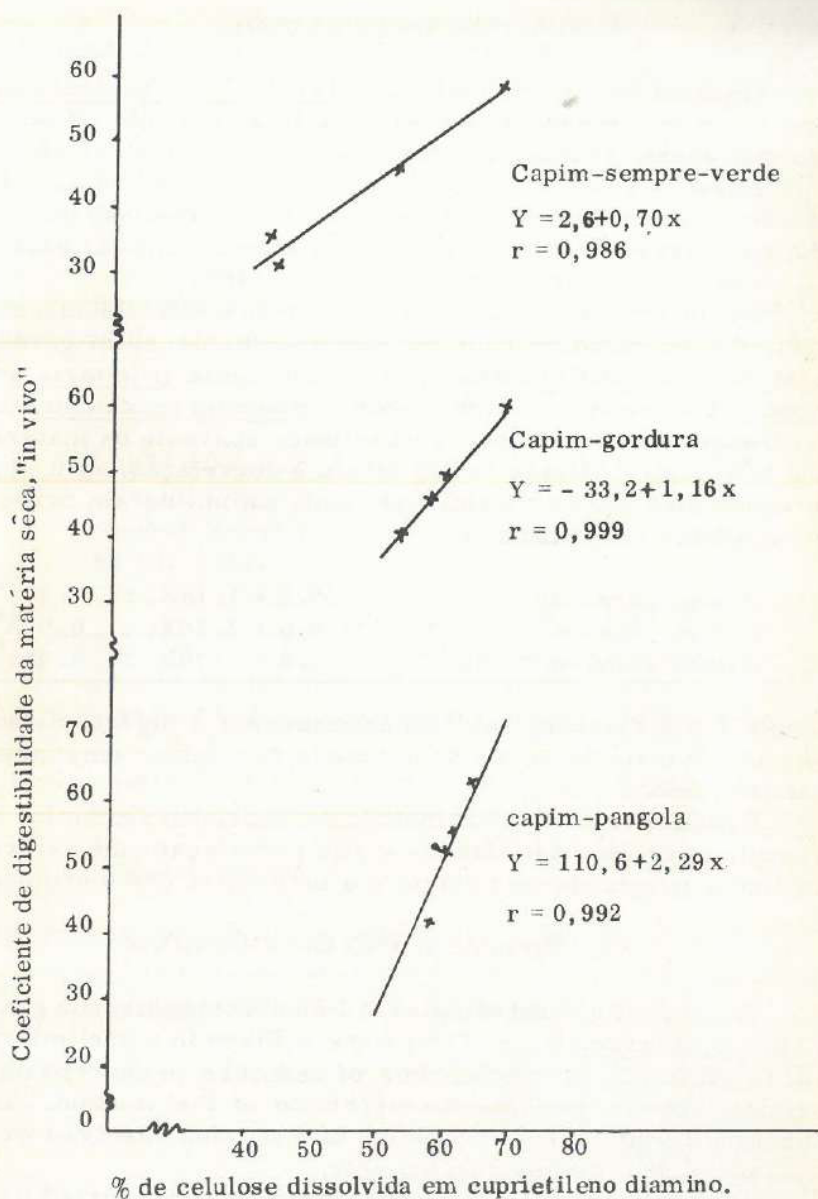


Figura 1 - Correlação entre o coeficiente de digestibilidade "in vivo" da matéria seca e a porcentagem de celulose dissolvida no cuprietilenodiamino.

5. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

Amostra de capim-guatemala (Tripsacum fasciculatum Trin), com dois meses de idade, seca ao ar e moída foi utilizada num ensaio preliminar em que se estudou o efeito do tempo de extração sobre a solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino. Neste ensaio, também se estudou a precisão do método, que apresentou um desvio padrão e coeficiente de variação, respectivamente, iguais a 2,87% e 3,48%.

Em um segundo ensaio, determinou-se a solubilidade, em cuprietilenodiamino, da celulose de amostras de capim-gordura (Melinis minutiflora Beauv), capim-pangola (Digitaria decumbens Stent) e capim-sempre-verde (Panicum maximum Jacq var. Gongylodes Doell), de digestibilidade aparente da matéria seca conhecida. Análises de regressão e correlação, aplicadas aos dados do segundo ensaio, para cada capim, deram origem aos seguintes resultados:

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| Capim-gordura: | $Y = - 33,2 + 1,16X; r = 0,999^{**}$ |
| Capim-pangola: | $Y = - 110,6 + 2,29X; r = 0,992^{**}$ |
| Capim-sempre-verde: | $Y = 2,6 + 0,70X; r = 0,986^{**}$ |

em que Y e X referem-se, respectivamente, à digestibilidade aparente da matéria seca e solubilidade da celulose em cuprietilenodiamino.

Conclui-se pois que o método do cuprietilenodiamino apresentou precisão satisfatória e alta correlação com valores "in vivo", prestando-se pois para a estimativa dos mesmos.

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

Airdry and ground samples of 2-month-old guatemala grass (Tripsacum fasciculatum Trin) were utilized in a preliminary test to study the extraction time of cellulose in cupriethilene diamine, and to evaluate the precision of the method. The standard deviation and coefficient of variation observed were 2.87 and 3.48 percent, respectively.

In a second test the solubility of cellulose in cupriethilene diamine was determined for molassesgrass (Melinis minutiflora Beauv), pangolagrass (Digitaria decumbens Stent) and sempre-verdegrass (Panicum maximum Jacq var. Gongylodes Doell)

** Valores significativos ao nível de 1%.

at the ages of 2, 4, 6 and 8 months. The "in vivo" dry matter digestibility was determined previously.

Regression and correlation analyses of the data gav the following results; for each grass:

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| molassesgrass | $Y = - 33.2 + 1.16X; r = 0.999$ |
| pangolagrass | $Y = - 110.6 + 2.29X; r = 0.992$ |
| sempre-verdegrass | $Y = - 2.6 + 0.70X; r = 0.986$ |

Where Y and X refer to "in vivo" dry matter digestibility and cellulose solubility in cupriethylene diamine, respectively.

7. LITERATURA CITADA

1. BAUMGARDT, B. R., CASON, J. L. e TAYLOR, M. W. Evaluation of forages in the laboratory, I - Comparative Accuracy of Several Methods. J. Dairy Sci. Illinois, 45 (1): 59-61. 1962.
2. _____ TAYLOR, M. W. e CASON, J. L. Evaluation of forages in the laboratory. II - Simplified rumen procedure for obtaining repeatable estimates of forage nutritive value. J. Dairy Sci. Illinois, 45(1):62-64. 1962.
3. CARVALHO; M. M. A Técnica do Rúmen Artificial na Estimativa da Digestibilidade Aparente de Forrageiras Tropicais. Viçosa, Univ. Rural Minas Gerais. 1967. 47p. [Tese de M. S.].
4. CRAMPTON, E. W. e MAYNARD, L. A. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 15(4): 383-395. 1938.
5. DEHORITY, B. A. e JOHNSON R. R. Cellulose solubility as an estimate of cellulose digestibility and nutritives value of grasses. J. An. Sci. New York, 22(1):222-225. 1963.
6. HI KON OH, BAUMGARDT B. R. e SCHOLL, J. M. Evaluation of forage in the laboratory. V - Comparison of chemical analyses, solubility tests and in vitro fermentation. J. Dairy Sci. Illinois, 49(7):850-855. 1966.

7. JOHNSON, R. R., DEHORITY, B. A. McCLURE, K. E. e PARSONS, J. L. A comparison of "in vitro" fermentation and chemical solubility methods in estimating forages nutritive value. J. An Sci, New York, 23 (4):1124-1128. 1964.
8. PIGDEN, W. J. e BELL, J. M. The artificial rumen as a procedure for evaluating forage quality. J. An. Sci; New York, 14 (4): 1239 (Abstract) 1955.
9. SILVA, J. F. C. e GOMIDE, J. A. Efeito do estágio de maturação sobre o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca de três gramíneas tropicais. CERES, Viçosa, 13(76):255-275. 1967.
10. TILLEY, J. M. A., DERIAZ, R. E. e TERRY, R. A. The in vitro measurement of herbage digestibility and assessment of nutritive value. Proc. VIII Int. Grassl. Cong. 533-537. 1960.
11. THURMAN, R. L. e WEHUNT, E. J. A laboratory method for determining digestible nutrients. Agron. J., Madison, Wis, 47 (7): 302-303. 1955.