

CORRELAÇÕES ENTRE MACRONUTRIENTES E MATÉRIA SECA DIGESTÍVEL  
DE CENTROSEMA (*Centrosema pubescens* BENTH.), SIRATRO  
(*Macroptilium atropurpureum* cv. SIRATRO) E SOJA  
PERENE (*Glycine wightii* WILLD.)\*

A.F.J. Bellote\*\*

H.P. Haag\*\*\*

G.D. de Oliveira\*\*\*

J.R. Sarruge\*\*\*

RESUMO

Com a finalidade de se detectar correlações entre os teores químicos e a matéria seca digestível em plantas de centrosema, siratro e soja perene, foram cultivadas no campo e coletadas após 21 dias de germinação e em intervalos de 21 dias até a idade de 147 dias. O material coletado foi dividido em folhas e caules e analisados para N, P, K, Ca, Mg e S pelos métodos convencionais. Foram conduzidos testes de digestibilidade *in vivo* pela técnica do "saquinho de nylon" em animal fistulado. Foram detectadas correlações

---

\* Entregue para publicação em 2.12.1979.

\*\* Bolsista da CAPES, aluno do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

positivas para P e Mg e negativas para Ca nas folhas de centrosema. Para o caule da mesma leguminosa foi obtido correlação positiva para P e negativo para o Ca.

Nas plantas de siratro somente as folhas apresentam regressão significativa sendo observado correlações positivas para P, K, Ca e negativa para N.

Para soja perene K e S apresentam regressão significativa; sendo a correlação positiva para K e negativa para o S.

## INTRODUÇÃO

Aproximadamente 70-85% da matéria seca digestível é digerida pelos microorganismos do rúmen, com a produção de ácidos graxos, dióxido de carbono, metano, amônia e células microbianas. A nutrição das bactérias do rúmen é de considerável interesse, desde que muitos alimentos de ruminantes nutrem os microorganismos e indiretamente são destinados ao hospedeiro (SILVA & LEÃO, 1979). Os macronutrientes minerais dissolvidos no rúmen tem uma série de funções, além das funções específicas nas células e nos tecidos. Incluem-se a manutenção do pH, através da formação de soluções tampões, manutenção de redox e pressão osmótica no rúmen. Foi demonstrado por HUNGATE (1966) a necessidade dos íons  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  e  $PO_4^{3-}$  para *Bacterioides succinogenes*, íons estes, provavelmente comuns a muitas bactérias do rúmen.

Admite-se que a estrutura da parede celular das plantas seja constituída pela celulose que forma um esqueleto fibroso de modo que as suas fibras fiquem embebidas numa matriz de hemicelulose e lignina. Admite-se que nessa associação a lignina poderá estar ligada a outros compostos, afetando de maneira diferente a digestibilidade dos compostos a ela associados.

FONNESBECK (1968) verificou que a composição dos constituintes da parede celular diferem entre gramíneas e leguminosas. A alfafa e o trevo apresentam valores mais baixos em hemicelulose e mais elevados em lignina em relação as gramíneas, sendo que a porcentagem de celulose é praticamente idêntica em todas as forrageiras. As leguminosas são caracterizadas, segundo SOEST VAN (1967), por apresentarem mais baixo conteúdo e uma mais baixa digestibilidade em hemicelulose do que as gramíneas, contudo tanto a hemicelulose como a celulose são caracterizadas por serem altamente correlacionados com o índice de lignificação.

A digestão da celulose no aparelho digestivo do ruminante é resultado da fermentação microbiana, produzindo ácidos graxos voláteis, gás carbônico e metano, segundo McDONALD *et alii* (1973).

A digestão da celulose *in vitro* é estimulada por Na, K, S, Mg e Ca (SILVA & LEÃO, 1979).

Estudos de composição química e digestibilidade em carneiros, do feno de soja perene (*Glycine javanica*) foram conduzidos por PEIXOTO *et alii* (1965). Os autores concluem que o feno de soja se equivale ao de alfafa com teor de fibra bruta entre 28 e 34%. Os coeficientes de digestibilidade para o feno de soja perene, acusam uma superioridade em relação a alfafa, tanto para a graxa, como para a fibra bruta. A determinação do valor nutritivo da soja perene como forrageira verde na forma de feno através de ensaio de digestibilidade com ovinos estudada por MELOTTI *et alii* (1969). Os autores obtiveram 55,29% de nutrientes digestivos totais na matéria seca para o feno e 57,48% para a forragem verde. Os coeficientes de digestibilidade do feno e soja verde foram: P.B. = 66,92% e 70,47%; F.B. = 46,48% e 42,51%.

HARKIN (1973) apresentou uma ampla revisão sobre a biossíntese das ligninas e efeitos ambientais e nutricionais das ligninas terminando por evidenciar as dificuldades experimentais e correlacionar as ligninas nas forrageiras com a nutrição animal.

O presente trabalho tem como finalidades de correlacionar os teores dos macronutrientes encontrados na centrosema, siratro e soja perene em diferentes estádios de desenvolvimento, com a digestibilidade da matéria seca *in vivo*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Sementes devidamente tratadas e inoculadas de centrosema (*Centrosema pupubescens* Benth.), siratro (*Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro) e soja perene (*Glycine wightii* Willd) foram semeadas na série de solo "Luiz de Queiroz" pertencente ao grande grupo Terra Roxa Estruturada. Aos 21 dias após a germinação e a intervalos de 21 dias até aos 147 dias plantas foram coletadas rentes ao solo e separadas em caules e folhas. O material coletado foi analisado para os macronutrientes de acordo com os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974). Os testes de digestibilidade *in vivo*, pela técnica do "saquinho de nylon" foram conduzidos em bovino macho, castrado, de 7 anos de idade pertencente a raça Gir. Maiores detalhes são encontrados em OLIVEIRA (1978).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Centrosema*

A Tabela 1 apresenta as concentrações de Ca, P e Mg encontradas nas folhas e de P e Ca encontrados no caule e a porcentagem de matéria seca digestível (MSD%), em função da idade da leguminosa.

As equações de regressão significativas e os coeficientes de correlação acham-se expostas na Tabela 2.

Tabela 1 - Concentração de nutrientes e matéria seca digestível (MSD %) em folhas e caules de 3 espécies de leguminosas em função da idade - Média de 4 repetições.

Espécie	Elemento %	Idade (dias)											
		42		63		81		105		126		147	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Crotolaria	P	0,26	0,19	0,25	0,22	0,32	0,25	0,35	0,24	0,55	0,29	0,27	0,23
	Ca	1,52	0,74	1,43	0,54	1,06	0,46	0,96	0,46	0,87	0,41	1,32	0,65
	Mg	0,23	-	0,22	-	0,24	-	0,32	-	0,31	-	0,24	-
Siratro	MSD	52,06	44,93	51,00	45,02	35,33	49,07	37,71	48,25	52,66	59,92	50,88	41,82
	N	1,11	-	1,03	-	3,93	-	1,36	-	5,36	-	3,59	-
	P	0,25	-	0,26	-	0,30	-	0,51	-	0,33	-	0,38	-
Soja perene	K	1,21	-	2,68	-	3,09	-	2,06	-	5,54	-	5,18	-
	Ca	1,38	-	1,34	-	1,33	-	1,33	-	1,41	-	2,07	-
	MSD	24,27	-	32,64	-	42,29	-	41,36	-	46,04	-	58,32	-
Soja perene	K	-	2,51	-	4,10	-	2,97	-	0,26	-	3,00	-	3,60
	S	0,27	-	0,25	-	0,16	-	0,56	-	0,22	-	0,05	-
	MSD	-	59,19	-	46,82	-	41,07	-	35,19	-	51,34	-	60,28

1 - Folhas; 2 - Caules

Tabela 2 - Equações de regressão e coeficiente de correlação (r) da matéria seca digestível (Y) em função da concentração (X) dos nutrientes em centrosema

Parte da Planta	Nutriente	Equação	r
Folha	P	$Y = 8,91 + 100,67 X$	+ 0,45*
Folha	Ca	$Y = 56,65 - 15,58 X$	- 0,43*
Folha	Mg	$Y = 10,54 + 106,45 X$	+ 0,44**
Caule	P	$Y = 26,25 + 95,65 X$	+ 0,55**
Caule	Ca	$Y = 66,49 - 32,53 X$	- 0,50*

\* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente.

Observa-se uma correlação positiva entre a concentração de P nas folhas e nos caules. Segundo HUNGATE (1966), as *Bacterioides succinogenes* necessitam um mínimo de 6 mg de  $PO_4^{3-}$  por ml de meio de cultura para sua nutrição e transformação da matéria seca. De acordo com o mesmo autor carneiros e vacas requerem de 0,2% - 0,3% de P na matéria seca para que ocorra a digestão da celulose.

LENG (1970) observa que o fosfato para as bactérias é indispensável na produção de acetato no rúmen e que na interconversão de acetato em butirato há necessidade de um suprimento de P inorgânico para as bactérias.

O Ca teve um efeito negativo sobre a digestibilidade da matéria seca tanto nas folhas como nos caules. Os íons devem estar balanceados no meio da cultura em relação as exigências das bactérias e elas não toleram excesso de um determinado elemento em relação as suas exigências. A adição de 50 até 300  $\mu g$  de Ca por ml de meio de cultura resulta em

pequenos aumentos na digestão da celulose, porém no nível de 450µg/ml há um efeito altamente depressivo (SILVA & LEÃO, 1979). Segundo HUNGATE (1966), carneiros e vacas requerem de 0,15% a 0,20% de Ca na alimentação. Valores mais elevados podem ocasionar uma diminuição na digestibilidade. SILVA & LEÃO (1979) explicam o fenômeno como sendo a formação de pectato de Ca e Mg. Além disso, o Ca é componente da parede celular vegetal e pode ser precipitado na forma de oxalato de Ca insolúvel. Foi observada uma correlação positiva entre a concentração de Mg nas folhas e a matéria seca digestível.

Com relação ao Mg, alguns trabalhos apresentam efeitos positivos, enquanto que outros não apresentam efeitos da presença deste elemento sobre a digestibilidade da celulose ou crescimento de bactérias *in vitro*.

BUTLER & JONES (1973) apresentam uma série de fatores que podem influenciar na disponibilidade do Mg nas forrageiras e sua utilização pelos ruminantes.

### *Siratiro*

A Tabela 1 mostra as concentrações de N, P, K e Ca encontradas nas folhas e a porcentagem de matéria seca digestível, em função da idade da leguminosa.

As equações de regressão significativas e os coeficientes de correlação acham-se na Tabela 3.

Observa-se uma correlação negativa entre o teor de N nas folhas e a digestibilidade da matéria seca. A importância do metabolismo do N no rúmen deve-se as alterações qualitativas e quantitativas dos aminoácidos nas proteínas ingeridas e as modificações da quantidade de compostos nitrogenados disponíveis para o animal (SILVA & LEÃO, 1979). HOGAN & WESTON (1967), citados por SILVA & LEÃO (1979), mostraram que em carneiros, cerca de 15 g de proteína microbiana era sintetizada por 100 g de matéria orgânica digerida no rúmen. Os mesmos autores estudaram 23 forrageiras e

mostraram que ganhos ou perdas de N durante a passagem da digestão pelo estômago estavam relacionados com gramas de N ingerido por 100 g de matéria orgânica digestível. Estabeleceram que teores de N inferiores a 4% na matéria orgânica digestível, a quantidade de N não amoniacal oriunda do abomaso excedia a ingerida e quando os teores eram superiores a 4% ocorria absorção aparente de compostos nitrogenados durante a fase pregastrica da digestão.

Tabela 3 - Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) da matéria seca (Y) em função da concentração (X) dos nutrientes em folhas de siratro

Parte da Planta	Nutriente	Equação	r
Folha	N	$Y = 104,42 - 16,39 X$	- 0,52**
Folha	P	$Y = -3,86 + 150,59 X$	+ 0,62**
Folha	K	$Y = 19,09 + 7,51 X$	+ 0,75**
Folha	Ca	$Y = 5,33 + 24,08 X$	+ 0,52**

\* e \*\* - significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente.

Observa-se, ainda, uma correlação positiva e significativa para P, K e Ca nas folhas de siratro relacionada com a matéria seca digestível. Na literatura não foram encontrados dados referentes ao potássio influenciando na digestibilidade da matéria seca.

#### *Soja Perene*

A Tabela 1 apresenta as concentrações de K e S no caule e a porcentagem de matéria seca digestível, em função da idade da leguminosa.



As equações de regressão significativas e os coeficientes de correlação acham-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Equações de regressão e coeficiente de correlação (r) da matéria seca digestível (Y) em função da concentração (X) dos nutrientes na soja perene

Parte da Planta	Nutriente	Equação	r
Caule	K	$Y = 15,36 + 9,66 X$	+ 0,56**
Caule	S	$Y = 58,20 - 58,98 X$	- 0,74**

\* e \*\* - significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente.

Para a soja perene acusou uma regressão significativa para o caule e para os elementos K e S.

O enxofre é um elemento importante na nutrição dos ruminantes e tem efeito sobre a digestão da celulose e faz parte dos aminoácidos sulfurados presentes na proteína microbiana. Para uma síntese mais eficiente dos aminoácidos sulfurados há necessidade que a relação N:S esteja entre 10 e 15:1. Um excesso de sulfato no rúmen é eliminado pela eructação ou absorção através da parede do rúmen.

## CONCLUSÕES

### *Centrosema*

Ocorre correlação positiva entre concentração de P e Mg nas folhas com a matéria seca digestível.

Um aumento na concentração de Ca nas folhas acarreta uma correlação negativa, com a matéria seca digestível.

Para o caule o P apresenta correlação positiva e o Ca negativa com a matéria seca digestível.

#### *Siratiro*

Somente as folhas apresentam regressões significativas, sendo que para a concentração de P, K e Ca há correlação positiva com a matéria seca ajustável.

O aumento da concentração de N apresenta correlação negativa com a matéria seca digestível.

#### *Soja Perene*

Somente o caule apresenta regressão significativa para K e S.

A concentração de K no caule apresenta correlação positiva com a matéria seca digestível, sendo que a concentração de S apresenta correlação negativa.

#### SUMMARY

##### CORRELATION OF NUTRIENT CONTENTS IN LEAVES AND STEMS OF *Centrosema pubescens* BENTH., *Macroptilium atropurpureum* cv. SIRATRO, AND *Glycine wightii* WILLD TO THE DRY MATTER DIGESTIBILITY

Plants of those species were collected from 21 days up to 147 days at 21 days intervals. The material was divided into leaves and stems. Chemical analysis for N, P, K, Ca, Mg and S were run by conventional methods. The dry matter digestibility was obtained *in vivo* by the nylon bag technique.

The correlation coefficients are:

Legume	Part	Nutrient	Equation	r
<i>Centrosema</i>				
	leaves	P	$Y = 8.91 + 100.67 X$	+ 0.45*
	leaves	Ca	$Y = 56.65 + 15.58 X$	- 0.43*
	leaves	Mg	$Y = 10.54 + 106.45 X$	+ 0.44**
	stem	P	$Y = 26.25 + 95.65 X$	+ 0.55**
	stem	Ca	$Y = 66.49 - 32.53 X$	- 0.50*
<i>Macroptilium</i>				
	leaves	N	$Y = 104.42 - 16.39 X$	- 0.52**
	leaves	P	$Y = -3.86 + 150.59 X$	+ 0.62**
	leaves	K	$Y = 19.09 + 7.51 X$	+ 0.75**
	leaves	Ca	$Y = 5.33 + 24.08 X$	+ 0.52**
<i>Glycine</i>				
	stem	K	$Y = 15.36 + 9.66 X$	+ 0.56**
	stem	S	$Y = 58.20 - 58.98 X$	- 0.74**

Y = dry matter digestibility;

X = concentration of the element.

#### LITERATURA CITADA

BUTLER, G.N.; JONES, D.I.H., 1973. Mineral Biochemistry of Herbage. Em "Chemistry and Biochemistry of Herbage, vol. 2. BUTLER, G.W. & R.W. BAILEY ed., Academic Press, New York, USA, 455 p.

FONNESBECK, P.V., 1968. Digestion of soluble and fibrous carbohydrates of forage by horses. J. Animal Sci. 27: 1336-1344.

- HARKIN, J.M., 1973. Lignin. Em Chemistry and Biochemistry of Herbage. (Butler, G.W. & R.W. Bailey, ed.), vol. 1, Academic Press, New York, USA, 639 p.
- HUNGATE, R.E., 1966. The rumen and its microbis. Academic Press. London, England, 533 p.
- LENG, R.A., 1970. Em "Physiology of digestion and metabolism in the ruminant", Oriel Press, New Castle, England, 406 p.
- McDONALD, P.E.; EDWARDS, R.A.; GREENHARLGH, J.F.E., 1973. Animal nutrition, Longman Inc., New York, USA, 479 p.
- MELLOTTI, L.; BOIN, C.; LOBÃO, A.O., 1969. Determinação do valor nutritivo dos fenos de soja perene. Boletim Indústria Animal, 26:295-302.
- OLIVEIRA, G.D. de, 1978. Absorção dos macronutrientes pela Centrosema (*Centrosema pubeschens* Benth), Siratro (*Macroptilium atroporpureum* cv. 'Siratro') e soja perene (*Glycine* Willd) em condições de campo. Dissertação, E. S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. Brasil, 80p.
- PEIXOTO, A.M.; MORAES, C.L.; PROSPERO, A.O., 1965. Contribuição ao estudo da composição química e digestibilidade do feno de soja perene. Anais IX Congresso. Inst. Pastagens SP 1:791-799.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas, Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP, 56 p.
- SILVA, J.F.C. da; LEÃO, M.I., 1979. Fundamentos de nutrição dos ruminantes, Livrocerees Ltda., Piracicaba, SP, 380 p.
- SOESTUAN, P.J., 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. J. Animal Sci. 26:119-128.