

# Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento, nodulação e composição química de *Centrosema*

N. de L. Costa\* e V. T. Paulino\*\*

## Introdução

Em Rondônia a baixa fertilidade natural dos solos é um dos principais fatores limitantes à produção e persistência das pastagens cultivadas, o que implica um fraco desempenho da pecuária de carne e leite. Ademais, via de regra as pastagens, constituídas basicamente por gramíneas, são estabelecidas em solos empobrecidos por sucessivos cultivos anuais (arroz, feijão, milho e mandioca), o que contribui para uma rápida degradação das mesmas.

A utilização de leguminosas forrageiras produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas do Estado de Rondônia representa um fator de grande importância para a formação de pastagens consorciadas e/ou bancos de proteína, visando incrementar economicamente a produção animal, já que estas em relação às gramíneas apresentam alto conteúdo proteico, elevada digestibilidade e maior resistência à seca (Bruce, 1965). No entanto, consideram-se que o fósforo (P) é o

nutriente mais limitante para a implantação e manutenção de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade da América Latina tropical. Para que as leguminosas possam contribuir efetivamente para o melhoramento das pastagens, principalmente através de altas produções de forragem e fixação de nitrogênio (N) da atmosfera, torna-se necessário a aplicação de fertilizantes fosfatados.

Embora algumas leguminosas forrageiras tropicais nodulem com rizóbios nativos, adaptados a baixas concentrações de P, elas requerem um nível mínimo de P disponível no solo para que ocorra uma eficiente nodulação (Munns and Mosse, 1980). Segundo Vidor et al. (1983), o P participa dos vários mecanismos de armazenamento e transferência de energia, sendo muito importante no processo altamente dispendioso, em termos de energia, que é a redução do  $N_2$  a  $NH_4$ .

Dentre as leguminosas forrageiras introduzidas e avaliadas em Rondônia, destacaram-se entre as mais promissoras *Centrosema acutifolium* CIAT-5112 e CIAT-5277, *C. brasilianum* CIAT-5234 e *C. pubescens* CIAT-438. Desse modo, o presente trabalho teve por finalidade avaliar os efeitos da adubação fosfatada sobre os rendimentos de matéria seca (MS), nodulação e composição química dessas leguminosas.

\* Investigador, M.Sc., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (EMBRAPA/UEPAE), Caixa Postal 406, 78.900 Porto Velho, Rondônia, Brasil.

\*\* Investigador, Ph.D., Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, São Paulo, Brasil.

## Materiais e métodos

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação da UEPAE, Porto Velho, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH em água (1:2.5) = 4.3; Ca + Mg = 1.3 mE%; Al = 2.5 mE%; P = 2 ppm; e K = 76 ppm. O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), destorroado e passado em peneira com abertura de 6.0 mm e posto para secar ao ar.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos consistiram de sete doses de P (0, 22, 44, 66, 88, 110 e 132 kg/ha de P), aplicadas por ocasião da semeadura, sob a forma de superfosfato triplo e misturadas uniformemente com o solo. Cada unidade experimental constitui-se de um vaso com capacidade para 2.5 kg de solo seco.

A semeadura foi realizada em fevereiro de 1988, utilizando-se sementes previamente escarificadas e inoculadas com *Rhizobium* específico. Oito dias após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste, deixando-se três plantas/vaso. O controle hídrico foi feito diariamente através de passagem dos vasos, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Setenta dias após o desbaste, procedeu-se a colheita do experimento. As plantas foram cortadas rentes ao solo, postas para secar em estufa à 65 °C por 48 horas, sendo a seguir pesadas e moídas em peneira de 2 mm. O teor de proteína bruta (PB) foi determinado pelo método micro-Kjeldhal, as concentrações de P e cálcio (Ca) foram quantificadas segundo a metodologia descrita por Tedesco (1982). Os nódulos foram destacados das raízes e, após limpos e secos em estufa à 65 °C por 48 horas, foram contados e pesados.

## Resultados e discussão

**Produção de MS.** A análise de variância revelou significância ( $P < 0.05$ ) para o efeito da adubação fosfatada sobre a produção de MS das leguminosas (Figura 1). *Centrosema pubescens* CIAT-438 requereu as maiores quantidades de P para um ótimo estabelecimento, seguindo-se

*C. brasilianum* CIAT-5234, enquanto que *C. acutifolium* CIAT-5112 e CIAT-5277 foram as leguminosas menos exigentes. A aplicação de 44, 66 e 88 kg/ha de P para *C. acutifolium* CIAT-5112 e CIAT-5277 e *C. brasilianum* CIAT-5234, respectivamente, resultou em produções de MS estatisticamente semelhantes ( $P > 0.05$ ) às obtidas com 132 kg/ha de P. Já, para *C. pubescens* CIAT-438 observou-se efeito significativo ( $P < 0.05$ ) até com a aplicação da dose mais alta de fósforo (132 kg/ha de P). Resultados semelhantes foram relatados por Falade (1973) com *C. pubescens* e por Fenster e León (1982) com *C. pubescens* CIAT-438, os quais verificaram que os acréscimos na produção de MS eram significativos com a aplicação de até 350 e 175 kg/ha de P, respectivamente. Idêntico comportamento foi reportado por Costa (1988) que não detectou efeito significativo da aplicação de P superiores a 44 kg/ha sobre os rendimentos de forragem de *C. macrocarpum* CIAT-5065.

Considerando-se a filosofia da utilização de um mínimo de insumos preconizados pelo CIAT, para o manejo de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade da América Latina tropical, os resultados obtidos no presente trabalho, mesmo sob condições de casa de vegetação, são bastante promissores, já que evidenciam que a aplicação de uma dose moderada de fósforo (44 kg/ha de P) foi suficiente para promover incrementos de mais de 100% na produção de forragem das quatro leguminosas estudadas. Segundo Fenster e León (1982) a seleção de leguminosas forrageiras que tolerem baixos níveis de P disponível no solo e que apresentem alta produtividade, persistência e valor nutritivo compatível com as exigências dos animais constitui uma das alternativas mais práticas e econômicas para o melhoramento das pastagens cultivadas. Jones (1972) considera que os menores requerimentos internos e externos e maior eficiência de absorção de P apresentados pelas leguminosas tropicais, em relação às temperadas, são fatores muito importantes para o desenvolvimento da pecuária nos trópicos, onde o fornecimento de fertilizantes fosfatados pode ser limitante ou muito custoso.

**Número, peso seco de nódulos, teores e produção de proteína bruta.** O número e peso seco de nódulos foram significativamente incrementados ( $P < 0.05$ ) com a adubação fosfatada, sendo os maiores valores, nas quatro

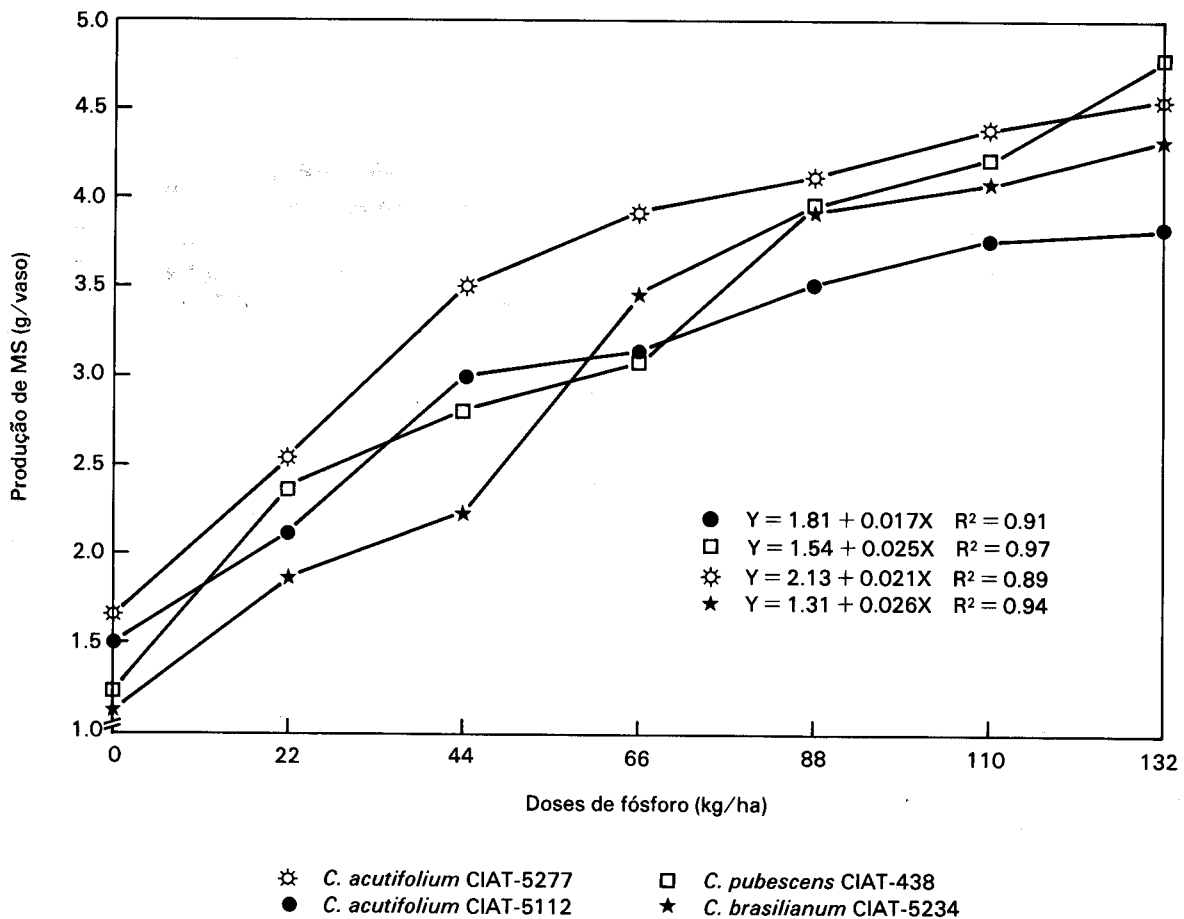


Figura 1. Rendimento de matéria seca (g/vaso) de quatro leguminosas forrageiras tropicais, em função da adubação fosfatada. Ponta Velho-RO, 1988.

leguminosas, obtidos com a aplicação de 110 ou 132 kg/ha de P (Tabela 1). Do mesmo modo CIAT (1985) verificou que a adubação fosfatada (25 a 200 kg/ha de P) resultou em aumentos significativos do número de nódulos de *C. macrocarpum* CIAT-5065, *P. phaseoloides* CIAT-9900 e *Desmodium ovalifolium* CIAT-350, os quais em todas as doses e espécies foram superiores aos obtidos neste trabalho. Efeitos positivos da adubação fosfatada, tanto sobre o número como peso seco de nódulos, em diversas leguminosas forrageiras tropicais, foram relatados por Saleem and Kaufmann (1986).

A nodulação em solos com baixa disponibilidade de P é muito afetada e quase sempre inibida, já que este elemento participa ativamente nos processos de formação nodular. Kornelius e Stammel (1973) observaram que a aplicação de P foi decisiva para a nodulação e

crescimento de *Glycine wightii*, não ocorrendo formação de nódulos e sendo as produções de MS insignificantes quando omitiu-se a adubação fosfatada. Gates (1974) verificou que a deficiência de P implicava no retardamento dos processos de nodulação de *Stylosanthes humilis* e reduzia a quantidade de N produzida por unidade de tecido nodular. Segundo Pate and Minchin (1980) a adubação fosfatada ao estimular o crescimento da parte aérea e das raízes, promove a formação de uma maior área foliar fotossinteticamente ativa, aumentando os teores de carboidratos disponíveis e, conseqüentemente, maior atividade nodular.

Com relação aos teores de PB (Tabela 2), observou-se efeito significativo ( $P < 0.05$ ) da adubação fosfatada apenas sobre os de *C. pubescens* CIAT-438. O maior teor foi obtido com a aplicação de 132 kg/ha de P, igual

estatisticamente ( $P > 0.05$ ) aos registrados com 110 e 88 kg/ha de P, e superior aos demais tratamentos. Da mesma forma, Saleem and Kaufmann (1986) observaram incrementos significativos dos teores de PB de *S. guianensis* cvs. Cook e Schofiels e *S. hamata* cv. Verano, à medida que se aumentavam as doses de P aplicadas (0 a 50 kg/ha de P); resultados similares foram reportados por Gates (1974) com *S. humilis*. Andrew and Robins (1969) obtiveram uma correlação positiva e significativa entre os teores de N e P de diversas leguminosas forrageiras tropicais, como consequência dos efeitos da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento das raízes, nodulação e metabolismo das plantas.

Quanto às produções de PB (Tabela 2), observaram-se acréscimos significativos ( $P < 0.05$ ) com a aplicação de até 132, 88, 66 e 44 kg/ha de P para *C. pubescens* CIAT-438, *C. brasilianum* CIAT-5234 e *C. acutifolium*

CIAT-5277 e CIAT-5112, respectivamente. Respostas semelhantes foram constatadas por Kornelius e Stammel (1973) com *Macroptilium atropurpureum* e *G. wightii*, e Falade (1973) com *P. phaseoloides*, *C. pubescens* e *C. plumieri*.

**Teores de fósforo e cálcio.** A adubação fosfatada afetou significativamente ( $P < 0.05$ ) os teores de P e Ca das leguminosas (Tabela 3).

Para *C. pubescens* CIAT-438, *C. acutifolium* CIAT-5112 e CIAT-5277, a aplicação de 110 kg/ha de P resultou em teores de P estatisticamente semelhantes ( $P < 0.05$ ) aos obtidos com 132 kg/ha de P, enquanto que com *C. brasilianum* CIAT-5234 o maior teor foi verificado na presença da dose máxima de fósforo. Do mesmo modo, Ortega y Samudio (1978) com *Pueraria* sp.; e Costa (1988) com *D. ovalifolium* CIAT-350 e *P. phaseoloides* CIAT-9900, relataram acréscimos significativos nos teores de P, como consequência de adubação fosfatada.

Tabela 1. Número e peso seco (mg/vaso) de nódulos de quatro leguminosas forrageiras tropicais, em função de adubação fosfatada. Porto Velho-RO, 1988.

Doses de P (kg/ha)	<i>C. pubescens</i> CIAT-438		<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112		<i>C. acutifolium</i> CIAT-527		<i>C. acutifolium</i> CIAT-5234	
	Número*	Peso seco	Número	Peso seco	Número	Peso seco	Número	Peso seco
0	2 d**	0.90 e	8 e	1.04 d	11 f	4.25 e	5 e	1.82 e
22	9 cd	5.08 d	15 de	5.55 c	19 ef	7.68 d	12 e	4.77 e
44	13 c	5.93	22 cd	8.14 c	25 de	10.03 cd	21 d	8.61 d
66	24 b	11.87 c	27 c	8.99 c	33 cd	11.75 c	30 c	11.19 d
88	31 b	14.02 bc	38 b	13.10 b	47 bc	18.59 b	38 bc	14.98 c
110	43 a	18.35 b	45 b	17.01 a	50 b	20.31 ab	47 ab	17.84 b
132	49 a	22.17 a	56 a	20.22 a	62 a	24.11 a	53 a	20.67 a

\* Dados analisados após transformação em  $\sqrt{x + 1}$ .

\*\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P < 0.05$ ) pelo teste de Duncan.

Tabela 2. Teor (%) e produção de proteína bruta (PB) (g/vaso) de quatro leguminosas forrageiras tropicais, em função da adubação fosfatada. Porto Velho-RO, 1988.

Doses de P (kg/ha)	<i>C. pubescens</i> CIAT-438		<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112		<i>C. acutifolium</i> CIAT-5277		<i>C. brasilianum</i> CIAT-5234	
	Teor	PB	Teor	PB	Teor	PB	Teor	PB
0	14.32 d*	0.176 e	18.32 a	0.271 c	17.84 a	0.288 d	19.84 a	0.222 d
22	15.10 cd	0.358 d	18.67 a	0.394 b	17.85 a	0.453 c	18.53 a	0.345 cd
44	15.67 cd	0.439 cd	19.41 a	0.580 a	18.03 a	0.629 b	18.20 a	0.406 c
66	17.05 bc	0.523 c	19.03 a	0.596 a	17.95 a	0.704 ab	19.44 a	0.673 b
88	17.77 ab	0.722 b	18.29 a	0.642 a	19.16 a	0.748 a	19.01 a	0.748 ab
110	18.25 ab	0.768 b	17.15 a	0.645 a	18.31 a	0.802 a	18.38 a	0.748 ab
132	19.33 a	0.924 a	17.53 a	0.670 a	18.04 a	0.821 a	18.66 a	0.808 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P < 0.05$ ).

Tabela 3. Teores de fósforo e cálcio (%) de quatro leguminosas forrageiras tropicais, em função da adubação fosfatada. Porto Velho-RO, 1988.

Doses de P (kg/ha)	<i>C. pubescens</i> CIAT-438		<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112		<i>C. acutifolium</i> CIAT-5277		<i>C. brasilianum</i> CIAT-5234	
	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca
0	0.168 e*	0.484 d	0.177 d	0.528 b	0.153 e	0.610 d	0.186 e	0.501 c
22	0.180 de	0.522 cd	0.194 cd	0.692 a	0.171 de	0.683 bc	0.192 e	0.588 bc
44	0.195 cd	0.576 c	0.202 c	0.671 a	0.183 d	0.713 ab	0.210 d	0.637 ab
66	0.212 bc	0.634 bc	0.229 b	0.708 a	0.208 c	0.755 a	0.225 cd	0.661 ab
88	0.223 bc	0.675 ab	0.235 b	0.727 a	0.217 bc	0.740 ab	0.236 bc	0.722 a
110	0.241 ab	0.710 ab	0.252 ab	0.685 a	0.234 ab	0.702 ab	0.249 b	0.685 a
132	0.262 a	0.743 a	0.274 a	0.714 a	0.255 a	0.725 ab	0.274 a	0.605 ab

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ( $P < 0.05$ ) pelo teste de Duncan.

Com relação aos teores de Ca, observaram-se incrementos significativos com a aplicação de até 88, 22, 44 e 44 kg/ha de P para *C. pubescens* CIAT-438, *C. acutifolium* CIAT-5112, CIAT-5277 e *C. brasilianum* CIAT-5234, respectivamente. No Panamá, Ortega y Samudio (1978) verificaram um efeito não definido da adubação fosfatada (0 a 132 kg/ha de P) sobre os teores de Ca de *Pueraria* sp. Contudo o menor teor ( $P < 0.05$ ) foi registrado com a aplicação da dose máxima de P. Ja, Andrew and Robins (1969) com diversas leguminosas forrageiras tropicais e Falade (1973) com *C. pubescens*, não observaram efeitos significativos da adubação fosfatada sobre os teores de Ca. Possivelmente, as variações significativas ocorridas nos teores de Ca no presente trabalho podem ser atribuídas aos efeitos benéficos da adubação fosfatada sobre os rendimentos de forragem e, principalmente, na nodulação. Idêntico comportamento foi verificado por Ogunwale and Olaniyi (1978) e Paulino et al. (1989), ambos com quandul (*Cajanus cajan*).

## Conclusões

Com base nos resultados apresentados conclui-se que: 1) A adubação fosfatada incrementou significativamente o rendimento de MS, número de peso seco de nódulos e teores de P e Ca das leguminosas avaliadas; 2) os teores de PB não foram influenciados pela adubação fosfatada, exceto os de *C. pubescens* CIAT-438, os quais aumentaram significativamente com a aplicação de até 88 kg/ha de P; já, as produções de PB foram significativamente incrementadas com a aplicação de até 132, 88, 66 e 44 kg/ha de P para *C. pubescens* CIAT-438, *C. brasilianum* CIAT-5234 e *C. acutifolium* CIAT-5277 e CIAT-5112, respectivamente; e 3) a aplicação de 132,

88, 66 e 44 kg/ha de P para *C. pubescens* CIAT-438, *C. brasilianum* CIAT-5234 e *C. acutifolium* CIAT-5277 e CIAT-5112, respectivamente, é considerada suficiente para promover a ótima produção destas leguminosas.

## Summary

The effect of several doses of phosphorus (P) (0, 22, 44, 66, 88, 110, and 132 kg/ha) on dry-matter (DM) production, nodulation, and chemical composition of *Centrosema pubescens* CIAT-438, *C. brasilianum* CIAT-5234, and *C. acutifolium* CIAT-5112 and 5277 was evaluated in a greenhouse of the Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE/EMBRAPA), Porto Velho, Brazil. Those accessions were planted in pots containing 2.5 kg of an Oxisol and were harvested 70 days after planting.

Response to P application in DM production of all the accessions was significant ( $P < 0.05$ ), especially that of *C. pubescens* CIAT-438. However, *C. acutifolium* CIAT-5112 and 5277 were the least demanding of P. The number of nodules/plant and their dry weight, as well as P content in plant tissue, were related to the P dose applied. No relationship was observed between crude protein and Ca contents in each accession and the levels of applied P.

## Resumen

En la casa de malla de la Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE/EMBRAPA), se evaluó el efecto de varias dosis de fósforo (P) (0, 22, 44, 66, 88, 110

y 132 kg/ha) en la producción de materia seca (MS), nodulación y composición química de *Centrosema pubescens* CIAT-438, *C. brasilianum* CIAT-5234, *C. acutifolium* CIAT-5121 y 5277. Estas accesiones se sembraron en macetas que contenían 2.5 kg de un Oxisol y se cosecharon 70 días después de la siembra.

Todas las accesiones respondieron significativamente en producción de MS a la aplicación de P, especialmente *C. pubescens* CIAT-438. Por el contrario, *C. acutifolium* CIAT-5112 y 5277 fueron las menos exigentes en P. El número de nódulos/planta y su peso seco, así como el contenido de P en el tejido de la planta se relacionaron con la dosis de P aplicada. Los contenidos de PC y Ca en cada accesión no se relacionaron con los valores de P aplicado.

## Referências

- Andrew, C. S. and Robins, M. F. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes; 2: Nitrogen, calcium, magnesium, potassium, and sodium contents. *Aust. J. Agric. Res.* 20:675-685.
- Bruce, R. R. 1965. Effect of *Centrosema pubescens* Benth. on soil fertility in humid tropics. *Qld. J. Agric. Anim. Sci.* 22:221-226.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1983. Cali, Colombia. p. 205-239.
- . 1985. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1984. Cali, Colombia. p. 153-166.
- . 1986. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1985. Cali, Colombia. p. 216-250.
- Costa, N. de L. 1988. Efeitos da adubação fosfatada sobre o crescimento, nodulação e composição química de três leguminosas forrageiras tropicais. *Agron. Sulriogr.* 24:107-120.
- Falade, J. A. 1973. Effect of phosphorus on the growth and mineral composition of four tropical forage legumes. *J. Sci. Food. Agric.* 24:795-802.
- Fenster, W. G. e León, L. A. 1982. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina tropical. Em: Sánchez, P. A.; Tergas, L. E. e Serrão, E. A. S. (eds.). *Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos*. Editerra, Brasília. p. 127-141.
- Gates, C. T. 1974. Nodule and plant development in *Stylosanthes humilis* H.B.K.; symbiotic response to phosphorus and sulphur. *Aust. J. Bot.* 22:45-55.
- Jones, R. J. 1972. The place of legumes in tropical pastures. Food and Fertilizer Technology Center, Taiwan. *Tech. Bull.* 9. 69 p.
- Kornelius, E. e Stammel, J. G. 1973. Respostas de duas leguminosas tropicais a fósforo e cálcio em um solo ácido do Rio Grande do Sul. *Agron. Sulriogr.* 9:177-190.
- Munns, D. N. and Mosse, B. 1980. Mineral nutrition of legume crops. In: Summerfield, R. J. and Bunting, A. H. (eds.). *Advances in legume science*. Royal Botanic Garden, Kew, London. p. 115-125.
- Ogunwale, J. A. and Olaniyi, J. K. 1978. Response of pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] to phosphorus on a phosphorus-marginal soil in Nigeria. *East Afr. Agric. For. J.* 43(3):274-280.
- Ortega, C. M. y Samudio, C. E. 1978. Efectos de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del kudzu tropical *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. *Ciencia Agrop.* 1:9-17.
- Pate, J. S. and Minchin, F. R. 1980. Comparative studies of carbon and nitrogen nutrition of selected grain legumes. In: Summerfield, R. J. and Bunting, A. H. (eds.). *Advances in legume science*. Royal Botanic Garden, Kew, London. p. 105-114.
- Paulino, V. T.; Costa, N. de L. and Pedreira, C. G. 1989. Liming and phosphate fertilization on forage production, mineral composition and nodulation on pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. In: *International Grassland Congress, 16th, Nice, France. Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, 1989. Montrouge, France.* p. 49-50.
- Saleem, M. A. and Kaufmann, R. V. 1986. Effect of phosphorus application on the productivity and quality of three *Stylosanthes* cultivars. *Trop. Agric.* 63:212-221.
- Tedesco, M. J. 1982. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecidos por digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Fac. Agron.-UFRGS, Porto Alegre. Informativo Interno* no. 1. 23 p.
- Vidor, C.; Kolling, J.; Freire, J. R.; Schollers, D. e Pedroso, M. H. 1983. Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose entre *Rhizobium* e leguminosas. IPAGRO, Porto Alegre. *Boletim técnico* no. 11. 52 p.