

LIMITAÇÕES DE FERTILIDADE EM SOLOS DE TRÊS LOCALIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO PARA O CULTIVO DA *GALACTIA STRIATA* (JACQ.) URB. (1)

(Fertility limitations of some soils from three places of the State of São Paulo for the growth of *Galactia striata* (Jacq.) Urb.)

MARIA TEREZA COLOZZA (2), FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO (3), ANTONIO LUIZ FANCELLI (4) e JOAQUIM CARLOS WERNER (3)

RESUMO: Em casa de vegetação, estudaram-se as deficiências nutricionais que limitam o estabelecimento, produção e fixação de nitrogênio da galáxia, em solos representativos de três regiões do Estado de São Paulo (Brotas, Colina e Pindamonhangaba). Empregou-se a técnica de diagnose por subtração, estudando-se a aplicação de vários nutrientes e calagem. A galáxia não conseguiu se estabelecer nos solos estudados quando a adubação não era executada e a deficiência de fósforo foi a principal limitação para o seu estabelecimento e fixação de nitrogênio. A ausência de calagem no solo de Brotas provocou redução na produção de matéria seca, peso de nódulos, teores de nitrogênio, cálcio, magnésio e quantidade total de nitrogênio da galáxia. A não aplicação de potássio no solo de Brotas proporcionou redução na massa nodular da leguminosa. Os teores de potássio na parte aérea da galáxia cultivada nos três solos, na ausência de aplicação do elemento, foram bastante baixos. A não inclusão de zinco na adubação dos solos estudados, acompanhada da presença de calagem, resultou em deficiência desse micronutriente para a galáxia. A quantidade total de nitrogênio da galáxia cultivada nos solos de Brotas e Colina sofreu significativa redução quando o molibdênio não foi incluído na adubação.

INTRODUÇÃO

Entre as leguminosas já consagradas, a galáxia tem se mostrado promissora pelas suas características, como altas produções anuais de forragem, com altos teores de proteína bruta (MATTOS & WERNER, 1975), indicando apresentar alta capacidade de fixação de nitrogênio, e pela sua capacidade de concentrar boa parte da produção

de forragem no período outono-inverno (NUTI, 1971; MATTOS & WERNER, 1975).

Para que a leguminosa possa exercer a função de fixadora de nitrogênio e manter-se em uma consorciação é necessário que tanto ela como o *Rhizobium* estejam adequadamente nutridos e que a acidez do

(1) Parte do Projeto IZ-500, Acordo IZ/FINEP. Recebido para publicação em outubro de 1986.

(2) Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

(3) Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens. Bolsista do CNPq.

(4) Professor do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. Ex-pesquisador no Instituto de Zootecnia.

solo não seja prejudicial ao desenvolvimento e fixação de nitrogênio da leguminosa.

MIRANDA (1979) estudou os efeitos da calagem, de cálcio e magnésio como nutrientes e dos micronutrientes (aplicados em conjunto) boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco em dois solos cultivados com galáxia. A calagem, na forma de carbonato de cálcio, compreendeu a aplicação de 2,0 t/ha para o solo Areias Quartzosas Distróficas e 1,5 t/ha no Podzólico Vermelho-Amarelo. Observou que para o Podzólico a ausência somente da calagem não resultou em variação significativa da produção de matéria seca, enquanto a omissão conjunta de calagem e cálcio apresentou redução significativa nesta variável. Para o Areias Quartzosas, nos tratamentos em que se omitiu a calagem ou a calagem + cálcio, ocorreu aumento significativo na produção de matéria seca. A calagem proporcionou aumento no teor de cálcio na galáxia cultivada nesse solo. O autor observou também que a omissão dos micronutrientes resultou em significativos decréscimos na produção de matéria seca e nos teores de boro e cobre da galáxia desenvolvida nos dois solos.

Estudando os efeitos da calagem e de micronutrientes (boro, cobre, zinco e molibdênio) em galáxia cultivada num Podzólico Vermelho-Amarelo - variação Laras, em casa de vegetação, MONTEIRO (1980) verifi-

cou que a produção de matéria seca e a quantidade total de nitrogênio no primeiro corte aumentou linear e significativamente com os níveis de calagem (0, 0,83, 1,66 e 2,49 t/ha de calcário dolomítico); no segundo corte, essas mesmas variáveis e a nodulação aumentaram com a elevação das doses de calcário. Na ausência de calcário a produção de matéria seca da leguminosa atingiu cerca de 65% a 70% da alcançada com o nível mais alto de calcário (2,49 t/ha). O emprego do molibdênio proporcionou significativos aumentos no nitrogênio percentual e na quantidade total de nitrogênio da galáxia no primeiro corte e quando foi aplicado nos tratamentos que receberam calcário. Já a aplicação de B + Cu + Zn resultou em efeitos negativos na produção de matéria seca da parte aérea da galáxia, quando em presença do maior nível de calcário.

A aplicação de boro proporcionou sensíveis aumentos na produção de matéria seca, no número e no peso de nódulos da galáxia cultivada num Latossolo Roxo de cerrado (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1976/78).

Devido ao limitado número de trabalhos de adubação com galáxia, realizou-se o presente ensaio com o objetivo de estudar as deficiências nutricionais de três solos do Estado de São Paulo que limitam o adequado crescimento e fixação de nitrogênio da Galactia striata (Jacq.) Urb.)

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados ensaios de vasos, em casa de vegetação, na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, SP, onde se cultivou a Galactia striata (Jacq.) Urb.) em solos coletados em Brotas, Colina e Pindamonhan-

gaba, cuja descrição, classificação e análise granulométrica encontram-se em MONTEIRO et alii (1983a).

Os solos, coletados a uma profundidade de 0 a 30 cm, foram secos, homogenei-

zados e peneirados, sendo uma amostra de cada solo assim preparada analisada quimicamente; os resultados são mostrados no quadro 1.

Os ensaios foram conduzidos em vasos de cerâmica, pintados internamente com tinta impermeabilizante e revestidos com sacos plásticos. As quantidades de solo em cada vaso foram 6,0, 5,2 e 5,0 kg, respectivamente para Brotas, Colina e Pindamonhangaba.

Empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, adotando-se a técnica de diagnóstico por subtração de nutrientes que resultou nos seguintes tratamentos:

1. Testemunha;
2. Completo (P, K, S, B, Cu, Zn, Mo e calagem);
3. Completo menos fósforo;
4. Completo menos potássio;
5. Completo menos calagem;
6. Completo menos enxofre;
7. Completo menos boro, cobre e zinco;
8. Completo menos molibdênio.

A calagem correspondeu à aplicação de 1,2, 0,6 e 2,3 t/ha, respectivamente para os solos de Brotas, Colina e Pindamonhangaba, e foi efetuada usando-se os reagentes puros de CaO e MgO, correspondendo a calcário contendo 23,3% de CaO e 15% de MgO.

Após a incorporação dos corretivos, os solos de Brotas, Colina e Pindamonhangaba receberam água deionizada até atingir a capacidade de campo e permaneceram in-

cumbados durante 41, 45 e 29 dias, respectivamente.

Os demais nutrientes foram aplicados nos respectivos tratamentos logo após a semeadura, na forma de solução diluída dos reagentes analíticos KH_2PO_4 , $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (tratamento 4), KCl (tratamento 3), $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. As doses de P, K, S, B, Cu, Zn e Mn utilizadas corresponderam a 70, 88, 30, 0,5, 2, 2 e 0,5 kg/ha, respectivamente.

A semeadura foi realizada diretamente nos vasos, deixando-se, após desbastes periódicos, cinco plantas por vaso; esses vasos foram irrigados diariamente com água deionizada. O plantio realizou-se em 13 de setembro, 22 de setembro e 15 de março de 1978, sendo as datas de colheita 10 de novembro, 20 de novembro e 22 de junho de 1978, respectivamente para os solos de Brotas, Colina e Pindamonhangaba.

O corte da leguminosa foi realizado rente ao solo. As raízes foram lavadas e os nódulos destacados das mesmas. Todo o material sofreu secagem a 65°C , em estufa de circulação forçada de ar e, a seguir, foi pesado separadamente. A parte aérea foi moída e encaminhada ao laboratório para determinação de nitrogênio (método semimicro Kjeldahl), fósforo (método colorimétrico com vanado-molibdato de amônio), cálcio, magnésio, potássio, cobre, ferro, zinco e manganês (por espectrofotometria de absorção atômica).

Logo após o corte da leguminosa retiraram-se amostras de terra dos vasos nos diversos tratamentos, para análises químicas. Para efeito de análise estatística, os dados originais de peso de nódulos secos foram transformados em raiz quadrada.

Quadro 1. Resultados da análise química em amostras da camada arável do solo coletadas logo após o preparo inicial dos solos procedentes dos três locais estudados

Grande grupo ^a	MO	pH (H ₂ O)	Cátions trocáveis				P
			Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	
	%		-----meq/100cm ³ -----				-----µg/cm ³ -----
Brotas	1,6	4,8	0,8	0,2	0,1	15	2
Colina	2,7	5,2	0,4	1,0	0,4	36	1
Pindamonhangaba	2,9	4,7	1,2	0,1	0,1	21	2

^a AQ = Areias Quartzosas; LEa = Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa; LVt = Latossolo Vermelho-Amarelo fase terraço.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados dos quadros 2 e 3 observa-se que a ausência de adubação com fósforo nos solos das três localidades estudadas resultou em redução significativa da produção de matéria seca, peso de nódulos secos e quantidade total de nitrogênio da galáxia.

Redução na produção de matéria seca na ausência de fósforo também foi encontrada por MIRANDA (1979), quando cultivou essa leguminosa num solo Areias Quartzosas Distróficas semelhante ao usado no presente ensaio.

Os tratamentos que não receberam adubação fosfatada (1 e 3) apresentaram teores de nitrogênio mais altos quando comparados com o tratamento completo (2). Isso ocorreu, possivelmente, devido a um efeito de concentração desse nutriente nas plantas nesses tratamentos, devido ao seu menor crescimento em relação aos demais tratamentos.

Diversos trabalhos de pesquisa têm mostrado a importância da adubação fosfatada para o estabelecimento, crescimento e fixação de nitrogênio de várias leguminosas tropicais, tendo em vista que a grande maioria das áreas cultivadas no Estado de São Paulo apresenta teores baixos de fósforo (CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1960).

Para os solos da região de Colina (LEa) e Pindamonhangaba (LVt), a ausência de calagem (tratamento 5) não proporcionou variação estatisticamente significativa na produção de matéria seca e nodulação da galáxia (quadro 2). Entretanto, pode-se observar no quadro 2 que, na ausência de

Quadro 2. Produção de matéria seca (MS) da parte aérea e peso de nódulos secos (ambos a 65⁰C) da galáxia cultivada em solos de três localidades do Estado de São Paulo; médias de quatro repetições

Tratamentos	Brotas		Colina		Pindamonhangaba	
	MS (g/vaso)	Pesos de nódulos secos (mg/vaso)	MS (g/vaso)	Pesos de nódulos secos (mg/vaso)	MS (g/vaso)	Pesos de nódulos secos (mg/vaso)
1. Testemunha	1,34d	0d	1,38d	3b	0,40b	0d
2. Completo	6,88a	268a	6,88abc	294a	3,05a	41ab
3. Completo - P	2,67c	5cd	1,56d	1b	0,48b	0cd
4. Completo - K	5,99ab	178b	7,22ab	298a	3,13a	74a
5. Completo - Ca1	5,33b	18c	6,32bc	275a	2,26a	18bc
6. Completo - S	6,86a	269a	7,49a	267a	3,08a	52ab
7. Completo - (B, Cu, Zn)	6,43ab	240ab	6,98abc	274a	3,22a	52ab
8. Completo - Mo	6,20ab	220ab	6,03c	317a	2,63a	31ab
CV (%)	10,0	9,9	7,6	5,2	22,3	31,6

Valores assinalados com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 3. Porcentagem de nitrogênio na matéria seca (a 65^oC) e quantidade total de nitrogênio na parte aérea da galáxia cultivada em três localidades do Estado de São Paulo; médias de quatro repetições

Tratamentos	Brotas		Colina		Pindamonhangaba	
	N (%)	N total (mg/vaso)	N (%)	N total (mg/vaso)	N (%)	N total (mg/vaso)
1. Testmunha	3,79a	50e	2,65a	36c	3,81a	15b
2. Completo	1,96c	135a	2,19ab	150a	1,75b	50a
3. Completo - P	3,21b	84cd	2,58a	40c	3,36a	16b
4. Completo - K	1,94c	116ab	2,24ab	162a	1,68b	52a
5. Completo - Ca1	1,32d	70de	2,39a	150a	2,04b	45a
6. Completo - S	1,96c	135a	2,24ab	168a	1,62b	50a
7. Completo - (B, Cu, Zn)	1,92c	124ab	2,36a	165a	1,74b	56a
8. Completo - Mo	1,66cd	103bc	1,77b	107b	1,99b	51a
CV (%)	10,2	12,0	8,7	9,3	10,2	14,0

Valores assinalados com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

calagem e no solo de Pindamonhangaba, a produção de matéria seca e o peso de nódulos secos dessa leguminosa sofreram reduções da ordem de 26% e 32%, respectivamente. MIRANDA (1979) não encontrou resposta significativa para a produção de matéria seca da galáxia quando adicionou calagem a um solo Podzólico. Já MONTEIRO (1980), trabalhando com um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, obteve aumento significativo na produção de matéria seca com os níveis de calagem estudados.

Para o solo da região de Brotas, com pH original (em H₂O) 4,8 e alumínio trocável 0,8 e.mg/100 cm³, a ausência de calagem (tratamento 5, quadro 2) determinou redução significativa, da ordem de 22%, 93%, 33% e 48%, respectivamente para a produção de matéria seca, peso de nódulos,

teor de nitrogênio e quantidade total de nitrogênio da galáxia, quando comparado ao tratamento completo (2), que recebeu 1,2 t/ha de calcário. Essa calagem elevou o pH para 5,1 e reduziu o alumínio trocável a 0,3 e.mg/100 cm³.

Além das reduções verificadas na produção de matéria seca da leguminosa cultivada no tratamento menos calagem, os teores de cálcio e magnésio nas plantas desenvolvidas nesse tratamento, nos solos de Brotas e Pindamonhangaba, foram significativamente inferiores àqueles encontradas nas plantas do tratamento completo (quadro 4). Ressalta-se ainda que os teores de cálcio encontrados nos tecidos da galáxia cultivada nesse dois solos estão extremamente baixos (0,48% e 0,71%, res-

Quadro 4. Teores de cálcio, magnésio, potássio, manganês e zinco na matéria seca a 65°C da parte aérea da galáxia; médias de quatro repetições

Tratamentos	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Brotas					
2. Completo	0,96a	0,39ab	1,41a	152b	23c
4. Completo - K	1,28a	0,54b	0,62b	154b	24bc
5. Completo - calagem	0,48b	0,19c	1,30a	750a	32a
7. Completo - (B, Cu, Zn)	1,15a	0,38ab	1,39a	154b	14d
Colina					
2. Completo	1,34b	0,17b	1,39a	107b	19ab
4. Completo - K	1,48ab	0,22a	1,06b	113b	20ab
5. Completo - calagem	1,31b	0,16b	1,52a	149a	23a
7. Completo - (B, Cu, Zn)	1,40ab	0,19b	1,48a	120ab	16b
Pindamonhangaba					
2. Completo	1,42a	0,28ab	1,24ab	118b	15b
4. Completo - K	1,52a	0,34a	0,85c	104b	13b
5. Completo - calagem	0,71b	0,17c	1,40a	192a	24a
7. Completo - (B, Cu, Zn)	1,48a	0,29a	1,24ab	118b	12b

Valores assinalados com letras iguais na mesma coluna, para cada localidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

pectivamente). Também MIRANDA (1979), cultivando a galáxia no solo Areias Quartzosas Distróficas, considerou o teor de cálcio, da ordem de 0,52%, como deficiente para o normal crescimento dessa leguminosa.

Além de influir nos teores de cálcio e magnésio da galáxia, a calagem também provocou decréscimo na concentração do manganês (quadro 4). Nota-se que no tratamento menos calagem os teores de manganês nos tecidos da leguminosa cultivada no solo de Brotas (AQ) chegaram a 750 ppm, sem, contudo, provocar nenhum sintoma visual de toxidez de manganês nas plantas. MIRANDA (1979) obteve valores entre 600 e 700 ppm na parte aérea da leguminosa, quando omitiu a calagem ou a calagem mais cálcio. Já MONTEIRO (1980) obteve na ausência de calagem 575 ppm de manganês por ocasião do primeiro corte da galáxia desenvolvida num solo Podzólico Vermelho-Amarelo. O autor relata a não ocorrência de sintomas visuais de toxidez de manganês, mas observou correlação negativa e significativa entre os teores desse micronutriente e a produção de matéria seca da parte aérea. O excesso de manganês aliado à possível deficiência de cálcio talvez seja um dos fatores que esteja limitando o normal estabelecimento da galáxia no solo da região de Brotas.

A aplicação de potássio não resultou em variações estatisticamente significativas na produção de matéria seca, nodulação e fixação de nitrogênio da galáxia cultivada nos três solos estudados (quadros 2 e 3), exceto quanto à massa nodular da leguminosa cultivada no solo de Brotas, que sofreu redução significativa e da ordem de 18%, quando não se incluiu o potássio na adubação completa (tratamento 4). Entretanto, antes do início do experimento, os

teores de potássio trocável nos solos estudados eram extremamente baixos e mostravam valores de 15, 21 e 30 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, respectivamente para Brotas, Pindamonhangaba e Colina. Simultaneamente, foram observados teores muito baixos de potássio no tecido da galáxia, quando ela foi cultivada em qualquer desses solos e na ausência de adubação potássica (quadro 4).

MONTEIRO et alii (1980) demonstraram que a adubação potássica executada em áreas de capim mais leguminosa (entre elas a galáxia) contribui para manter e aumentar a proporção de leguminosas nas consorciações. Nesse sentido, cabe ressaltar que cuidados especiais devem ser tomados no cultivo da leguminosa a campo, nos mencionados solos, e especialmente quando estiver em consorciação com alguma gramínea.

Os dados dos quadros 2 e 3 mostram que no tratamento menos enxofre (6) a produção de matéria seca, o peso de nódulos secos, o nitrogênio percentual e a quantidade de nitrogênio total da galáxia cultivada nos três solos não foram estatisticamente diferentes daqueles observados no tratamento completo (2). Isso evidencia que ela conseguiu se suprir com esse elemento para o seu desenvolvimento inicial, nos solos estudados.

A subtração conjunta dos micronutrientes boro, cobre e zinco (tratamento 7) não causou variações significativas nas variáveis estudadas em comparação ao tratamento completo.

Quando não se aplicou zinco ao solo de cerrado de Brotas (tratamento 7), a galáxia exibiu na parte aérea teores significativamente inferiores aos constatados no tratamento completo (quadro 4). No solo de Pindamonhangaba, embora não se verifi-

cassem diferenças significativas nos teores de zinco nas plantas desenvolvidas nos dois tratamentos, esse micronutriente se apresentava com teores bem baixos. Cabe ressaltar, igualmente, que a calagem realizada nesses solos proporcionou significativas diminuições no teor de zinco nas plantas. MIRANDA (1979) sugeriu que 29 ppm de zinco na parte aérea da galáxia seriam o limite para deficiência desse elemento nessa leguminosa. Assim, a não inclusão de zinco na adubação desses solos, em simultânea presença de calagem (tratamento 7), resultou em teores deficientes do micronutriente (12 a 14 ppm) para o normal desenvolvimento da leguminosa.

A não aplicação do molibdênio (tratamento 8) nos solos de Brotas e Colina

resultou em redução significativa na quantidade total de nitrogênio na leguminosa. A importância do molibdênio no processo de fixação de nitrogênio pelas leguminosas foi ressaltado por ANDREW (1962). Efeitos benéficos do molibdênio na quantidade total de nitrogênio da galáxia também foram obtidos por MONTEIRO (1980), quando a cultivou num solo Podzólico Vermelho-Amarelo. Resultados expressivos da aplicação do molibdênio na fixação de nitrogênio de várias leguminosas de clima tropical têm sido obtidos por diversos autores, como WERNER & MATTOS (1974), WERNER & MATTOS (1975), MONTEIRO et alii (1983a), MONTEIRO et alii (1983b) e COLOZZA et alii (1986).

CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitem as seguintes conclusões:

1. A ausência de adubação com fósforo foi a maior limitação para o normal estabelecimento, produção de matéria seca e fixação de nitrogênio da galáxia, nos solos estudados.

2. A ausência de calagem no solo de Brotas provocou redução significativa na produção de matéria seca, peso de nódulos, teor de nitrogênio e quantidade total de nitrogênio da galáxia. Além disso, os teores de cálcio e magnésio nessa leguminosa cultivada em ausência da calagem, nos solos de Brotas e Pindamonhangaba, foram significativamente menores do que na presença de calagem. Esta, proporcionou redu-

ção nos teores de manganês na galáxia cultivada nos três solos.

3. O tratamento que não recebeu adubação potássica apresentou redução significativa na massa nodular da leguminosa crescida no solo de Brotas. O teor de potássio foi muito baixo no tecido quando cultivada sem adubação potássica, nos três solos.

4. A não aplicação de zinco, acompanhada da presença de calagem, resultou em teores deficientes do micronutriente para a galáxia.

5. A não inclusão de molibdênio na adubação dos solos de Brotas e Colina provocou redução significativa na quantidade total de nitrogênio da leguminosa.

SUMMARY: Greenhouse experiments were carried out at the Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, State of São Paulo, Brazil, to identify the main nutritional deficiencies of three soils for the establishment, yield and nitrogen fixation by galaxia (*Galactia striata* (Jacq.) Urb.). The effects of lime, P, K, S, Mo and (B + Cu + Zn) were studied in a omission type of treatments arranged in a randomized complete block design with four replications. The results showed that the legume was not established when no-fertilizer was applied. Phosphorus was the most limiting nutrient for the legume in the three soils. No-lime treatment in the Quartzous Sand soil decreased yield, nodule weight, N, Ca, and Mg percentages in the plant tissue, and N content in galaxia. Potassium omission to the Quartzous Sand soil reduced nodule weight of the legume, and that omission decreased the K percentage in the plants grown in all soils. Low Zn concentration was observed in galaxia when the micronutrient was not applied to the three soils. Nitrogen content in galaxia was decreased by the Mo omission to the Quartzous Sand and Dark-Red Latosol soils.

AGRADECIMENTOS

Às Estações Experimentais de Zootecnia de Colina e Pindamonhangaba e ao Posto de Avicultura de Brotas, pelo fornecimento de solo para realização do ensaio; à zootecnista Suely A. A. Lima Savastano e ao pessoal de apoio da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, pela colaboração na condução dos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREW, C. S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: AUSTRALIA. A Committee of the Division of Tropical Pastures. A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures: a symposium. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1962. p. 130-46. (Bulletin, 46).
- CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. 634 p. (CNPA. Boletim, 12).
- COLOZZA, M. T.; MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. & FANCELLI, A. L. Limitações nutricionais em solos de cinco localidades paulistas para o cultivo de centrosema. R. bras. Ci. Solo, Campinas, SP, 10:151-6, maio/ago. 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Relatório técnico anual: 1976/78. Brasília, 1979. 120 p.
- MAITOS, H. B. & WERNER, J. C. Competição entre cinco leguminosas de clima tropical. B. Indústr. anim., São Paulo, 32(2):293-305, jul./dez. 1975.

- MIRANDA, T. M. Contribuição ao estudo da nutrição mineral e da adubação do siratro (*Macroptilium atropurpureum*, DC cv. siratro), Galactia (*Galactia striata*, (Jacq.) Urb.) e soja perene comum (*Glycine wightii*) em dois solos do Estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1979. 132 p.
- MONTEIRO, F. A. Efeitos da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em quatro leguminosas tropicais. Tese de mestrado. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1980. 146 p.
- MONTEIRO, F. A.; LIMA, S. A. A.; WERNER, J. C. & MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. B. Indústr. anim., Nova Odessa, SP, 37(1):127-48, jan./jun. 1980.
- _____; COLOZZA, M. T.; WERNER, J. C. & OLIVEIRA, J. B. Limitações de fertilidade em solos de seis localidades paulistas para o cultivo da soja-perene. Zootecnia, Nova Odessa, SP, 21(3):181-212, jul./set. 1983a.
- _____; WERNER, J. C.; FANCELLI, A. L. & SANTOS, M. A. Efeitos da aplicação de quatro micronutrientes em centrosema cultivada em solos de Andradina e São José do Rio Preto. Zootecnia, Nova Odessa, SP, 21(3):227-49, jul./set. 1983b.
- NUTI, P. Nodulação de leguminosas nos trópicos. Zootecnia, São Paulo, 9(4): 21-40, out./dez. 1971.
- WERNER, J. C. & MATTOS, H. B. Ensaio de fertilização com alguns micronutrientes em soja perene, *Glycine wightii*, Willd. B. Indústr. anim., São Paulo, 31(2):313-24, jul./dez. 1974.
- _____ & _____. Ensaio de fertilização com quatro micronutrientes em *Centrosema pubescens*, Benth. B. Indústr. anim., São Paulo, 32(1):123-35, jan./jun. 1975.