

PELETIZAÇÃO COM INOCULANTE, MOLIBDÊNIO E HIPERFOSFATO COMBINADOS COM ADUBAÇÃO FOSFATADA, NO ESTABELECIMENTO DA CENTROSEMA EM SOLO DE CERRADO (1)

(Pelletization with inoculant, molybdenum and Morocco rock phosphate, combined with phosphatic fertilization in the soil upon the establishment of centrosema in a Cerrado soil)

MARIA TEREZA COLOZZA (2) e JOAQUIM CARLOS WERNER (3)

RESUMO

Em casa de vegetação estudaram-se, no período de setembro de 1979 a janeiro de 1980, num ensaio fatorial 2^4 , os efeitos da inoculação e da aplicação de molibdênio e hiperfosfato na peletização de sementes de *Centrosema pubescens* Benth. e o emprego de dois níveis de adubação fosfatada no solo. O solo utilizado é uma Areia Quartzosa (63% de areia grossa, 25% de areia fina e 12% de argila) coletada no município de Brotas (SP). A fonte de fósforo aplicada no solo foi o superfosfato simples nas dosagens de 20 e 100kg/ha de P_2O_5 . No revestimento das sementes, utilizaram-se o molibdato de sódio, o hiperfosfato e a inoculação com a estirpe SMS 163, específica para a centrosema. Expressivos aumentos na produção de matéria seca, na nodulação, porcentagem de nitrogênio e no nitrogênio total da leguminosa foram obtidos quando as sementes foram inoculadas. A adição de molibdênio no pélete proporcionou aumentos significativos na nodulação, no teor de nitrogênio e na quantidade de nitrogênio total da centrosema, apresentando interação positiva e significativa com a inoculação para porcentagem de nitrogênio e nitrogênio total da planta. A aplicação da dose maior de superfosfato simples no solo resultou em aumentos significativos para nodulação, ao tempo do segundo corte, e para a porcentagem de nitrogênio e nitrogênio total da parte aérea da centrosema no primeiro corte. Observaram-se efeitos significativos da interação fósforo x inoculante para a produção de matéria seca, teor de nitrogênio, nitrogênio total e nodulação da centrosema, no primeiro corte. O desdobramento dessa interação revelou ser o efeito da inoculação muito mais acentuado na presença do nível maior de superfosfato simples aplicado no solo.

INTRODUÇÃO

Devido aos preços crescentes dos adubos nitrogenados, torna-se cada vez mais importante o uso de leguminosas forrageiras em nossas pastagens. De nada vale, porém, o esforço nesse sentido, se ao mesmo tempo não forem introduzidas estirpes de *Rhizobium* apropriadas a cada espécie que não nodule bem com as estirpes nativas.

(1) Projeto IZ-562.

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

(3) Da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

Além disso, é essencial o fornecimento dos minerais necessários à correta nutrição do conjunto leguminosa-*Rhizobium* nos solos deficientes.

Nas condições do Estado de São Paulo, o cerrado ocupa uma área bastante significativa (em torno de 15%), e os seus solos se caracterizam por uma generalizada pobreza de nutrientes. Entretanto, com as devidas correções, proporcionam produções bastante satisfatórias das plantas neles cultivadas.

O fósforo tem sido o elemento mais limitante no estabelecimento e desenvolvimento das leguminosas, conforme verificado, entre outros, por JONES & FREITAS⁹, SOUTO & DÖBEREINER²³ e WERNER & MATTOS²⁵. Esse elemento atua no desenvolvimento das raízes e da parte aérea da planta com conseqüentes aumentos na produção de matéria seca, nodulação e nitrogênio total (FREIRE & VIDOR⁷, LOVADINI & MIYASAKA¹², SOUTO & DÖBEREINER²⁴ e WERNER & MATTOS²⁵). De acordo com ANDREW & ROBINS², a concentração de nitrogênio nos tecidos das leguminosas de clima tropical aumenta com a suplementação equilibrada de fósforo, mesmo depois que o máximo crescimento for alcançado. Isso implica num envolvimento direto do fósforo na nodulação e fixação de nitrogênio pelas leguminosas. GATES⁸ mostrou que o desenvolvimento dos nódulos e a fixação simbiótica de nitrogênio começam mais cedo à medida que se aumenta o fornecimento de fósforo.

Utilizando um Latosol Vermelho-Amarelo para testar a resposta de quatro leguminosas de clima tropical a fósforo, cálcio e potássio, JONES & FREITAS⁹ verificaram que centrosema, soja-perene e estilozante só atingiram o máximo de produção com a aplicação de 400kg/ha de fósforo.

Trabalhando com centrosema, WERNER & MATTOS²⁵ utilizaram um Latosol Vermelho-Escuro orto para verificar os efeitos da aplicação de diversos nutrientes, e observaram que o elemento mais limitante para a produção de matéria seca, nitrogênio total, número e peso de nódulos, foi o fósforo.

SOUTO & DÖBEREINER²⁴, trabalhando com as variedades *tinaroo* e SP. 1 de soja-perene (*Glycine wightii* Wild.) em solo

com toxicidade de manganês, verificaram haver efeito altamente significativo da adubação fosfatada, aplicada no solo sobre o desenvolvimento dos nódulos e sobre a fixação de nitrogênio, tanto na presença quanto na ausência de fosforita de Olinda aplicada como pélete. O fósforo aplicado apenas como revestimento das sementes com fosforita não atendeu às necessidades das leguminosas para crescimento e fixação normal de nitrogênio.

A peletização de sementes de leguminosas forrageiras, por ocasião do plantio, é um dos métodos que vêm sendo testados na formação de pastagens consorciadas, mostrando resultados satisfatórios.

Segundo NORRIS¹⁷, a peletização de sementes de leguminosas de clima tropical tem sido recomendada apenas com o objetivo de preservação da bactéria do inoculante, para que esta sobreviva à espera da germinação das sementes e aparecimento das radículas de leguminosas que irão infectar. Entretanto, trabalhos desenvolvidos por FRANCO et alii⁶, LOWTHER & McDONALD¹³ e MORALES et alii¹⁶, têm mostrado efeitos benéficos da peletização para o estabelecimento de leguminosas devido ao efeito do próprio material usado como revestimento.

MONTEIRO et alii^{*}, testando diversas fontes de fósforo usadas como pélete no revestimento das sementes de soja-perene variedade *tinaroo*, encontraram efeitos significativos dessas fontes quando comparadas com a testemunha (sem fósforo no pélete ou no solo); entretanto, a aplicação das fontes de fósforo no solo foram muito mais eficientes que no pélete.

SCHIEL et alii²², testando diversos materiais para revestimento de sementes e proteção do inoculante, verificaram que não houve diferenças entre os diversos revestimentos, um dos quais foi o hiperfosfato. Os tratamentos que receberam revestimento sem inoculante foram estatisticamente inferiores quanto à produção de matéria seca e porcentagem de nitrogênio de duas leguminosas de clima temperado, quando comparados com os inoculados.

Outro fator de suma importância para o normal estabelecimento de leguminosas

* MONTEIRO, F. A.; MATTOS, H. B.; CARRIEL, J. M. - Comunicação pessoal, 1980.

forageiras é o fornecimento dos micronutrientes deficientes no solo para uma normal nodulação e fixação de nitrogênio pelas leguminosas.

Experimentos realizados por FRANÇA & CARVALHO⁵, JONES et alii¹⁰, McCLUNG & FREITAS¹⁴ e WERNER & MATTOS²⁵, mostraram respostas de várias leguminosas à aplicação de micronutrientes no solo. ANDREW¹ afirma que o molibdênio é da maior importância para o funcionamento do sistema simbiótico fixador de nitrogênio. Segundo o A., as quantidades exigidas no processo de fixação do nitrogênio atmosférico são bem superiores às aquelas exigidas para o próprio crescimento da planta hospedeira.

KERRIDGE et alii¹¹, estudando o efeito do molibdênio na nodulação e produção de matéria seca de *Glycine wightii*, *Desmodium intortum*, *Lotononis bainesii* e *Macroptilium atropurpureum*, observaram que o molibdênio foi altamente eficiente, quer quando aplicado no pélete, quer no solo, sob a forma de trióxido.

MONTEIRO et alii¹⁵ também constataram que o uso do molibdênio na forma de pélete teve efeito altamente benéfico na produção de matéria seca e na porcentagem de nitrogênio total do siratro, quando utilizaram um solo de cerrado.

Em experimento executado em casa de vegetação, RUSCHEL et alii²¹ estudaram o efeito de alguns micronutrientes aplicados como revestimento das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e verificaram que o molibdênio, quando aplicados nos diferentes revestimentos, teve efeito significativo no aumento da porcentagem de nitrogênio das plantas. Todavia, o desenvolvimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) não foi influenciado pela aplicação de molibdênio no pélete, no trabalho realizado por RUSCHEL & EIRA²⁰.

BASURCO & OLIVERO³ não encon-

traram diferenças quanto à produção de matéria seca quando usaram inoculante mais molibdato de sódio no pélete, em ensaio com alfafa, encontrando, porém, efeito positivo e significativo desses fatores quanto à quantidade de nitrogênio fixada.

Pelo fato de a maioria das leguminosas tropicais serem promíscuas, não haveria necessidade de inoculação, principalmente quando não há inoculante adequado. Entretanto, em certas espécies a inoculação com *Rhizobium* específico seria recomendada.

DÖBEREINER⁴ destaca que com a *Centrosema pubescens* uma simbiose altamente eficaz somente foi observada com estirpes homólogas, isto é, isoladas da mesma espécie ou variedade.

Trabalhando com vários tipos de solo do Havaí e usando estirpes de *Rhizobium* específicas para centrosema, siratro, desmódio silverleaf e alfafa, ROTAR et alii¹⁹ obtiveram aumentos da produção de matéria seca, da nodulação e do conteúdo de nitrogênio, sempre que as leguminosas foram inoculadas.

FRANCO et alii⁶, testando a inoculação com estirpes que produzem nódulos pretos em centrosema e a influência do revestimento com calcário e com fosfato natural, concluíram que aquela sem revestimento foi completamente inútil, não havendo formação de nódulos provenientes do inoculante. O revestimento com fosfato natural não favoreceu a nodulação; entretanto, aquele com carbonato de cálcio, dependendo da estirpe de *Rhizobium*, apresentou 27% a 86% de nódulos pretos.

O presente trabalho teve por finalidade avaliar os efeitos resultantes da aplicação de molibdênio, hiperfosfato e inoculante na forma de pélete em *Centrosema pubescens* Benth. cultivada num solo de cerrado submetido ao tratamento com dois níveis de fósforo (20 e 100kg/ha de P₂O₅) incorporados ao solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio, cujo início se deu em setembro de 1979, foi realizado em vasos, em casa de vegetação, na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa (SP).

O solo usado, classificado como Areia

Quartzosa, foi coletado em região de cerrado do município de Brotas (SP).

Amostras de terra retiradas por ocasião da coleta do solo mostraram as seguintes composições químicas, determinadas pela Seção de Fertilidade do Solo do Insti-

tuto Agrônômico de Campinas: pH = 4,6; M.O. (%) = 1,8; Ca^{2+} = 0,6; Mg^{2+} = 0,1; Al^{3+} = 0,8 (em e.mg/100ml de T.F.S.A.) e K^+ = 32 e P = 8 (μ g/ml de T.F.S.A.). Esse solo, na análise granulométrica, apresentou 63% de areia grossa, 25% de areia fina e 12% de argila.

O enchimento dos vasos foi efetuado a 4-9-79, ocasião em que foi feita calagem para neutralização do alumínio livre do solo ($Al^{3+} \times 1,5$), correspondendo a 1,2t/ha de calcário, empregando-se CaO e MgO na proporção de 1,5:1,0. Os óxidos citados foram perfeitamente homogeneizados com o solo contido nos vasos, após o que a terra foi molhada até a sua capacidade de campo e posto a incubar por um período de 44 dias. Os vasos tinham capacidade para 3.800kg de solo.

Estudaram-se os fatores inoculação, molibdênio e hiperfosfato aplicados como peletização das sementes de *Centrosema pubescens* Benth., combinados com dois níveis de fósforo (20 e 100kg/ha de P_2O_5 aplicados no solo, sob a forma de superfosfato simples. Os quatro fatores foram arranjados num esquema fatorial 2^4 , perfazendo dezesseis tratamentos, que foram dispostos em blocos ao acaso com seis repetições. Esses tratamentos, onde P_{20} = 20kg/ha de P_2O_5 , P_{100} = 100kg/ha de P_2O_5 , I = inoculante no pélete, Mo = molibdato de sódio no pélete e H = hiperfosfato no pélete foram os seguintes:

01 - P_{20}	09 - P_{100}
02 - P_{20} + I	10 - P_{100} + I
03 - P_{20} + Mo	11 - P_{100} + Mo
04 - P_{20} + H	12 - P_{100} + H
05 - P_{20} + I + Mo	13 - P_{100} + I + Mo
06 - P_{20} + I + H	14 - P_{100} + I + H
07 - P_{20} + Mo + H	15 - P_{100} + Mo + H
08 - P_{20} + I + Mo + H	16 - P_{100} + I + Mo + H

Todos os tratamentos receberam, além da calagem prévia, uma adubação básica com potássio, enxofre, cobre e zinco na forma de solução. O potássio e o enxofre foram aplicados como K_2SO_4 (60kg/ha de K_2O e 24kg/ha de S), sendo essa dosagem feita em duas aplicações, uma por ocasião do plantio, quando cada vaso recebeu 0,136g, e outra, vinte dias após o plantio, na quantidade de 0,068g por vaso. Para cobre e zinco, as doses, aplicadas no dia do

plantio, foram: 11,875mg por vaso de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (2,0kg/ha de cobre) e 13,422mg por vaso de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (2,0kg/ha de zinco).

A fonte de fósforo aplicada no solo foi o superfosfato simples nas quantidades de 20 e 100kg/ha de P_2O_5 . O superfosfato simples foi misturado na camada superficial do vaso por ocasião do plantio.

O revestimento foi feito, envolvendo-se as sementes em uma solução colante feita com 1g de adesivo Agroceres e 25ml de água. As sementes assim envolvidas com adesivo foram colocadas em placas de Petri contendo os materiais que iriam constituir o revestimento, de acordo com os tratamentos citados anteriormente.

As quantidades de molibdênio, inoculante e hiperfosfato usados no revestimento das sementes foram: para molibdênio, 1g de $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ para cada 100g de sementes; para a inoculação das sementes, empregou-se a estirpe SMS-163, fornecida pela Seção de Microbiologia do Solo do Instituto Agrônômico de Campinas, onde se empregou 1g de turfa inoculada para 16g de sementes. Quanto ao hiperfosfato, este foi utilizado na quantidade de 7,5g do adubo para cada 16g de sementes.

Uma vez aderidos, os adubos e/ou inoculantes às sementes, estas foram deixadas secar a sombra, procedendo-se à semeadura no período da tarde do mesmo dia. As sementes usadas nos vasos dos tratamentos que não recebiam peletização com hiperfosfato, molibdênio, inoculante ou suas combinações (tratamentos com apenas 20kg ou 100kg de P_2O_5 por hectare no solo) foram também envolvidas na solução colante usada nos outros tratamentos.

O plantio da leguminosa foi feito a 18-10-79, sendo semeadas trinta sementes peletizadas por vaso, ocasião em que nova amostragem de solo foi efetuada. Após a germinação, foram realizados vários desbastes até deixar quatro plantas por vaso. No transcorrer do ensaio, os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada, para manter o solo próximo ou na capacidade de campo.

A leguminosa foi cortada em 10-12-79 (54 dias após o plantio). Das seis repetições, por ocasião desse primeiro corte, três

foram usadas para avaliar os nódulos e peso das raízes, deixando-se as outras três rebrotar para um segundo corte, realizado em 28-01-80 (50 dias de crescimento após o primeiro corte).

Após o corte da leguminosa, as raízes foram lavadas com água corrente, sendo então destacados os nódulos. Procedeu-se também, após o corte, à nova amostragem de solo.

O material coletado de ambos os cor-

tes (parte aérea, raízes e nódulos), após secagem a 65°C, em estufa, foi pesado. Tanto a parte aérea como as raízes foram moídas e encaminhadas ao laboratório para posterior dosagem dos teores de nitrogênio e fósforo.

Os resultados obtidos para os diversos parâmetros estudados (produção de matéria seca, peso de nódulos, teor de nitrogênio e fósforo e nitrogênio total) foram submetidos à análise de variância, de acordo com PIMENTEL GOMES¹⁸.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 são apresentadas as significâncias obtidas na análise de variância dos resultados dos diversos parâmetros estudados para o primeiro corte. Para o segundo, só foram significativos os valores de F para inoculação (em todos os parâmetros estudados) e para a interação adubação fosfatada x inoculação, a significância se deu unicamente no teor de nitrogênio da raiz.

Os dados de produção de matéria seca, nodulação, nitrogênio total e teores de nitrogênio e fósforo, tratamento por tratamento, são apresentados nos quadros 2 e 3, respectivamente para o primeiro e segundo cortes.

Nos quadros 4, 5 e 6 são apresentados os efeitos principais dos fatores estudados (inoculação, molibdênio e hiperfosfato aplicados na forma de pélete e níveis de superfosfato simples aplicados no solo), para os diversos parâmetros estudados na centrosema.

Efeito da inoculação

Observando-se os quadros 1, 4, 5 e 6, verifica-se que a inoculação foi, dos fatores estudados, o que provocou efeito mais marcante sobre os diversos parâmetros medidos. Destaca-se o expressivo efeito desse fator sobre a nodulação (408 e 100%, respectivamente ao tempo do primeiro e segundo cortes), que, por sua vez, se refletiu em aumentos altamente significativos nos teores de nitrogênio, nitrogênio total e produção de matéria seca da centrosema.

Esses resultados confirmam trabalhos de ROTA et alii¹⁹, que obtiveram aumentos para produção de matéria seca, nodulação e conteúdo de nitrogênio, sempre que as le-

guminosas (centrosema, siratro, "silverleaf" e alfafa) eram inoculadas com estirpes de *Rhizobium* específicas para cada espécie. Confirmam, também, trabalhos de DÖBE-REINER⁴, que destaca o fato constatado com *Centrosema pubescens*, onde uma simbiose altamente eficaz somente foi observada com estirpes homólogas, isto é, isoladas da mesma espécie ou variedade. LOPES⁵, trabalhando com diversas leguminosas tropicais em solo de cerrado de Itirapina, semelhante ao do presente ensaio, também obteve efeitos positivos da inoculação com estirpes específica de *Rhizobium* para centrosema. ABRAMIDES²⁰ não conseguiu boa nodulação com centrosema não inoculada, em pastagens implantadas em áreas de Brotas, de onde foi coletada terra para realização do presente ensaio. Isso demonstraria que o solo dessa área não teria *Rhizobium* específico capaz de produzir uma simbiose efetiva com a centrosema e que essa leguminosa, quando plantada em tal solo, deveria ser inoculada com *Rhizobium* específico.

A presença de inoculante no revestimento das sementes (pélete) resultou em diminuição significativa nos teores de fósforo da parte aérea da centrosema (Quadros 4 e 6). Como o inoculante revelou aumentos significativos na produção de matéria seca, tanto para o primeiro como para o segundo corte, essas reduções nos teores de fósforo são explicadas como resultado da diluição desse elemento no interior da planta.

Efeito do molibdênio

A aplicação de molibdênio como re-

* LOPES, E. S. — Informação pessoal, 1980.

** ABRAMIDES, P. L. G. — Informação pessoal, 1980.

QUADRO 1

Valores de F obtidos na análise de variância para produção de matéria seca (650C), nodulação, teor de nitrogênio e fósforo e nitrogênio total da centrosema cultivada em solo de cerrado. Primeiro corte

Fontes de variação	M.S. a 650C (g/vaso)		N% na M.S. a 650C		N total (mg/vaso)		Nódulos (1) (mg/vaso)	P% (M.S. a 650C)
	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes		
P	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**
I	**	n.s.	**	**	**	*	**	**
Mo	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*	n.s.
H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P x I	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*	*
P x Mo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
P x H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
I x Mo	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
I x H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Mo x H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P x I x Mo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P x I x H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P x Mo x H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
I x Mo x H	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P x Mo x I x H	n.s.	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	9,3	21,2	9,7	7,2	14,7	24,4	13,2	11,1

(1) Dados transformados em \sqrt{x} .

(*) e (**) = Significativos ao nível de 5 e 1% respectivamente.

n.s. = Não significativo.

QUADRO 2

Produção de matéria seca (65°C), nodulação, teores de nitrogênio, fósforo e nitrogênio total da centrosema, cultivada em solo de cerrado. Primeiro corte. Médias de seis vasos para parte aérea e três vasos para raízes e nodulação

Fontes de variação	M.S. a 65°C (g/vaso)		N% na M.S. a 65°C		N total (mg/vaso)		Nódulos (1) (mg/vaso)	P% (M.S. a 65°C)
	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes		
P ₂₀	5,55	0,64	1,15	1,36	64	9	4,79	0,20
P ₂₀ + I	6,51	0,78	1,76	1,79	114	14	20,28	0,15
P ₂₀ + Mo	5,49	0,82	1,25	1,47	69	12	3,87	0,19
P ₂₀ + H	5,79	0,91	1,27	1,53	73	13	2,79	0,18
P ₂₀ + I + Mo	6,20	0,78	1,68	1,84	104	14	20,98	0,15
P ₂₀ + I + H	6,83	0,83	1,66	1,73	113	14	21,89	0,15
P ₂₀ + Mo + H	5,61	0,73	1,19	1,46	67	12	3,14	0,17
P ₂₀ + I + Mo + H	6,72	0,69	1,97	1,76	132	12	23,72	0,15
P ₁₀₀	5,14	0,85	1,16	1,53	60	13	5,74	0,22
P ₁₀₀ + I	6,76	0,75	1,83	1,65	124	13	25,84	0,16
P ₁₀₀ + Mo	5,07	1,00	1,17	1,46	59	15	6,22	0,21
P ₁₀₀ + H	5,09	0,83	1,14	1,52	58	12	4,40	0,22
P ₁₀₀ + I + Mo	7,19	0,86	2,11	1,89	152	16	28,06	0,17
P ₁₀₀ + I + H	6,40	0,87	1,89	1,81	121	16	25,07	0,17
P ₁₀₀ + Mo + H	4,93	0,82	1,24	1,43	70	12	7,10	0,22
P ₁₀₀ + I + Mo + H	7,23	0,87	2,11	1,76	153	16	27,57	0,15

(1) Dados transformados em \sqrt{x} .

QUADRO 3

Produção de matéria seca (65°C), nodulação, teores de nitrogênio, nitrogênio total e fósforo da centrosema, cultivada num solo de cerrado. Segun-
do corte. Médias de três vasos

Tratamentos	M.S. a 65°C (g/vaso)				N% (M.S. a 65°C)				N total em mg/vaso				Nódulos (1) (mg/vaso)	P% (M.S. a 65°C)		
	Parte aérea		Planta inteira		Parte aérea		Raízes		Parte aérea		Raízes			Planta inteira		Parte aérea
P ₂₀	3,00	1,45	4,46	1,77	1,65	54	24	78	14,48	0,26						
P ₂₀ + I	6,75	2,42	9,18	1,95	1,82	132	44	176	32,44	0,21						
P ₂₀ + Mo	3,60	1,90	5,50	1,96	1,69	72	32	104	17,23	0,22						
P ₂₀ + H	3,49	2,03	5,52	1,71	1,62	70	33	103	16,85	0,23						
P ₂₀ + I + Mo	8,27	2,18	10,45	2,29	1,74	190	39	229	30,97	0,15						
P ₂₀ + I + H	7,82	2,00	9,82	2,16	1,72	169	35	204	32,17	0,16						
P ₂₀ + Mo + H	3,24	1,85	5,09	2,16	1,65	71	31	102	17,21	0,29						
P ₂₀ + I + Mo + H	8,31	2,22	10,52	2,27	1,88	189	42	231	34,91	0,16						
P ₁₀₀	4,19	1,80	6,00	2,11	1,60	89	29	118	18,52	0,19						
P ₁₀₀ + I	7,56	2,48	10,04	2,47	1,92	186	48	233	35,21	0,18						
P ₁₀₀ + Mo	3,55	1,80	5,35	1,72	1,57	62	29	91	16,63	0,24						
P ₁₀₀ + H	3,44	1,77	5,20	1,74	1,60	62	28	90	15,79	0,28						
P ₁₀₀ + I + Mo	7,52	2,14	9,76	2,52	1,97	190	42	232	36,50	0,18						
P ₁₀₀ + I + H	7,32	2,32	9,64	2,36	1,89	172	44	217	37,02	0,20						
P ₁₀₀ + Mo + H	4,37	1,93	6,30	2,26	1,63	99	31	130	22,20	0,24						
P ₁₀₀ + I + Mo + H	8,11	2,40	10,50	2,31	1,98	188	48	236	38,31	0,19						

(1) Dados transformados em \sqrt{x} .

QUADRO 4

Efeitos principais dos fatores inoculação, molibdênio e hiperfosfato aplicados na forma de pélete e de níveis de superfosfato simples aplicados no solo na produção de matéria seca, peso de nódulos, produção de nitrogênio e teores de nitrogênio e fósforo da centrosema cultivada em solo de cerrado. Primeiro corte. Médias de 48 vasos para parte aérea e 24 vasos para raízes e nodulação

Tratamentos	M.S. a 65°C (g/vaso)		Nódulos (1) (mg/vaso)	N% na M.S. a 65°C		N total (mg/vaso)		P% na M.S. a 65°C	
	Parte aérea	Raízes		Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Parte aérea
Com inoculante	6,73	0,80	24,18	1,86	1,78	127	14,33	0,16	
Sem inoculante	5,33	0,82	4,76	1,20	1,47	65	12,25	0,20	
% aumento	26,3%**	-2,4%	408,0%**	55,0%**	21,1%**	95,0%**	17,0%*	-20,0%**	
Com molibdênio	6,05	0,82	15,08	1,59	1,63	101	13,00	0,18	
Sem molibdênio	6,01	0,81	13,85	1,48	1,61	91	12,96	0,18	
% aumento	0,7%	1,2%	8,9%*	7,4%**	1,2%	11,1%**	5,2%		
Com hiperfosfato	6,07	0,82'	14,47	1,56	1,62	98	13,42	0,18	
Sem hiperfosfato	5,99	0,81	14,47	1,51	1,62	93	13,17	0,18	
% aumento	1,3%	1,2%	---	3,3%	---	5,4%	1,9%	---	
Dose 2 (100kg P ₂ O ₅)	6,09	0,86	12,25	1,58	1,63	100	14,08	0,19	
Dose 1 (20kg P ₂ O ₅)	5,98	0,77	12,68	1,49	1,61	92	12,50	0,16	
% aumento	1,8%	11,7%	-3,4%**	6,0%**	1,2%	8,7%**	12,6%	18,8%**	

(1) Dados transformados em \sqrt{x} .

(*) e (***) = Significativos ao nível de 5 e 1% respectivamente.

QUADRO 5

Efeitos principais dos fatores inoculação, molibdênio e hiperfosfato (aplicados na forma de pélete) e de níveis de superfosfato simples aplicados no solo na produção de matéria seca e peso de nódulos da centrosema cultivada em solo de cerrado. Segundo corte. Médias de 24 vasos

Tratamentos	M.S. a 65°C (g/vaso)			Nódulos (1) (mg/vaso)
	Parte aérea	Raízes	Planta inteira	
Com inoculante	7,71	2,27	9,98	34,69
Sem inoculante	3,61	1,82	5,43	17,36
% aumento	114%**	25%**	84%**	100%**
Com molibdênio	5,87	2,05	7,92	26,75
Sem molibdênio	5,45	2,04	7,48	25,31
% aumento	7,7%	0,5%	5,9%	5,7%
Com hiperfosfato	5,76	2,06	7,83	26,81
Sem hiperfosfato	5,56	2,01	7,58	25,25
% aumento	3,6%	2,5%	3,3%	6,2%
Dose 2 (100kg P ₂ O ₅)	5,76	2,08	7,83	27,52
Dose 1 (20kg P ₂ O ₅)	5,56	2,01	7,57	24,53
% aumento	3,6%	3,5%	3,4%	12,2%*

(1) Dados transformados em \sqrt{x} .

(*) e (**) = Significativos ao nível de 5 e 1% respectivamente.

QUADRO 6

Efeitos principais dos fatores inoculação, molibdênio e hiperfosfato (aplicados na forma de pélete) e de níveis de superfosfato simples aplicados no solo nos teores de fósforo e nitrogênio e na produção de nitrogênio total da centrosema cultivada em solo de cerrado. Segundo corte. Médias de 24 vasos

Tratamentos	N% na M.S. a 65°C		N total em mg/vaso			P% na M.S. a 65°C
	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes	Planta inteira	
Com inoculante	2,29	1,86	177	43	220	0,18
Sem inoculante	1,97	1,63	72	30	102	0,24
% aumento	16,2%**	14,1%**	144%**	43,9%**	115%**	-25%**
Com molibdênio	2,19	1,76	132	37	169	0,21
Sem molibdênio	2,08	1,73	117	36	152	0,21
% aumento	5,3%	1,7%	13,5%*	2,9%	11%	---
Com hiperfosfato	2,16	1,74	127	37	164	0,22
Sem hiperfosfato	2,10	1,74	122	36	158	0,20
% aumento	2,9%	---	4,7%	2,0%	3,8%	10,0%
Dose 2 (100kg P ₂ O ₅)	2,19	1,77	131	37	168	0,21
Dose 1 (20kg P ₂ O ₅)	2,08	1,72	118	35	153	0,21
% aumento	5,3%	2,9%	10,8%	6,8%	9,9%	---

(*) e (**) = Significativos ao nível de 5 e 1% respectivamente.

vestimento das sementes (pélete), não resultou em aumentos estatisticamente significativos de produção de matéria seca da centrosema. Entretanto, houve aumentos estatisticamente significativos na massa nodular, teor de nitrogênio e quantidade de nitrogênio total da parte aérea da leguminosa no primeiro corte (Quadro 4) e quantidade de nitrogênio total da parte aérea para o segundo corte (Quadro 6). Isso demonstra a importância do molibdênio no processo de fixação de nitrogênio pelas leguminosas, como ressaltado por ANDREW¹. Resultados positivos da aplicação de molibdênio como revestimento de sementes, tanto para o aumento da produção de matéria seca como para a fixação de nitrogênio, foram também obtidos por MONTEIRO et alii⁵ e RUSCHEL et alii²¹, quando trabalharam respectivamente com siratro e soja-grão. Resultados altamente expressivos da aplicação de molibdênio no solo para produção de matéria seca e fixação de nitrogênio de várias leguminosas de clima tropical têm sido obtidos por diversos autores, como FRANÇA & CARVALHO⁵, JONES et alii¹⁰, McCLUNG & FREITAS¹⁴ e WERNER & MATTOS²⁵.

Pelo quadro 1, observa-se que a interação inoculante x molibdênio foi significativa para os parâmetros: teor de nitrogênio e nitrogênio total da parte aérea. O desdobramento dessa interação mostrou que o efeito do molibdênio não foi estatisticamente significativo na ausência da inoculação (apenas 2,7 e 3,8% de aumento respectivamente para teor de nitrogênio e nitrogênio total). Na presença de inoculação, porém, seu efeito foi altamente significativo (10,0 e 14,4% de aumento respectivamente para teor de nitrogênio e nitrogênio total), fato perfeitamente explicado porque, como já discutido anteriormente, a centrosema sem inoculação praticamente não nodulou. Sem nodulação, o molibdênio não poderia mostrar seu efeito na fixação de nitrogênio.

Efeito do hiperfosfato

Os aumentos resultantes da aplicação de hiperfosfato como pélete não foram estatisticamente significativos para nenhum dos parâmetros estudados na centrosema.

No presente ensaio, como, concomitantemente com o hiperfosfato aplicado no pélete, já havia a aplicação de 20 ou

100kg/ha de P_2O_5 no solo, o possível efeito benéfico do hiperfosfato no pélete provavelmente estaria mascarado, não chegando a ser significativo para qualquer dos parâmetros estudados.

Efeito de níveis de superfosfato simples

A aplicação de 100kg/ha de P_2O_5 no solo não se traduziu em produções de matéria seca estatisticamente mais elevadas do que a aplicação de 20kg/ha de P_2O_5 ; isso é aparentemente surpreendente, em virtude da grande importância do fósforo para a nutrição das leguminosas, como já relatado na revisão de literatura. Entretanto, o efeito positivo da maior dose de fósforo resultou numa fixação mais eficiente de nitrogênio pela centrosema, medida através dos aumentos altamente significativos da nodulação, ao tempo do segundo corte, e para os teores de nitrogênio e nitrogênio total da parte aérea da leguminosa obtidos no primeiro corte (Quadros 1, 4 e 5). Esses resultados estão de acordo com ANDREW & ROBINS², que afirmam que a concentração de nitrogênio nos tecidos das leguminosas de clima tropical aumenta com o aumento da adubação fosfatada, mesmo depois que o máximo crescimento é alcançado. GATES⁸ também mostrou que o desenvolvimento dos nódulos e a fixação simbiótica de nitrogênio começam mais cedo à medida que se aumenta o fornecimento de fósforo.

Pelo quadro 1, observa-se que a interação fósforo x inoculante foi significativa para vários dos parâmetros estudados (produção de matéria seca, teor de nitrogênio e nitrogênio total da parte aérea e nodulação). O desdobramento dessa interação mostrou que o efeito da inoculação foi mais acentuado na presença do nível maior de fósforo, indicando que o nível mais baixo desse elemento ainda é deficiente para uma fixação eficiente de nitrogênio pelo *Rhizobium*. Pelos quadros 1 e 4, ainda se pode observar que a dose mais elevada de fósforo proporcionou um teor de fósforo significativamente maior na parte aérea da centrosema. A interação fósforo x inoculante para esse parâmetro foi também significativa. O desdobramento dessa interação mostrou que, na ausência de inoculação, a elevação do teor do fósforo foi significativa e, na presença, não. Isso seria mais um efeito

to de concentração do elemento na planta. Na ausência de inoculação, a fixação de nitrogênio foi inexpressiva, a planta não cresceu por deficiência desse elemento, haven-

do, portanto, concentração na planta do fósforo aplicado ao solo, enquanto na presença de inoculação a planta cresceu normalmente.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente ensaio permitiram tirar as seguintes conclusões:

1. A inoculação das sementes de centrosema com estirpe específica de *Rhizobium* provocou aumentos expressivos na nodulação, porcentagem de nitrogênio, nitrogênio total e produção de matéria seca da centrosema cultivada no solo de cerrado de Brotas, indicando que essa leguminosa deve ser inoculada quando plantada nesse tipo de solo.

2. A adição de molibdênio na peletização das sementes de centrosema resultou em efeitos benéficos na nodulação, porcentagem de nitrogênio e nitrogênio total da parte aérea e apresentou interação significativa e positiva com a inoculação no aumen-

to do teor de nitrogênio e nitrogênio total da leguminosa.

3. A aplicação de hiperfosfato na peletização de centrosema não proporcionou efeitos significativos em qualquer dos parâmetros estudados.

4. A aplicação de 100kg/ha de P_2O_5 no solo (como superfosfato simples) não proporcionou aumento das produções de matéria seca, em relação à dose de 20kg. Provocou, porém, melhor nodulação, e, conseqüentemente, teores mais elevados de nitrogênio e maior quantidade de nitrogênio total na parte aérea da centrosema. Isso indica ser a dose menor insuficiente para uma normal fixação de nitrogênio pela leguminosa cultivada nesse solo.

SUMMARY

In a greenhouse pot trial, at the Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, State of São Paulo, it was studied, from September, 1979, to January, 1980, in a 2^4 factorial arrangement, the effects of inoculation, molybdenum and Morocco rock phosphate applied as seed coat and two levels of single superphosphate applied in the soil (20 and 100kg of P_2O_5 per hectare). The molybdenum source was sodium molybdate and the *Rhizobium* strain was a specific one for the legume used (*Centrosema pubescens* Benth.). The soil, classified as a Quartzous Sand (63% of coarse sand, 25% of fine sand and 12% of clay), was taken from the County of Brotas, State of São Paulo, in a place covered of cerrado vegetation. It was done two harvests in the experiment. Inoculation brought about great increases in the nodulation, nitrogen percentage, nitrogen content and dry matter yield of the legume. Molybdenum, used as seed coat, also

caused significant increases in the nodulation, nitrogen percentage and nitrogen content, and showed a positive interaction with inoculation for nitrogen percentage and nitrogen content of centro. Morocco rock phosphate, applied as seed coat, did not show significant effect in any of the parameters studied. The higher level of single superphosphate applied in the soil resulted in significant increases in the nodulation, nitrogen percentage and nitrogen content in the first harvest and in the nodulation, in the second harvest. The interaction superphosphate x inoculation was significant for dry matter yield, nitrogen percentage, nitrogen content and nodulation of centro in the first harvest. The study of this interaction showed that the effect of inoculation was much higher in the presence of the higher level of superphosphate than in the presence of the lower level of this fertilizer.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos aos Engenheiros-Agrônomos Francisco Antonio Monteiro e Antonio Luiz Fancelli, pelas sugestões e auxílio prestado na condução do trabalho. Ao Dr. Ely Sidney Lopes, da Seção de Microbiologia do Solo do Instituto Agrônomo, Campinas, pelo fornecimento do inoculante usado no presente en-

saio. À Zootecnista Suely Aparecida Alves de Lima e ao pessoal de apoio da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, pelo auxílio na condução do trabalho.

Agradecimentos são devidos, também, ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Aperfeiçoamento para a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — ANDREW, C. S. Influence of nutrition of nitrogen fixation and growth of legumes. In: AUSTRALIA. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 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. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 46)
- 2 — ——— & ROBINS, M. F. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. *Austr. J. agric. Res.*, Melbourne, Vic., 20:675-85, 1969.
- 3 — BASURCO, J. C. P. & OLIVERO, E. L. G. Efecto en campo del agregado de molibdato de sódio a semilla de alfafa inoculada. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970. *Anais. . . 22 a 24 de julho.* Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1970. p. 219-20.
- 4 — DOBEREINER, J. Inoculação cruzada e eficiência na simbiose de leguminosas tropicais. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Rio de Janeiro, Brasil, 1970. *As leguminosas na agricultura tropical: anais. . . 25 a 31 de julho.* Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1971. p. 181-92.
- 5 — FRANÇA, G. E. & CARVALHO, M. M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 5:147-53, 1970.
- 6 — FRANCO, A. A.; MARANHÃO, J. I. M.; DOBEREINER, J. Influência de revestimentos das sementes no estabelecimento da nodulação de *Centrosema pubescens* Benth. em solo ácido e com toxidez de Mn. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970. *Anais. . . 22 a 24 de julho.* Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1970. p. 292-302.
- 7 — FREIRE, J. R. J. & VIDOR, C. As vantagens da inoculação na soja. *A Granja*, Porto Alegre, 30(320):100-6, 1974.
- 8 — GATES, C. T. Nodule and plant development in *Stylosanthes humilis* H. B. K.; symbiotic response to phosphorus and sulfur. *Austr. J. Bot.*, Melbourne, Vic., 22:45-55, 1974.
- 9 — JONES, M. B. & FREITAS, L. M. N. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latossolo Vermelho-Amarelo de campo cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 5: 91-9, 1970.
- 10 — ———; QUAGLIATO, J. L.; FREITAS, L. M. N. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais à aplicação de nutrientes minerais em três solos de campo cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 5:209-14, 1970.
- 11 — KERRIDGE, P. C.; COOK, B. J.; EVERETT, M. L. Application of molybdenum trioxide in the seed pellet for subtropical pasture legumes. *Trop. Grassld.*, Brisbane, Qd., 7(2):229-32, 1973.
- 12 — LOVADINI, L. A. C. & MIYASAKA, S. *Adubação de leguminosas forrageiras tropicais.* Campinas, SP, 1969. 7 f. Mimeo. Trabalho apresentado no I Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras Tropicais, Nova Odessa, SP, Centro de Nutrição Animal e Pastagens, de 10 a 12 de setembro de 1969.
- 13 — LOWTHER, W. L. & McDONALD, T. R. Inoculation and pelleting of clover for oversowing. *N. Z. J. exper. Agric.*, Wellington, 1(2):175-9, 1973.
- 14 — McCLUNG, A. C. & FREITAS, L. M. N. Sulfur deficiency in soils from Brazilian campos. *Ecology*, Brooklyn, 2:315-7, 1959.
- 15 — MONTEIRO, F. A.; MATTOS, H. B.; CARRIEL, J. M. Peletização de sementes de leguminosas forrageiras. I - Efeitos de micronutrientes e fontes de fósforo e de cálcio em siratro. *B. Indústr. anim.*, Nova Odessa, SP, 37(1):159-71, jan./jun., 1980.
- 16 — MORALES, V. M.; GRAHAM, P. M.; CAVALLLO, R. Influencia del método de inoculación y el encalamiento del suelo de carimagua (Llanos Orientales, Colombia) en la nodulación de leguminosas. *Turrialba*, Costa Rica, 23(1):52-5, 1973.

- 17 — NORRIS, D. O. Legumes and their associated *Rhizobium*. In: DAVIES, W. & SKIDMORE, C. L. *Tropical pastures*. London, Faber and Faber, 1966. p. 89-105.
- 18 — PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 8. ed. Piracicaba, SP, Cebras, 1978. 430 p.
- 19 — ROTAR, P. P.; URATTA, U.; BRONDEP, A. *Effectiveness of nodulation growth and nitrogen content of legume grown on several Hawaii soil with and without Rhizobium strains*. Honolulu, Hawaii Agricultural Experiment Station, 1967. p. 158. (University of Hawaii Progress Report)
- 20 — RUSCHEL, A. P. & EIRA, P. A. Fixação simbiótica do nitrogênio na soja (*Glycine max* (L.) Merrill): influência da adição de cálcio ao solo e molibdênio ao revestimento da semente. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 4(1):103-7, 1969.
- 21 — ———; BRITO, D. P. P. S.; CARVALHO, L. F. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 4:29-37, 1969.
- 22 — SCHIEL, E.; OLIVEIRO, E. L. G.; BASURCO, J. G. P. El talco como substituto de otros polvos aptos para revestir semillas inoculadas de Trifoleas y Loteas. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970. *Anais... 22 a 24 de julho*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1970. p. 308-9.
- 23 — SOUTO, S. M. & DÖBEREINER, J. Efeito do fósforo, temperatura e umidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.). *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 3:215-21, 1968.
- 24 — ——— & ——— Fixação de nitrogênio e estabelecimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.) com três níveis de fósforo e de cálcio, em solo com toxidez de manganês. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 4:59-66, 1969.
- 25 — WERNER, J. C. & MATTOS, H. B. Estudos de nutrição da centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.). *B. Indústria, anim.*, São Paulo, n.s. 29(2):375-91, 1972.