

ENSAIO DE ADUBAÇÃO COM *CENTROSEMA PUBESCENS* BENTH. CULTIVADA EM SOLO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO E ANDRADINA (SP) (1)

(Fertilizer trial with a forage legume cropped on a soil from two places
of the State of São Paulo, Brazil)

ANTONIO LUIZ FANCELLI (1), JOAQUIM CARLOS WERNER (2) e FRANCISCO
ANTONIO MONTEIRO (2)

RESUMO

Num solo Podzolizado de Lins e Marília variação Marília, proveniente de duas regiões do Estado de São Paulo (São José do Rio Preto e Andradina), desenvolveu-se um ensaio de vasos na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (SP) com a finalidade de estudar os efeitos dos seguintes tratamentos de adubações na produção e fixação de nitrogênio pela *Centrosema pubescens* Benth.: 1.º Testemunha; 2.º P; 3.º PCa; 4.º PCaS; 5.º PCaSK; 6.º PCaSKMg; 7.º PCaSKMgFe; 8.º PCaSKMgMn; 9.º PCaSKMgFeMnBCuZnMo. Os tratamentos mencionados foram dispostos em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo efetuados dois cortes: o primeiro, 47 dias após o plantio e, o segundo, 27 dias depois daquele. O primeiro corte, em ambos os locais, evidenciou a relevância do fósforo no estabelecimento da leguminosa, pois apenas o tratamento testemunha (1) foi significativamente inferior aos demais quanto à produção de matéria seca e de N total. O segundo corte mostrou respostas diversas por parte da centrosema, em função da região considerada. Assim, para o solo de Andradina, os tratamentos que envolviam macronutrientes (tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6) não apresentaram variações sensíveis nos parâmetros estudados, ao passo que a aplicação conjunta dos micronutrientes, além dos macronutrientes (tratamento 9) possibilitou ligeiro acréscimo na eficiência de fixação de nitrogênio pelas bactérias dos nódulos. Para o solo de São José do Rio Preto, também não se constataram, no segundo corte, respostas satisfatórias aos macronutrientes aplicados (tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6), porém, com relação aos micronutrientes, sua aplicação conjunta (tratamento 9) foi responsável por um efeito decisivo na fixação de N, evidenciado na porcentagem de nitrogênio e produção de nitrogênio total. O Fe (tratamento 7) infundiu efeito ligeiramente depressivo na produção, nodulação e fixação de nitrogênio pelas bactérias dos nódulos da centrosema, quando aplicado a esse solo.

INTRODUÇÃO

Dentro da pecuária de corte e leiteira, visto constituir fonte de alimento pronta-
a pastagem assume crescente importância, mente disponível para o gado, principal-

(1) Parte do Projeto IZ-375.

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

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

mente se levarmos em consideração o número significativo de propriedades agropastoris, nas quais a pastagem assume, de forma única, toda a responsabilidade pela produção animal.

A introdução de leguminosas em pastagens representa uma das principais alternativas, visando elevar a qualidade nutritiva do pasto e incorporar nitrogênio ao sistema, por via de fixação biológica. Entretanto, devido à baixa fertilidade natural dos solos destinados à exploração pecuária, estudos mais apurados se fazem necessários, principalmente aqueles concernentes à nutrição de leguminosas forrageiras objetivando seu melhor estabelecimento, pleno desenvolvimento e fixação biológica do nitrogênio atmosférico.

Estudos nesse sentido vêm sendo desenvolvidos, sempre mostrando a importância da presença de um suprimento adequado de elementos essenciais, bem como seus efeitos correlacionados com a produção e fixação de nitrogênio.

JONES; QUAGLIATO; FREITAS⁶ realizaram um experimento em casa de vegetação, visando ao estudo das aplicações de nutrientes minerais em algumas leguminosas tropicais, dentre elas a centrosema, valendo-se para tanto de solos de campo cerrado; concluíram os AA. que a omissão de fósforo a uma adubação completa provocou uma redução de 15% na produção de matéria seca, reduzindo, ainda, o teor de nitrogênio e o nitrogênio total da planta em índices significativos de 9% e 25% respectivamente. Ainda, a omissão da calagem (Ca + Mg) produziu reduções drásticas na produção da matéria seca, chegando a alcançar o índice de 46%, quando comparada com a adubação completa. Quanto aos micronutrientes, foi observado que a concentração de Mn foi significativamente aumentada, acima do nível considerado tóxico, no tratamento que omitiu o calcário. A omissão de micronutrientes como um todo (Mo, B, Zn, Fe e Cu) provocou também uma redução na produção da matéria seca da ordem de 33%.

No mesmo trabalho, os AA., em outro ensaio com três solos, cultivaram quatro

leguminosas tropicais, estudando as produções obtidas em tratamentos onde micronutrientes (Mo, B, Zn, Cu e Fe) foram omitidos sucessivamente e em conjunto. Não se verificou resposta a Mo em qualquer dos três solos, mas uma das espécies (soja-perene) respondeu a B, duas a Zn (*Stylosanthes gracilis* e soja-perene) e todas as quatro (incluindo a centrosema) produziram menos quando se aplicaram Cu e Fe a um Regossolo.

Num Latossolo Vermelho-Escuro-orto, WERNER & MATTOS¹³ cultivaram a centrosema em casa de vegetação, verificando decréscimos significativos na produção de matéria seca, na nodulação e no nitrogênio total, quando se omitia o fósforo ao tratamento completo. Verificaram, ainda, que o número e o peso de nódulos da centrosema foram significativamente menores com adição de nitrogênio à adubação completa, embora o mesmo tivesse propiciado aumentos significativos na produção de matéria seca das plantas. Com relação ao K, observaram leve tendência na redução dos parâmetros considerados, quando esse elemento foi omitido. Segundo os AA., a produção de matéria seca e a massa nodular diminuíram com as doses de Ca + Mg empregadas. A porcentagem de N, entretanto, aumentou com as doses de calcário utilizadas. Isso se deu provavelmente devido à maior disponibilidade de molibdênio pela calagem. Com efeito, os teores de N e Mo da centrosema estavam estreitamente relacionados: maiores teores de N corresponderam a níveis mais altos de Mo na planta. Por sua vez, os teores de Mo estavam relacionados com o pH do solo e sua adição ou não.

Estudando o comportamento de quatro leguminosas tropicais, entre as quais a centrosema, em relação a fósforo, potássio e calagem, JONES & FREITAS⁷, utilizando-se de um Latossolo Vermelho-Amarelo de campo cerrado, observaram respostas crescentes, em produção, de acordo com o aumento dos níveis de fósforo empregados, tendo o nível de 100kg/ha de P propiciado os aumentos mais significativos. Respostas significativas, por parte das leguminosas em estudo, não foram obtidas em relação ao potássio. As respostas para calagem, quanto à produção de matéria seca, apresentaram-

-se distintas e de acordo com as necessidades específicas de cada leguminosa. A calagem, entretanto, provocou aumento no teor de proteína em todas elas.

CARVALHO; BAHIA FILHO; FRANÇA³, realizando um ensaio de tipo subtração, estudaram os fatores nutricionais que limitam o desenvolvimento de seis leguminosas tropicais, dentre elas a centrosema, valendo-se, para tanto, de um Latossolo Vermelho-Escuro (fase mata latifoliada semidecídua) e observaram respostas satisfatórias à aplicação de fósforo, possibilitando, com isso, um incremento significativo na produção de matéria seca e nódulos das leguminosas. A omissão de K e S, e mesmo de microelementos, não influiu na produção de matéria seca e fixação de N pelas bactérias dos nódulos das leguminosas. A calagem mostrou-se necessária na fixação de N e produção de matéria seca, visto que sua ausência determinou decréscimos significativos nos parâmetros considerados, embora o número e o peso de nódulos se mostrassem indiferentes a essa omissão.

Valendo-se de um solo Ultisol ácido da Costa Rica, TRIGOSO & FASSBENDER¹¹ trabalharam com quatro leguminosas, inclusive a centrosema, constatando efeitos positivos na produção de matéria seca e na massa nodular das leguminosas com a aplicação de fósforo, o que não ocorreu com o teor de nitrogênio da planta, que mostrou tendência ao decréscimo até a dose de 240ppm de P. A omissão dos micronutrientes (B, Cu, Zn e Mo) em conjunto resultou em aumento na produção de matéria seca e na nodulação. Quanto ao Fe, sua ausência na adubação completa proporcionou leve incremento na produção de matéria seca e na nodulação, sendo a produção de N total ligeiramente reduzida. Resultados similares quanto à omissão dos micronutrientes B, Cu, Zn e Mo em conjunto e de Fe na adubação completa, foram obtidos por WERNER & MATOS¹³ com a centrosema.

JAVIER; LEON; CASTILHO⁶ estudaram o efeito de vários níveis de N, P e K, na produção de capim-guiné cv. Com-

mom, *Centrosema pubescens* e *Stylosanthes guyanensis* cv. Schofield desenvolvidos em solos característicos das Filipinas: constataram que a aplicação de N isoladamente não provocou aumento na produção das espécies envolvidas, ao passo que a aplicação isolada de P proporcionou um incremento altamente significativo à produção das espécies envolvidas.

Trabalhando com um pasto consorciado de capim-gordura + centrosema já estabelecido num Latossolo Vermelho-Escuro orto, e submetido a três cortes, WERNER & MONTEIRO¹⁴ testaram adubação fosfatada e potássica, concluindo que o fósforo aumentou significativamente a produção de matéria seca da leguminosa somente no segundo corte, ao passo que os teores de fósforo e de cálcio aumentaram significativamente na matéria seca, conforme os níveis de adubação fosfatada empregados.

Utilizando-se de um solo arenoso hidromórfico, DÖBEREINER & ARONOVICH⁵ estudaram os efeitos da aplicação de calcário, nas mais diversas condições: concluíram que o calcário aplicado no solo eliminou a toxidez de manganês, elevou as produções de matéria seca e aumentou o valor de N total e o peso de nódulos da centrosema.

Aumentos consideráveis na produção de centrosema foram obtidos por NEME & NERY¹⁰, quando a cultivaram num Latossolo Roxo submetido a adubos minerais, sendo que o efeito positivo do calcário suplantou os efeitos obtidos para fósforo e potássio.

Segundo ANDREW¹, o molibdênio é o mais importante micronutriente para as leguminosas, visto se constituir no elemento essencial para o eficiente funcionamento do *Rhizobium*. Ainda segundo esse autor, a centrosema se encontra entre as leguminosas bastante suscetíveis à deficiência de ferro.

Estudando a resposta da centrosema a seis micronutrientes, cultivando-a em casa de vegetação em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, DE-POLLI; SUHET; FRANCO⁴ constataram que o molibdênio e o bo-

ro favoreceram tanto o número como o peso de nódulos, o que não ocorreu com a adição de Fe, que diminuiu os parâmetros considerados, embora tivesse estimulado o crescimento dos nódulos. O cobre não afetou o crescimento das plantas nem sua nodulação. Constataram, ainda, que a adição de Mo, Fe, Zn, Mn e B provocou um incremento na taxa de nitrogênio fixado, com maior resposta para o Mo seguido do Fe e decrescendo até o B.

ANDREW & HEGARTY², trabalhando com oito leguminosas tropicais (inclusive centrosema) e quatro de clima temperado, empregaram níveis crescentes de Mn (0,0; 0,5; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0 e 40,0ppm) e constataram que houve aumento de matéria seca até o terceiro nível ministrado

(5ppm), passando a decrescer a partir de tal ponto. Constataram, ainda, que o teor de manganês na planta aumentou significativamente até o maior nível empregado, sendo este último responsável pelo incremento de 70% da produção em relação ao tratamento com omissão do elemento estudado.

O presente trabalho objetiva fornecer maiores subsídios referentes a fatores nutricionais que mais limitam o estabelecimento e desenvolvimento da *Centrosema pubescens* Benth. em solos representativos de São José do Rio Preto e Andradina, visto ser essa uma das leguminosas forrageiras mais indicadas para tais regiões, segundo JONES⁹.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois ensaios de vasos, em casa de vegetação, na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa (SP). Cultivou-se a centrosema em solos coletados nos municípios de Andradina e São José do Rio Preto, localizados na região Noroeste do Estado de São Paulo.

O solo de ambos os locais, classificados como Podzolizado de Lins e Marília variação Marília, foi coletado a uma profun-

didade de 0-30cm. Suas análises químicas originais são apresentadas no quadro 1.

Os ensaios foram conduzidos em vasos de cerâmica, internamente pintados com Neutrol, revestidos com sacos plásticos e contendo 5kg de solo seco.

Empregou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, adotando-se um esquema aditivo de nutrientes que resultou nos seguintes tratamentos:

QUADRO 1

Análises químicas dos solos coletados em Andradina e São José do Rio Preto (SP), antes do início dos ensaios de vasos. Análises efetuadas no Instituto Agrônomo, Campinas (SP)

Local	pH	M.O. %	e.mg/100ml T.F.S.A.		µg/ml T.F.S.A.	
			Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K	P
Andradina	6,37	1,7	0,03	2,57	80	2
São José do Rio Preto	5,82	1,9	0,06	1,86	112	7

1. Testemunha;
2. Fósforo;
3. Fósforo + cálcio;
4. Fósforo + cálcio + enxofre;
5. Fósforo + cálcio + enxofre + potássio;
6. Fósforo + cálcio + enxofre + potássio + magnésio;
7. Fósforo + cálcio + enxofre + potássio + magnésio + ferro;
8. Fósforo + cálcio + enxofre + potássio + magnésio + manganês;
9. Fósforo + cálcio + enxofre + potássio + magnésio + ferro + manganês + boro + cobre + zinco + molibdênio.

Não se efetuou calagem nos solos, sendo o cálcio e o magnésio empregados somente como nutrientes.

No quadro 2 constam a relação dos nutrientes testados, suas dosagens, os produtos fornecedores e suas quantidades por vaso.

Todos os nutrientes foram adicionados na forma de solução e após a semeadura da centrosema nos vasos.

O plantio, foi realizado a 3-10-1974, utilizando-se vinte sementes por vaso. Após a germinação, procedeu-se a vários desbastes até deixar quatro plantas por vaso.

No decorrer dos ensaios, os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada, para manter o solo na capacidade de campo ou próximo dela.

A 19-11-1974 (47 dias após o plantio), efetuou-se o primeiro corte das plantas de centrosema, ocasião em que se mediram os dados para parte aérea da leguminosa.

A 16-12-1974 (27 dias após o primeiro corte), realizado o segundo corte, as raízes foram lavadas com água corrente, os nódulos foram destacados, contados e postos a secar para posterior pesagem.

Todo o material coletado foi posto a secar a 65°C, em estufa com circulação forçada de ar, e pesado. Em seguida, a parte aérea e as raízes foram moídas e encaminhadas ao la-

QUADRO 2

Doses (em kg/ha) dos nutrientes, sais fornecedores e quantidades dos sais por vaso, correspondentes aos elementos minerais testados no ensaio

Nutrientes	Dose kg/ha	Reagente p.a.	Quantidade mg reagente/vaso
P (trat. 2)	44	NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	389
P (trat. 3 a 9)	44	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	355
Ca (trat. 3 a 9)	28	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	355
S (trat. 4 e 5)	30	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	604
S (trat. 6 a 9)	30	MgSO ₄ · 7H ₂ O	460
K (trat. 5 a 9)	50	KCl	191
Mg (trat. 6 a 9)	22,5	MgSO ₄ · 7H ₂ O	460
Fe (trat. 7 e 9)	2,0	Quelato de Fe (12% Fe)	33,3
Mn (trat. 8 e 9)	2,5	MnSO ₄ · H ₂ O	15,4
B (trat. 9)	0,5	H ₃ BO ₃	5,64
Cu (trat. 9)	2,0	CuSO ₄ · 5H ₂ O	15,63
Zn (trat. 9)	2,0	Quelato de Zn (14% Zn)	28,60
Mo (trat. 9)	0,25	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	1,26

boratório para determinação de nitrogênio (método semimicro), de fósforo (método colorimétrico com vanado-molibdato de

amônio) e de cálcio, magnésio, potássio, cobre, ferro, zinco e manganês (por espectrofotometria de absorção atômica).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quadros 3 e 4 são apresentados os resultados de análises de solo de ambos os locais estudados, em amostras retiradas dos vasos na data da colheita. Comparando-os com os do quadro 1, pode-se verificar que o pH original e o teor de Al^{3+} de ambos os solos já se encontram em níveis adequados

para o cultivo da centrosema, razão pela qual o Ca^{2+} e o Mg^{2+} foram aplicados como nutrientes e não como corretivos. Seus teores não se alteraram sensivelmente mediante a aplicação dos diversos tratamentos, principalmente em decorrência da extração dos mesmos pelas plantas.

QUADRO 3

Solo de São José do Rio Preto: análises realizadas pelo Instituto Agronômico, Campinas, em amostras retiradas dos vasos na data da colheita

Tratamentos	Mat. orgânica %	pH	Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K	P
			e.mg/100ml de T.F.S.A.			μg/ml	T.F.S.A.
1. Testemunha	1,8	5,8	0,0	1,2	0,4	96	5
2. P	1,9	5,9	0,1	1,0	0,5	118	11
3. PCa	1,9	5,8	0,1	1,2	0,5	82	12
4. PCaS	2,0	5,8	0,1	1,0	0,4	92	11
5. PCaSK	1,9	5,8	0,1	1,1	0,4	118	15
6. PCaSKMg	1,8	5,8	0,1	1,1	0,6	108	16
7. PCaSKMgFe	1,8	5,7	0,1	1,1	0,5	112	12
8. PCaSKMgMn	1,6	5,6	0,1	1,2	0,5	108	12
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	1,8	5,6	0,1	1,0	0,6	126	15

QUADRO 4

Solo de Andradina: análises realizadas pelo Instituto Agronômico, Campinas, em amostras retiradas dos vasos na data da colheita

Tratamentos	Mat. orgânica %	pH	Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K	P
			e.mg/100ml de T.F.S.A.			μg/ml	T.F.S.A.
1. Testemunha	2,0	6,3	0,0	2,0	0,5	90	2
2. P	2,0	6,2	0,0	1,9	0,5	68	9
3. PCa	2,0	6,0	0,1	2,1	0,5	48	6
4. PCaS	2,0	6,0	0,1	1,8	0,4	42	7
5. PCaSK	2,0	6,0	0,0	1,9	0,4	96	9
6. PCaSKMg	2,0	6,0	0,0	2,1	0,5	86	8
7. PCaSKMgFe	2,0	5,9	0,1	2,1	0,5	64	5
8. PCaSKMgMn	2,0	5,9	0,0	1,9	0,5	72	7
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	1,8	5,9	0,1	1,8	0,5	68	5

Pode-se ainda constatar que o teor de P para o solo de Andradina se apresentava mais baixo, quando comparado com o de São José do Rio Preto, sendo que em ambos os locais seus teores foram consideravelmente aumentados pela aplicação do referido elemento.

Nos quadros 5 e 6 são mostradas as produções de matéria seca a 65°C da parte aérea, raízes e planta inteira do primeiro e segundo cortes, além do número e peso seco (a 65°C) dos nódulos, em miligrama, dados esses previamente transformados pela fórmula \sqrt{x} .

Ressalta-se, inicialmente, a grande importância do fósforo no estabelecimento e desenvolvimento inicial da centrosema, em ambos os locais estudados, visto que, no primeiro corte, no tratamento que não recebeu tal elemento, a produção da leguminosa em questão foi significativamente inferior em relação aos demais tratamentos, que receberam tal elemento. Por outro lado, a produção referente ao tratamento que levava o fósforo isoladamente, para ambos os locais e cortes, não se mostrou estatisticamente diferente dos demais tratamentos que envolviam, além do fósforo, outros elementos essenciais, demonstrando claramente que a adubação fosfatada isoladamente já seria responsável por respostas satisfatórias para o crescimento inicial da centrosema nos locais em estudo. A relevância do elemento em foco é corroborada pelos trabalhos citados na introdução.

Ainda com relação ao fósforo, sua deficiência limitou consideravelmente a nodulação da centrosema em ambos os locais, tal qual exposto nos quadros 5 e 6. Esse elemento é imprescindível para o desenvolvimento dos nódulos e fixação de nitrogênio atmosférico pelos rhizobia.

Convém ainda ressaltar que os efeitos da omissão do fósforo foram mais sensíveis no solo de Andradina, que, como frisado, era originalmente portador de teores mais baixos de fósforo em relação à outra região enfocada.

Com relação ao tratamento testemunha (1) observou-se, para ambos os locais,

que sua produção de matéria seca (principalmente no primeiro corte), número e peso de nódulos, apresentaram os menores valores alcançados, demonstrando com isso a necessidade do acréscimo de um ou mais elementos essenciais ao estabelecimento e pleno desenvolvimento vegetativo, em quantidades suficientes e adequadas, de nada valendo a abundância de alguns em detrimento da ausência ou quantidades insuficientes de outros. Como nos mostram os quadros 7 e 8, porém, seus valores em N% foram altos, principalmente por ocasião do primeiro corte, devendo-se isso ao efeito da concentração imposta pela pequena produção do referido tratamento.

Outra particularidade notada diz respeito às produções dos tratamentos testemunhas de ambos os locais, relativas ao segundo corte, as quais se mostram idênticas àquelas obtidas pelos demais tratamentos estudados. Isso se deveu provavelmente ao grande suprimento original de N disponível nos solos, e não suficientemente exaurido durante o primeiro período vegetativo, acarretando uma rebrota e crescimento vegetativo normal. De dado momento para frente, porém, esse N disponível foi esgotado, e as plantas começaram a mostrar deficiência do elemento, refletida por uma coloração amarelada e baixos teores na planta (veja dados do segundo corte nos quadros 7 e 8). Isso se deveu a uma baixa fixação de N atmosférico pela limitação de nutrientes, principalmente o fósforo, no solo de Andradina, e micronutrientes, além do fósforo, no de São José do Rio Preto.

Observando-se os tratamentos que envolvem os demais macronutrientes (Ca, S, K e Mg) sem a adição dos micronutrientes, ou seja, os tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6, não se notou diferença significativa entre eles, com relação a todos os parâmetros estudados, para ambos os locais e cortes, confirmando-se, assim, a presença de teores satisfatórios para os macronutrientes estudados, exceto para o fósforo, como já assinalado.

Entretanto, a presença de micronutrientes influenciou respostas diversas e distintas por parte da centrosema para cada local estudado.

QUADRO 5

Produção de matéria seca (a 65°C) da parte aérea (P.A.), raízes (R) e planta inteira (P.I.) e número e peso seco dos nódulos de centrosema cultivada em solo de São José do Rio Preto. Média de quatro repetições

Tratamentos	Produção em g/vaso				Nódulos ⁽¹⁾	
	1.º corte	2.º corte			n.º/vaso	mg/vaso
	P.A.	P.A.	R.	P.I.		
1. Testemunha	1,48	2,40	0,79	3,19	10,72	14,18
2. P	3,39	2,02	0,87	2,89	16,67	18,71
3. PCa	3,19	2,29	0,99	3,28	15,46	18,81
4. PCaS	3,39	2,16	0,94	3,10	15,43	17,75
5. PcaSK	2,50	2,18	0,84	3,02	14,66	16,19
6. PCaSKMg	3,05	2,12	0,92	3,04	14,90	17,94
7. PCaSKMgFe	2,64	1,86	0,77	2,63	12,96	15,30
8. PCaSKMgMn	2,72	2,25	0,92	3,17	13,71	17,23
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	2,68	2,39	0,78	3,17	14,35	17,89
Coefficiente de variação %	14,5	16,7	14,09	14,4	10,7	11,2
D.M.S. 5% (Tukey)	0,97g	0,88g	n.s.	n.s.	3,66	4,56mg

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

QUADRO 6

Produção de matéria seca (a 65°C) da parte aérea (P.A.), raízes (R) e planta inteira (P.I.) e número e peso seco dos nódulos de centrosema cultivada em solo de Andradina. Média de quatro repetições

Tratamentos	Produção em g/vaso				Nódulos ⁽¹⁾	
	1.º corte	2.º corte			n.º/vaso	mg/vaso
	P.A.	P.A.	R.	P.I.		
1. Testemunha	0,50	2,70	0,85	3,55	6,78	7,14
2. P	3,14	2,74	0,99	3,73	14,63	17,15
3. PCa	3,46	2,97	1,04	4,01	13,04	17,94
4. PCaS	3,52	2,66	0,96	3,62	15,30	18,73
5. PcaSK	3,06	2,57	0,89	3,46	14,04	17,23
6. PCaSKMg	2,90	2,87	1,02	3,89	13,89	18,22
7. PCaSKMgFe	2,94	2,60	0,84	3,44	14,07	16,76
8. PCaSKMgMn	3,31	2,92	0,98	3,90	15,03	18,60
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	2,92	2,90	0,90	3,80	12,49	17,83
Coefficiente de variação %	12,1	14,2	17,4	14,0	8,1	9,6
D.M.S. 5% (Tukey)	0,83g	n.s.	n.s.	n.s.	2,58	4,61

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

QUADRO 7

Porcentagem de N na matéria seca a 65°C e quantidade total de N em mg/vaso da parte aérea (P.A.), raízes (R) planta inteira (P.I.) de centrosema cultivada em solo de São José do Rio Preto. Médias de quatro repetições

Tratamentos	N%			N total em mg/vaso			
	Parte aérea		Raízes	1.º Corte		2.º Corte	
	1.º Corte	2.º Corte		P.A.	P.A.	R.	P.I.
1. Testemunha	3,35	2,21	2,06	49	54	16	70
2. P	2,02	2,78	1,91	68	57	17	74
3. PCa	2,08	2,45	1,89	66	56	19	75
4. PCaS	2,09	2,44	1,96	71	53	18	71
5. PCaSK	2,74	2,37	1,96	69	52	16	68
6. PCaSKMg	2,25	2,43	1,90	68	52	18	70
7. PCaSKMgFe	2,74	2,19	1,94	71	41	15	56
8. PCaSKMgMn	2,38	2,38	1,91	64	54	18	72
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	2,80	3,15	2,09	71	75	16	91
Coefficiente de variação %	14,9	7,4	4,2	12,5	19,5	14,4	16,7
D.M.S. 5% (Tukey)	0,89	0,44	0,20	20	26	n.s.	n.s.

QUADRO 8

Porcentagem de N na matéria seca a 65°C e quantidade total de N em mg/vaso da parte aérea (P.A.), raízes (R) planta inteira (P.I.) de centrosema cultivada em solo de Andradina. Médias de quatro repetições

Tratamentos	N%			N total em mg/vaso			
	Parte aérea		Raízes	1.º Corte		2.º Corte	
	1.º Corte	2.º Corte		P.A.	P.A.	R.	P.I.
1. Testemunha	3,66	2,66	2,39	18	71	20	91
2. P	2,64	3,28	2,12	80	90	21	111
3. PCa	2,05	2,99	2,18	71	89	22	111
4. PCaS	2,32	3,11	2,06	81	83	20	103
5. PCaSK	2,59	2,88	2,04	79	74	18	92
6. PCaSKMg	2,66	2,92	2,02	77	85	21	106
7. PCaSKMgFe	2,72	3,11	2,08	80	81	18	99
8. PCaSKMgMn	2,34	2,75	2,01	77	80	20	100
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	2,86	3,10	2,14	84	90	19	109
Coefficiente de variação %	10,9	7,3	5,2	9,7	16,9	9,4	16,6
D.M.S. 5% (Tukey)	0,70	0,52	0,27	17mg	n.s.	n.s.	n.s.

Para o solo de Andradina, a aplicação de micronutrientes não resultou em aumentos significativos nas variáveis estudadas, como exposto nos quadros 6 e 7, embora a aplicação conjunta dos micronutrientes mostrasse ligeira tendência de acréscimo na eficiência dos nódulos, fato esse constatado nos teores de N% e N total, apresentados no quadro 8. Resultados semelhantes com a aplicação conjunta de tais elementos foram obtidos por DE POLI et alii⁴, em estudo com a centrosema. Entretanto, WERNER & MATTOS¹² e TRIGOSO & FASSBENDER¹¹, entre outros, constataram efeitos depressivos na nodulação e produção da centrosema, quando os micronutrientes eram aplicados em conjunto. Todavia, WERNER & MATTOS¹², trabalhando com o mesmo solo de WERNER & MATTOS¹³, valendo-se de um esquema fatorial, observaram efeitos significativos e negativos da interação B x Cu x Zn para porcentagem de N da parte aérea e das interações B x Cu x Zn e B x Cu x Zn x Mo para produção de N total da parte aérea e da planta inteira. Quanto aos efeitos simples de cada nutriente, os aumentos proporcionados pelo Mo, na produção de matéria seca e no peso de nódulos, não chegaram a ser estatisticamente significativos. Mas esse micronutriente provocou aumentos altamente significativos e expressivos na porcentagem de N e produção de N total da centrosema. O B provocou aumento significativo no número de nódulos, tendência de aumento na produção de matéria seca e peso de nódulos e tendência de diminuição na porcentagem de N. O Cu não provocou aumentos significativos na produção de matéria seca, porcentagem de N e produção de N total, mas apresentou interação positiva e significativa com Mo no aumento da produção de matéria seca e N total. O Zn não mostrou efeitos significativos nos parâmetros estudados. Com relação ainda à aplicação conjunta dos micronutrientes e suas conseqüências e efeitos, MONTEIRO; WERNER; FANCELLI*, trabalhando com o mesmo solo da região de Andradina, usando um esquema fatorial com os micronutrientes B, Mo, Cu e Zn, constataram para o primeiro corte que tais elementos não aumentaram significativamente a produção de matéria seca, N total

e N% da centrosema. No segundo corte, constataram aumentos de 6,5; 3,6 e 2,4% respectivamente para os efeitos de Zn, Cu e Mo, na produção de matéria seca (65°C). O boro diminuiu-a em 4,6%. Esses valores não foram estatisticamente significativos. O Mo provocou aumentos altamente significativos e, o cobre, aumentos significativos na porcentagem de N da centrosema. Zn e B não alteraram significativamente esses teores. A produção de N total foi aumentada em 14,3; 8,6 e 7,2%, respectivamente, com os efeitos do Mo, Cu e Zn. O B reduziu em 4,7% essa produção. Foram estatisticamente significativos na produção de N total, apenas os efeitos devidos ao Mo.

Examinando os dados do segundo corte, no solo de São José do Rio Preto, observa-se que as respostas aos tratamentos evidenciaram-se principalmente em relação à aplicação de micronutrientes, visto que os tratamentos que envolviam macronutrientes não apresentaram diferenças entre si (quadro 7).

Ressalta-se sobremaneira a queda de produção da centrosema em decorrência da adição do Fe (tratamento 7), que, depois da testemunha (1), é aquele que apresenta os menores valores obtidos para todos os parâmetros estudados no segundo corte, exceto para as taxas de N nas raízes, como exposto nos quadros 5 e 7. Resultados similares referentes à adição e omissão do Fe foram obtidos por JONES; QUAGLIATO; FREITAS⁸, TRIGOSO & FASSBENDER¹¹ e WERNER & MATTOS¹³. Isso possibilita aventar a hipótese de bom suprimento original de tal micronutriente no solo em questão e problemas de sua toxicidade quando adicionado.

A aplicação conjunta dos micronutrientes no solo de São José do Rio Preto, embora não tenha provocado aumento na produção da centrosema, provavelmente devido à ação depressiva do ferro, provocou sensível aumento na taxa de N fixada, demonstrando a importância de um ou mais micronutrientes no desenvolvimento e eficiência dos nódulos. Com efeito, MONTEIRO; WERNER; FANCELLI*, trabalhando

(*) MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C.; FANCELLI, A. L. — Informação pessoal, 1980.

(*) MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C.; FANCELLI, A. L. — Informação pessoal, 1980.

QUADRO 9

Teores de P, K, Ca e Mg na matéria seca a 65° C da centrosema cultivada em solo de São José do Rio Preto. Médias de quatro repetições

Tratamentos	P%		K%		Ca%		Mg%	
	1.º Corte	2.º Corte						
1. Testemunha	0,21	0,29	1,75	1,46	1,56	1,31	0,34	0,30
2. P	0,25	0,33	1,60	1,65	1,30	1,30	0,31	0,27
3. PCa	0,24	0,33	1,61	1,58	1,27	1,27	0,29	0,26
4. PCaS	0,24	0,34	1,57	1,59	1,31	1,27	0,29	0,25
5. PCaSK	0,29	0,32	1,62	1,57	1,46	1,31	0,34	0,28
6. PCaSKMg	0,24	0,30	1,74	1,91	1,32	1,31	0,25	0,23
7. PCaSKMgFe	0,25	0,29	1,78	1,83	1,49	1,29	0,28	0,25
8. PCaSKMgMn	0,24	0,28	2,85	1,80	1,49	1,33	0,30	0,25
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	0,26	0,28	2,00	1,99	1,51	1,23	0,31	0,24
Coefficiente de variação %	9,8	11,4	6,7	4,6	7,4	7,8	7,5	10,2
D.M.S. 5% (Tukey)	0,06	n.s.	0,28	n.s.	0,25	n.s.	0,054	0,06

QUADRO 10

Teores de P, K, Ca e Mg na matéria seca a 65° C da centrosema cultivada em solo de Andradina. Médias de quatro repetições

Tratamentos	P%		K%		Ca%		Mg%	
	1.º Corte	2.º Corte						
1. Testemunha ⁽¹⁾	—	0,13	—	1,38	—	1,40	—	0,29
2. P	0,25	0,26	1,55	1,48	1,74	1,25	0,35	0,27
3. PCa	0,20	0,26	1,46	1,47	1,62	1,23	0,31	0,27
4. PCaS	0,23	0,26	1,53	1,81	1,70	1,45	0,33	0,28
5. PCaSK	0,23	0,25	1,55	1,55	1,63	1,38	0,33	0,30
6. PCaSKMg	0,21	0,25	1,78	1,73	1,79	1,28	0,29	0,26
7. PCaSKMgFe	0,20	0,25	1,75	1,88	1,72	1,28	0,29	0,25
8. PCaSKMgMn	0,18	0,25	1,62	1,88	1,70	1,28	0,27	0,24
9. PCaSKMgFeMnBCuZnMo	0,22	0,24	1,78	1,85	1,75	1,27	0,29	0,25
Coefficiente de variação %	10,8	6,6	5,3	10,2	7,7	7,2	7,0	6,7
D.M.S. 5% (Tukey)	0,053	0,038	0,20	0,41	n.s.	n.s.	0,051	n.s.

(1) Quantidade de material insuficiente para análise, por ocasião do primeiro corte.

com o mesmo solo de São José do Rio Preto, em um esquema fatorial 2⁴, com os micronutrientes B, Mo, Cu e Zn, obtiveram efeitos altamente expressivos com a aplicação do Mo, principalmente no que diz respeito à fixação do N. Depois do Mo, o Zn foi o nutriente que proporcionou os maiores efeitos na fixação de N pela centrosema. O Cu apresentou apenas ligeiro efeito nas variáveis estudadas, enquanto o B apresentou efeitos negativos.

Nos quadros 9 e 10 são apresentados os teores de P, K, Ca e Mg na centrosema cultivada nos solos em estudo, para os diversos tratamentos. Ressaltam-se, em primeiro plano, os teores mais baixos de P, no tratamento testemunha, comprovando sua importância para a nutrição das legumino-

sas e sua pronunciada deficiência nos solos em questão.

Os teores de Ca, Mg e K não apresentaram aumentos acentuados com a aplicação dos tratamentos contendo tais elementos. Por outro lado, os mesmos já se encontravam em níveis relativamente elevados nos tratamentos em que não foram aplicados, demonstrando que os solos em estudo possuem originalmente teores adequados desses elementos para o crescimento normal da centrosema.

Nos quadros 11 e 12 são apresentados os teores dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, encontrados na matéria seca a 65°C da centrosema cultivada nos solos em foco, para alguns tratamentos.

QUADRO 11

Partes por milhão (ppm) de Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca a 65°C da centrosema cultivada em solo de São José do Rio Preto. Primeiro (1.º C.) e segundo corte (2.º C.). Médias de quatro repetições

Tratamentos	Cu (ppm)		Fe (ppm)		Mn (ppm)		Zn (ppm)	
	1.º C.	2.º C.						
6 - Macros	21	21	302	480	197	329	36	38
7 - Macros + Fe	23	26	412	704	222	319	36	45
8 - Macros + Mn	23	25	282	507	254	340	38	41
9 - Macros + BCuZnMoFeMn	25	26	334	543	247	329	41	45

QUADRO 12

Partes por milhão (ppm) de Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca a 65°C da centrosema cultivada em solo de Andradina. Primeiro (1.º C.) e segundo corte (2.º C.). Médias de quatro repetições

Tratamentos	Cu (ppm)		Fe (ppm)		Mn (ppm)		Zn (ppm)	
	1.º C.	2.º C.						
6 - Macros	11	18	208	473	104	257	27	41
7 - Macros + Fe	13	20	355	569	93	229	27	42
8 - Macros + Mn	12	19	243	470	107	253	26	41
9 - Macros + BCuZnMoFeMn	17	20	298	537	93	240	30	40

Para ambos os solos, constatou-se o aumento dos teores dos micronutrientes dosados, em função da sua adição nos tratamentos em que eles foram determinados.

De maneira geral, os teores dos micronutrientes dosados estão mais baixos no primeiro do que no segundo corte, aumentando normalmente com a aplicação dos respectivos micronutrientes. Para o caso do

Fe e Mn, o aumento é mais acentuado quando são aplicados isoladamente, em relação à aplicação conjunta dos micronutrientes (tratamento 9), fato esse que pode ser atribuído a uma provável competição de íons. Os teores de Cu e Zn em geral se apresentaram mais baixos na centrosema cultivada no solo de Andradina, que no de São José do Rio Preto, principalmente no que diz respeito ao primeiro corte.

CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos pelo presente trabalho, pode-se concluir que:

1. O fósforo mostrou ser imprescindível para o estabelecimento da centrosema nos solos estudados.

2. A aplicação de Ca, Mg e K não produziu aumento satisfatório na produção e fixação de nitrogênio da centrosema, em ambos os solos, demonstrando que eles já possuíam tais elementos em quantidades

adequadas para o crescimento normal dessa leguminosa.

3. Os micronutrientes molibdênio, boro, zinco e cobre, aplicados em conjunto, foram responsáveis por um efeito decisivo na fixação do nitrogênio atmosférico pela centrosema, quando cultivada no solo de São José do Rio Preto.

4. A aplicação de ferro foi prejudicial, provocando uma queda sensível na produção de matéria seca e quantidade de nitrogênio fixado pela centrosema.

SUMMARY

The present greenhouse pot experiment was conducted at Instituto de Zootecnia - Nova Odessa, SP, using a soil classified as "Podzolizado de Lins e Marília variação Marília", brought from two Counties of the State of São Paulo (São José do Rio Preto and Andradina). It was studied the effect of several fertilizer treatments upon the dry matter yield and nitrogen fixation by *Centrosema pubescens* Benth. The treatments were: 1: check; 2: P only; 3: P + Ca; 4: 3 + S; 5: 4 + K; 6: 5 + Mg; 7: 6 + Fe; 8: 6 + Mn and 9: 6 + Fe Mn B Cu Zn Mo.

These treatments were set in Randomized Block Design with four replications. The first harvest was held 47 days after planting and the second one 27 days after the first.

The results of the first harvest showed that P is the most limiting factor for the establishment of Centro in the soils studied, because only

treatment one (check) was significantly different from the others.

In the regrowth, centro showed diverse behavior with respect to the treatments applied in the soils from the two places. On the soil from Andradina there was no statistical differences among treatments for dry matter yield and nitrogen fixation.

The regrowth of centro in the soil brought from São José do Rio Preto, also did not show significant effect from the application of the macronutrients, but the application of the micronutrients all together was responsible for a great increase in the nitrogen fixation by centro as measured by the N percentage and total nitrogen per pot. Iron application (treatment 7) showed a negative effect in decreasing dry matter yield, nodulation and nitrogen fixation in this soil.

AGRADECIMENTOS

Ao Engenheiro Agrônomo Marco Antonio dos Santos, pela colaboração na coleta de solos e instalação do ensaio, e ao Auxi-

liar de Engenheiro-Agrônomo Rodolfo Leandro Mauerberg, pela ajuda nas diversas fases do ensaio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — ANDREW, C. S. — Influence of nutrition on 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 Farham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureau, 1962. p. 130-46. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 46)
- 2 — ——— & HEGARTY, M. P. — Comparative responses to manganese excess of eight tropical and four temperate legume species. *Austr. J. agric. Res.*, Melbourne, Vic., 20:687-96, 1969.
- 3 — CARVALHO, M. M.; BAHIA FILHO, A. P. G.; FRANÇA, G. E. — Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latossol vermelho-escuro, fase cerrado. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970 - *Anais. . .* Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul, 1970. p. 109-15.
- 4 — DE-POLLI, H.; SUHET, A. P.; FRANCO, A. A. — Micronutrientes limitando a fixação de N atmosférico e produção de centrosema em solo podzólico vermelho-amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, SP, Brasil, 1975 - *Anais. . . 14 a 20 de julho*. Campinas, SP, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p. 151-6.
- 5 — DOBEREINER, J. & ARONOVICH, S. — Efeito da calagem e da temperatura do solo na fixação de nitrogênio de *Centrosema pubescens* Benth., em solo com toxicidade de manganês. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, Brasil, 1965 - *Anais. . . 7 a 20 de janeiro*. São Paulo, Departamento da
- Produção Animal, 1966. 2 v. v. 2, p. 1121-4.
- 6 — JAVIER, E. Q.; LEON, B.; CASTILLO, E. — Fertilizer response of pasture crops on Aborlan sandy loam an infertile coastal plain soil in Palawan. *Philipp. J. Crop Sci.*, Laguna, 2(1):34-6, 1977.
- 7 — JONES, M. B. & FREITAS, L. M. M. — Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossol vermelho-amarelo de campo cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 5: 91-9, 1970.
- 8 — ———; QUAGLIATO, J. L.; FREITAS, L. M. M. — 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.
- 9 — JONES, R. J. — Propostas de zoneamento de plantas forrageiras para o Estado de São Paulo. *Zootecnia*, São Paulo, 12(3):177-90, 1974.
- 10 — NEME, A. N. & NERY, J. P. — Influência de adubos minerais e do calcário na produção e composição química de leguminosas forrageiras perenes. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, Brasil, 1965 - *Anais. . . 7 a 20 de janeiro*. São Paulo, Departamento da Produção Animal, 1966. 2 v. v. 1, p. 665-70.
- 11 — TRIGOSO, R. & FASSBENDER, H. W. — Efecto de aplicaciones de Ca + Mg, P, Mo y B sobre la producción y fijación de nitrógeno de cuatro leguminosas tropicales. *Turrialba*, Costa Rica, 23(2):172-80, 1973.

- 12 — WERNER, J. C. & MATTOS, H. B. — Ensaio de fertilização com quatro micronutrientes em *Centrosema pubescens* Benth. *B. Indústr. anim.*, São Paulo, n.s. 32(1):123-35, 1975.
- 13 — _____ & _____ — Estudos de nutrição da *Centrosema*, *Centrosema pubescens* Benth. *B. Indústr. anim.*, São Paulo, n.s. 29(2):375-91, 1972.
- 14 — WERNER, J. C. & MONTEIRO, F. A. — Efeitos das adubações fosfatada e potássica na produção de um pasto consorciado de gordura com *centrosema*. *B. Indústr. anim.*, São Paulo, n.s. 31(2):301-12, 1974.