

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, abril de 1967

N.º 10

## ADUBAÇÃO DA SOJA

### V — EFEITOS DA INOCULAÇÃO DAS SEMENTES COM *RHIZOBIUM* E DA SUBSEQÜENTE “PELETIZAÇÃO” COM PASTA DE CARBONATO DE CÁLCIO NA AUSÊNCIA E NA PRESENÇA DA CALAGEM E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA (1)

H. A. A. MASCARENHAS e SHIRO MIYASAKA, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Leguminosas, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), GUIDO DI SORDI, *engenheiro-agrônomo*, Estação Experimental de Ribeirão Preto, e ELI S. LOPES, *engenheiro-agrônomo*, Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônômico

### SINOPSE

Para estudar os efeitos dos tratamentos indicados sobre a soja, foram conduzidas experiências em solos ácidos de Ipuã, numa área recém-desbravada, e de Ribeirão Preto, em solo repetidamente cultivado. Enquanto a calagem aumentou consideravelmente a produção nas duas localidades, a adubação nitrogenada e a inoculação, usadas na ausência uma da outra, só a aumentaram em Ribeirão Preto. Nas duas experiências, a “peletização” reduziu os “stands” e as produções. Os autores também estudaram a influência dos tratamentos sobre a nodulação.

### 1 — INTRODUÇÃO

A inoculação das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é medida considerada indispensável, pelo menos quando se deseja cultivá-la em terrenos desprovidos da estirpe apropriada de *Rhizobium*. A operação é simples, mas exige que seja executada

(1) Trabalho apresentado na XIX Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada no Rio de Janeiro. Recebido para publicação em 30 de novembro de 1966.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônômico. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

pouco antes do plantio, o que apresenta séria dificuldade, pelo acúmulo de serviços que acarreta, quando se pretende plantar grande área ou instalar elevado número de experiências.

A “peletização” (*pelletting*) ou revestimento das sementes inoculadas com leve camada de carbonato de cálcio ou fosfato tricálcico, conforme técnica experimentada e recomendada por Brockwell, citada por Norris (1), além de contribuir para aumentar a nodulação em solos ácidos, oferece a vantagem de proteger o inoculante por várias semanas, tornando desnecessária a semeadura imediata.

Para estudar o comportamento do processo nas condições do Estado de São Paulo, em 1965-66 foram conduzidas as duas experiências que constituem o objetivo deste trabalho, nas quais a inoculação, com ou sem subsequente “peletização”, foi testada na ausência e na presença da calagem e da adubação nitrogenada.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Nas duas experiências, instaladas nos municípios de Ipuã e Ribeirão Preto, usou-se o delineamento de parcelas subdivididas, com três repetições. Essas parcelas receberam, ou não, calcário magnesiano, e dentro de cada uma delas colocaram-se subparcelas com os seguintes tratamentos: *a*) sem adubo; *b*) PK; *c*) PK + *in*; *d*) PK + *in* + *plt*; *e*) N<sub>1</sub>PK; *f*) N<sub>1</sub>PK + *in*; *g*) N<sub>1</sub>PK + *in* + *plt*; *h*) N<sub>2</sub>PK, nos quais *in* e *plt* significam, respectivamente, inoculação e “peletização”. Como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio empregaram-se, respectivamente, sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, sendo que N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub> representam 30 e 60 kg/ha de N; P e K, 100 e 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

Em Ipuã, empregou-se um calcário com 34% de CaO e 13% de MgO; o material usado em Ribeirão Preto tinha 38% de CaO e 9% de MgO. O corretivo foi sempre empregado à razão de 3 t/ha, espalhado nas correspondentes parcelas e, em seguida, misturado com enxada à camada superficial do solo. Essa aplicação foi efetuada 1,5 mês antes do plantio da soja; mais tarde, com a aração geral das áreas destinadas às experiências, é que o calcário foi incorporado mais profundamente ao solo.

O fósforo e o potássio foram aplicados em sulcos situados 5 cm ao lado dos destinados às sementes; o nitrogênio, em cobertura, cerca de oito dias depois da germinação.

A inoculação das sementes foi feita segundo o método habitual, com inoculante do comércio, veiculado em turfa. Para a "peletização", as sementes foram inicialmente tratadas com uma solução de goma-arábica a 45%, da qual usaram-se 10 ml para 100 g de sementes. A seguir, foram inoculadas e depois misturadas com  $\text{CaCO}_3$  finamente moído, na proporção de 60 g por 100 g de sementes, até que ficassem completamente revestidas, e postas a secar por 12 horas na sombra. Essa operação foi executada dez dias antes do plantio. As sementes não "peletizadas" foram inoculadas, como normalmente, na véspera do plantio; as das testemunhas não receberam qualquer tratamento.

As subparcelas constaram de seis fileiras de 5 m, com o espaçamento de 60 cm; contudo, para a colheita só foram aproveitadas as duas fileiras centrais, das quais se excluíram 50 cm nas cabeceiras, de sorte que a área útil ficou reduzida a 4,80 m<sup>2</sup>. Por metro linear de fileira, empregaram-se 25 sementes. Não se fez desbaste.

O plantio foi efetuado na primeira quinzena de novembro de 1965, com sementes da variedade Pelicano; a colheita, no dia 12 de abril de 1966.

Para examinar a nodulação, fizeram-se duas amostragens em cada experiência, extraindo-se cuidadosamente, ao acaso, cinco plantas das bordaduras de cada subparcela. A primeira amostragem foi efetuada um mês depois da germinação; a segunda, cerca de duas semanas após o início do florescimento.

Instalaram-se as duas experiências em áreas de Latosol Roxo, segundo a classificação da Comissão de Solos do Ministério da Agricultura (2). No quadro 1 figuram os dados das análises físicas e químicas dos solos utilizados. Detalhes sobre a execução das experiências serão mencionados a seguir, ao serem apresentados os resultados de cada uma delas.

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

#### 3.1 — EXPERIÊNCIA DE IPUÁ

Instalada na fazenda da Prata (3), numa área que teve vegetação de cerrado, ou melhor, de cerradão, e fôra desbravada no ano anterior ao da experiência. O tempo correu satisfatoriamente.

(3) Os autores agradecem ao Sr. Mário Amaral, pela colaboração prestada na execução da experiência realizada na fazenda da Prata, de sua propriedade.

“STANDS” — As sementes germinaram normalmente e os “stands” foram bons, menos nos tratamentos que receberam sementes “peletizadas”. Dando o valor 100 à média dos quatro

QUADRO 1. — Características físicas e químicas <sup>(1)</sup> dos solos utilizados nas experiências de inoculação e adubação da soja conduzidas em Ipuã e Ribeirão Preto

Características	Ipuã	Rib. Preto	Características	Ipuã	Rib. Preto
<b>ANÁLISE FÍSICA</b>					
			N, % .....	0,12	0,15
Areia grossa, % .....	5,0	10,0	$\text{FO}_4^{-3}$ , e. mg <sup>(2)</sup> .....	0,03	0,06
Areia fina, % .....	28,8	26,8	$\text{K}^+$ , e. mg <sup>(3)</sup> .....	0,08	0,08
Limo, % .....	21,7	27,0	$\text{Ca}^{+2}$ , e. mg <sup>(3)</sup> .....	0,35	2,25
Argila, % .....	44,5	36,2	$\text{Mg}^{+2}$ , e. mg <sup>(3)</sup> .....	0,05	0,80
			$\text{Al}^{+3}$ , e. mg <sup>(3)</sup> .....	0,88	tr.
<b>ANÁLISE QUÍMICA</b>					
			$\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$ , e. mg <sup>(3)</sup> .....	4,90	4,30
pH .....	4,80	5,50			
C, % .....	1,88	1,83			

<sup>(1)</sup> Análises efetuadas na Seção de Agrogeologia, com a colaboração do Eng.º Agr.º Bernardo Van Raij.

<sup>(2)</sup> Solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05N, em 100 g de T.F.S.A.

<sup>(3)</sup> Trocáveis, em 100 g de T.F.S.A.

tratamentos com sementes apenas inoculadas, o índice referente à média dos quatro que tiveram inoculação e "peletização" caiu para 35, no "stand" inicial, e para tão somente 26, no final, determinado por ocasião da colheita. Deve-se esclarecer que isso aconteceu tanto na presença como na ausência da calagem, e que o solo utilizado era muito ácido (pH 4,8).

**NODULAÇÃO** — Pouco mais de um mês após a germinação, fêz-se a primeira amostragem, observando-se que, em média das plantas examinadas, havia somente 1 nódulo por planta no tratamento PK + *in* + *plt* das parcelas sem calcário e 1,7 no mesmo tratamento da parte com calcário. Nas plantas dos demais tratamentos não se encontraram nódulos.

Na segunda amostragem, efetuada duas semanas após o início da floração (três meses depois da germinação), a situação melhorou consideravelmente; todavia, a nodulação ainda foi muito baixa, conforme se vê no quadro 2. Observa-se que, em regra, a adubação nitrogenada reduziu a média de nódulos por planta, ao passo que a calagem, a inoculação e a "peletização" a aumentaram. O efeito favorável da "peletização", que foi o mais consistente, talvez tenha sido exagerado pelo fato de ter ela reduzido os "stands" e, conseqüentemente, diminuído a concorrência entre as plantas sobreviventes.

**PRODUÇÃO** — As produções de sementes, apresentadas no quadro 3, foram muito boas nos melhores tratamentos.

Nos cálculos da análise estatística, os coeficientes de variação nas parcelas e subparcelas corresponderam a, respectivamente, 18,7 e 30,7%.

O efeito médio do calcário, de +514 kg/ha ou +29%, não foi significativo, e a interação entre êsse corretivo e os demais tratamentos também não alcançou o nível de significância. Todavia deve-se dizer que na ausência de qualquer adubação o corretivo deprimiu ligeiramente a produção, ao passo que na presença de PK, PK + *in* e PK + *in* + *plt* seus efeitos atingiram, respectivamente, +611, +677 e +1.160 kg/ha.

Em relação ao tratamento sem adubo, as respostas à adubação com PK corresponderam a +688 kg/ha (+51%), na ausência, e a +1.365 kg/ha (+106%), na presença da calagem, sendo que somente a segunda foi significativa segundo o teste de Tukey a 5%.

QUADRO 2. — Influência dos tratamentos indicados sobre a nodulação da soja, verificada em amostragem efetuada duas semanas após o início do florescimento, nas experiências de adubação, inoculação (in) e “peletização” (plt) realizadas em Ipuã e Ribeirão Preto

Tratamentos	Ipuã		Ribeirão Preto			
	Número de nódulos por planta		Nódulos por planta			
			Número		Peso, em mg	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
Sem adubo .....	0	0,2	73	57	295	348
PK .....	0,3	0,3	74	107	290	386
PK + in .....	0,2	2,3	61	97	244	437
PK + in + plt .....	4,2	3,4	68	72	182	365
N <sub>1</sub> PK .....	0	0,3	83	74	317	348
N <sub>1</sub> PK + in .....	1,1	0,5	120	64	380	306
N <sub>1</sub> PK + in + plt .....	3,8	8,5	70	91	221	393
N <sub>2</sub> PK .....	0	0,1	81	31	210	143
Médias .....	1,2	2,0	79	74	267	341

Esta experiência mostra claramente o que pode acontecer quando se pretende aumentar a produtividade de um solo pobre e ácido mediante o emprego exclusivo da calagem ou da adubação. No presente caso, enquanto os efeitos da calagem e da adubação

com PK, empregados sôzinhos, foram de, respectivamente, —66 e +688 kg/ha, e a soma dêles alcançou apenas +622 kg/ha, o da aplicação conjunta de calcário + PK se elevou a +1.299 kg/ha.

Quer na ausência, quer na presença da calagem ou da inoculação, a adubação nitrogenada não aumentou significativamente a produção. Os efeitos da inoculação, bem como os da “peletização”, foram sempre negativos, mas não significativos. Contudo, na ausência da calagem, a depressão, não significativa, causada pelo conjunto *in* + *plt*, mesmo na ausência da adubação nitrogenada atingiu 827 kg/ha.

Tratando-se de solo recém-desbravado e, certamente, bem provido de nitrogênio assimilável, não se deviam esperar respostas favoráveis à adubação nitrogenada ou à inoculação. Quanto à “peletização”, que aumentou a nodulação, seu efeito fortemente depressivo, na produção, deve ser atribuído, principalmente, à redução que ela causou nos “stands”.

Como a área utilizada tinha vegetação de cerrado, convém acentuar que, apesar da elevada acidez do solo (pH 4,8), a produção de sementes de soja, que foi de 1.354 kg/ha no tratamento sem calcário e sem adubo, caiu para 1.288 kg/ha naquele que só recebeu calcário, passou para 2.042 kg/ha no adubado somente com PK, elevou-se a 2.653 kg/ha no que recebeu calcário + PK e atingiu 2.729 kg/ha quando se empregou calcário + N<sub>2</sub>PK. Assim, o aumento de produção proporcionado por êste tratamento correspondeu a 1.375 kg/ha ou 102%.

### 3.2 — EXPERIÊNCIA DE RIBEIRÃO PRÊTO

Conduzida na Estação Experimental de Ribeirão Preto. A área utilizada havia sido cultivada várias vezes com algodão adubado com NPK e, em seguida, duas vezes com milho sem adubo. No ano anterior ao da experiência, ficou em pousio. Em novembro, as chuvas foram um pouco inferiores às normais, mas havia chovido abundantemente no mês anterior. Durante o resto do ciclo, o tempo correu satisfatoriamente.

“STANDS” — A germinação se processou normalmente, exceto nos tratamentos com sementes “peletizadas”. Procedendo como na experiência de Ipuã, e dando o valor 100 às médias dos “stands” inicial e final dos tratamentos cujas sementes foram apenas inoculadas, os índices referentes às médias dos que receberam sementes inoculadas e “peletizadas” caíram, respectivamente, para 31 e 47. Nesta experiência, em solo com pH 5,5, as reduções devidas a *plt* aumentaram na presença da calagem, mas o fato é que, na ausência desta, também foram muito grandes.

QUADRO 3. — Produções de soja, em quilogramas por hectare, obtidas nas experiências conduzidas em Ipuã e Ribeirão Preto, para estudar os efeitos da inoculação (**in**) e “peletização” (**plt**) das sementes na ausência e na presença da calagem e da adubação nitrogenada

Tratamentos	Ipuã		Ribeirão Preto	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
Sem adubo .....	1.354	1.288	1.479	1.764
PK .....	2.042	2.653	819	1.563
PK + in .....	1.747	2.424	1.507	2.431
PK + in + plt .....	1.215	2.375	1.701	1.757
N <sub>1</sub> PK .....	2.188	2.344	1.264	2.049
N <sub>1</sub> PK + in .....	1.878	2.288	1.118	1.840
N <sub>1</sub> PK + in + plt .....	1.479	2.000	1.028	1.979
N <sub>2</sub> PK .....	2.087	2.729	1.257	1.882
Médias .....	1.749	2.263	1.272	1.908

É estranho que as pequenas quantidades de CaCO<sub>3</sub> e goma-arábica tenham causado tão grande prejuízo, fato para o qual os autores ainda não dispõem de explicação. A possibilidade de ter a “pelitização” impedido ou retardado a absorção de água pelas sementes, parece não existir, porque nas duas experiências a germinação se processou dentro de uma semana, indicando que os solos tinham umidade suficiente para destruir o revestimento. Em Ribeirão Preto, onde existe um posto meteorológico, verificou-se que, nos três dias anteriores à instalação, caíram 53 mm de chuva, e no período imediato às chuvas, embora fracas, foram bem distribuídas.



**NODULAÇÃO** — Na primeira amostragem, feita um mês depois da germinação, já se notava apreciável nodulação nas plantas de todos os tratamentos.

Nas parcelas sem calcário, o número médio de nódulos por planta variava entre 7,0 e 11,3, com a média geral de 9,1; nas que receberam calcário, esse número oscilava entre 8,7 e 13,3, com a média geral de 10,9. Mesmo na ausência da inoculação, a adubação nitrogenada fez baixar a média de 11,2 para 8,9 nódulos. Na ausência da adubação nitrogenada, a inoculação, com ou sem subsequente “peletização”, não aumentou a nodulação. Observou-se, contudo, que nos oito tratamentos cujas sementes não haviam sido previamente inoculadas, o número médio de nódulos por planta oscilava entre 7,0 e 13,2, com a média geral de 9,8, indicando que o solo utilizado estava bem provido de bactérias noduladoras.

Na segunda amostragem, realizada 15 dias após o início do florescimento (2,5 meses após a germinação), além de terem sido contados, os nódulos foram pesados, depois de lavados e secos ao ar. Os resultados se acham no quadro 2. A presente apreciação será baseada no peso médio dos nódulos de uma planta.

Em média dos tratamentos sem e com calcário, as produções de nódulos foram de, respectivamente, 267 e 341 mg, sendo de 28% o aumento observado.

Na ausência da inoculação das sementes, os nódulos dos tratamentos que receberam  $N_0$ ,  $N_1$  e  $N_2$  corresponderam a, respectivamente, 338, 333 e 177 mg. Assim, enquanto a dose 1 de nitrogênio praticamente não modificou a nodulação, o efeito da dose 2 foi fortemente depressivo. Na presença da inoculação (sem “peletização”),  $N_1$  também não alterou consistentemente a nodulação.

O efeito médio da inoculação (sem “peletização”), tanto na ausência como na presença da adubação nitrogenada, foi praticamente nulo, pois a colheita de nódulos passou de 335 mg, na média dos tratamentos sem inoculação, para apenas 342 mg, na dos tratamentos cujas sementes foram inoculadas. Isso confirma os resultados da primeira amostragem e mostra que havia abundância de bactérias noduladoras no solo utilizado para a experiência.

Na ausência da calagem, a “peletização” prejudicou consideravelmente a colheita de nódulos, ao passo que na presença do

corretivo seu efeito médio foi apenas nulo. Em média dos tratamentos com *in* e dos que receberam *in* + *plt*, as produções de nódulos foram de 342 e 290 mg, respectivamente.

**PRODUÇÃO** — As produções de sementes (quadro 3) foram geralmente boas, sobretudo nas parcelas que receberam calcário.

O coeficiente de variação correspondeu a 5,4%, na análise estatística das parcelas com e sem calcário, mas elevou-se a 21,6%, nas subparcelas.

O efeito médio da calagem foi altamente significativo e atingiu +636 kg/ha ou +50%. A interação entre o calcário e os demais tratamentos não alcançou significância. Entretanto, houve grandes diferenças no comportamento do corretivo. Assim é que seu efeito, de tão sómente +285 kg/ha, na ausência de qualquer adubação, passou a +744 kg/ha, na presença de PK, elevando-se a +924 kg/ha, na presença de PK + *in*.

Dentro do mesmo nível de calcário, não houve diferenças significativas entre os tratamentos comparados. Todavia, convém registrar os efeitos mais interessantes.

Provavelmente porque a área utilizada tinha sido adubada com NPK em culturas anteriores, a adubação com PK deprimiu a produção, principalmente nas parcelas sem calcário.

Na ausência da inoculação, as respostas a  $N_1$  e  $N_2$  corresponderam a, respectivamente, +445 e +438 kg/ha, nas parcelas sem calcário, e a +486 e +319 kg/ha, nas que receberam o corretivo. Na presença da inoculação, porém, as respostas a  $N_1$  foram sempre fortemente negativas.

Correspondentemente, os efeitos da inoculação foram negativos, na presença da adubação nitrogenada, ao passo que na ausência dessa adubação atingiram, respectivamente, +688 e +868 kg/ha, nas parcelas sem e com calcário. Esses efeitos contrastam com o que se observou linhas atrás, a propósito da influência da inoculação, que não aumentou a nodulação. Isso parece indicar que as bactérias preexistentes no solo utilizado, embora fossem capazes de provocar abundante nodulação em todos os canteiros, a ponto de mascarar a proporcionada pela inoculação experimental, eram ineficientes quanto à capacidade de fixar nitrogênio atmosférico.

As respostas à “peletização” variaram entre ligeiramente positiva e altamente negativa, o que, aliás, era de esperar, em vista da grande redução que ela causou nos ‘stands’.

## 4 — CONCLUSÕES

a) Nas duas experiências relatadas, conduzidas em solos ácidos dos municípios de Ipuã e Ribeirão Prêto, a calagem com calcário magnesiano aumentou consideravelmente a produção de sementes de soja.

b) Na ausência da inoculação, o efeito da adubação nitrogenada sobre a produção foi praticamente nulo, na experiência de Ipuã, instalada em solo recém-desbravado, mas elevado na de Ribeirão Prêto, localizada em solo repetidamente cultivado.

c) Em ambas as localidades, a calagem aumentou apreciavelmente a nodulação, ao passo que a adubação nitrogenada tendeu a reduzi-la, sobretudo quando se usou sua maior dose.

d) Em Ipuã, a inoculação aumentou a nodulação, mas esta se manifestou tardiamente, foi muito escassa e, mesmo na ausência da adubação nitrogenada, não aumentou a produção. Em Ribeirão Prêto, porém, a nodulação começou cedo e foi tão abundante, em todos os canteiros, que mascarou a proporcionada pela inoculação experimental.

e) Em Ribeirão Prêto, conquanto a nodulação provocada pela inoculação experimental não fôsse superior à causada pelas bactérias do solo, o efeito daquela sobre a produção da soja foi grande e bem maior que o da adubação nitrogenada, indicando que as bactérias preexistentes no solo, embora eficientes como noduladoras, eram ineficientes como fixadoras de nitrogênio atmosférico.

f) Nas duas experiências, o revestimento das sementes inoculadas (*pelletting*) com pasta de carbonato de cálcio reduziu drasticamente os "stands", tanto na presença como na ausência da calagem, e seu efeito médio sobre a produção foi negativo.

## FERTILIZING SOYBEANS

V — EFFECTS OF SEED INOCULATION WITH **RHIZOBIUM** AND THE SUBSEQUENT PELLETTING WITH  $\text{CaCO}_3$ , IN THE PRESENCE AND ABSENCE OF LIME AND NITROGEN APPLICATIONS

## SUMMARY

The indicated treatments were tested in two experiments conducted on acid soils of the State of São Paulo. Liming increased considerably

the yields in the two experiments. In the absence of one and another, nitrogen as well as inoculation did not increase the yield in the experiment located on a virgin soil, but were fairly effective in that conducted in an area repeatedly cropped. Pelletting reduced the stands and the yields in both localities. The authors also studied the influence of the treatments on the nodulation.

#### LITERATURA CITADA

1. NORRIS, D. O. The intelligent use of legume inoculation. Seminário desenvolvido na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em 5 de dezembro de 1964. (Mimeografado)
2. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim n.º 12)