

EFEITO DO BORO E DO MOLIBDÊNIO APLICADOS A DIFERENTES REVESTIMENTOS DA SEMENTE DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*)¹

ALAIDES PUPPIN RUSCHEL², ANTONIO CARLOS DE MESQUITA ROCHA³ e ALBERTO DE FIGUEIREDO PENTEADO⁴

Síntese

O presente trabalho teve como objetivo estudar, em condições de campo, o efeito do boro e do molibdênio aplicados a diferentes revestimentos da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), na nodulação, fixação simbiótica do nitrogênio, desenvolvimento das plantas (na época da floração) e produção do feijoeiro.

Adotou-se um ensaio fatorial 4 x 2 x 2 no delineamento experimental de quase-quadrado latino 8 x 8, com confundimento das interações de segunda ordem.

Foram testados quatro diferentes revestimentos: a) com carbonato de cálcio; b) com fosforita; c) com 50% de fosforita + 50% de carbonato de cálcio; d) com 50% de fosforita + 25% de carbonato de cálcio + 25% de carbonato de magnésio. O boro e o molibdênio foram adicionados a cada revestimento isoladamente e combinados.

Utilizou-se um solo "gray" hidromórfico da série Ecologia, na sede do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS).

Comparando-se os revestimentos entre si, notamos que aqueles com carbonato de cálcio, com fosforita + carbonato de cálcio e com fosforita + carbonato de cálcio + carbonato de magnésio, apresentaram-se com efeitos significativamente superiores aos de fosforita para peso seco dos nódulos, fixação simbiótica do nitrogênio e produção do feijoeiro.

Os dois micronutrientes estudados não influenciaram na nodulação; no entanto, no revestimento com fosforita o molibdênio aumentou a massa nodular.

O boro aumentou significativamente o nitrogênio total, o desenvolvimento das plantas (na época da floração) e a produção; o molibdênio, quando na presença do boro, aumentou com significância estatística o N percentual e N total, somente quando adicionado ao revestimento com fosforita. Ainda o molibdênio, na presença do boro, provocou um significativo aumento na produção de feijão, quando se utilizou o revestimento de fosforita + carbonato de cálcio.

INTRODUÇÃO

Em continuação às pesquisas iniciadas no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS) sobre o efeito do revestimento de sementes de leguminosas, apresentam-se neste trabalho resultados de experimento realizado em condições normais de cultivo do feijão.

Trabalhos anteriores de Ruschel e Döbereiner (1965) vieram demonstrar o efeito benéfico da mo-

derna prática de revestimento da semente, não só no desenvolvimento da planta, como também na fixação simbiótica de nitrogênio. No entanto, Mascarenhas e Miyasaka (1967) notaram efeitos desfavoráveis não só para "stand" como para a produção da soja em experimento de campo. As conclusões dos citados autores vêm, de certo modo, confirmar observações de Döbereiner *et al.* (1965), que em ensaio de estufa obtiveram efeito de variedade, solo e estirpe de *Rhizobium* inoculada.

A adição de micronutrientes ao revestimento da semente foi recentemente iniciada com algum sucesso, com o intuito de oferecer estes nutrientes à simbiose *Rhizobium*-Leguminosa, bem como suprir possíveis deficiências do solo, deixando-os em maior disponibilidade para a planta. Em experimento feito com soja, Ruschel *et al.* (1966), aplicando boro, molibdênio e zinco em três diferentes revestimentos de sementes (com carbonato de cálcio, com fosforita,

¹ Recebido 12 dez. 1968, aceito 1.º abr. 1969. Boletim Técnico n.º 86 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS). Apresentado na IV Reunião Latino-Americana sobre Inoculantes para Leguminosas, Porto Alegre, outubro de 1968.

² Eng.º Agrônomo, Chefe da Seção de Solos do IPEACS, km 47, Campo Grande, GB. ZC-26.

³ Eng.º Agrônomo da Seção de Fitotecnia e Genética do IPEACS.

⁴ Eng.º Agrônomo, Chefe do Setor de Estatística Experimental e Análise Econômica do Escritório de Pesquisas e Experimentação (EPE), Km 47, Campo Grande, GB. ZC-26.

e com 50% de fosforita + 50% de carbonato de magnésio), notaram que o molibdênio foi altamente eficiente para a fixação simbiótica do nitrogênio, e quando aplicado junto à fosforita este elemento mostrou também eficiência para o desenvolvimento da planta. O boro diminuiu a massa nodular, e aplicado junto ao zinco aumentou o tamanho dos nódulos e peso da planta.

O presente trabalho vem demonstrar as diferenças entre tipos de revestimentos, bem como a influência do boro e do molibdênio quando aplicados a estes revestimentos na cultura do feijão, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado na sede do IPEACS, Município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro, em solo "gray" hidromórfico da Série Ecologia. A área utilizada vinha sendo usada como pastagem por vários anos consecutivos, sem receber qualquer prática cultural.

Adotou-se um ensaio fatorial $4 \times 2 \times 2$ no delineamento experimental de quase quadrado latino 8×8 , com confundimento da interação de segunda ordem (Cochran & Cox 1950).

Foram pesquisados dezesseis diferentes tratamentos resultantes da combinação dos seguintes fatores: 1) quatro diferentes revestimentos (a - com carbonato de cálcio, b - com fosforita, c - com 50% de fosforita + 50% de carbonato de cálcio, d - com 50% de fosforita + 25% de carbonato de cálcio + 25% de carbonato de magnésio); 2) duas diferentes doses

de molibdênio (ausência ou presença) e 3) duas diferentes doses de boro (ausência e presença) e combinações de B e Mo.

O experimento foi adubado com uma mistura de 40 kg/ha de P_2O_5 e de K_2O na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Os adubos foram misturados com a terra no fundo do sulco de plantio e cobertos com leve camada de solo, para evitar contacto direto com a semente.

As parcelas constavam de 4 fileiras de 5,80 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, plantando-se três sementes da variedade Prêto 143 a cada 0,20 m. Como área útil foram utilizadas as duas fileiras centrais, abandonando-se duas covas de cada cabeceira.

O plantio foi feito em 31 de outubro de 1967 e a colheita, em 29 de janeiro de 1968.

As determinações de número e peso de nódulos, percentagem de nitrogênio e nitrogênio total foram feitas com plantas de 4 covas coletadas na época da floração. O revestimento das sementes foi feito envolvendo-as com uma mistura de água ou solução de micronutrientes + turfa inoculada + goma arábica na proporção de 2:1:1. As sementes assim envolvidas foram colocadas em excesso da substância que iria constituir o revestimento.

Usaram-se as seguintes soluções de micronutrientes:



DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Observando-se os Quadros 1 e 2, nota-se que o revestimento da semente com fosforita não favoreceu a nodulação, a fixação simbiótica do nitrogênio e a

QUADRO 1. Efeito do boro e do molibdênio aplicados a diferentes revestimentos, na nodulação, na fixação simbiótica de nitrogênio e na produção do feijoeiro (médias)

| Revestimento | Nódulos* | | | Planta | | | |
|--|----------|----------------|----------------------------|-----------------|-------|---------------|------------------------|
| | No. | Peso seco (mg) | Peso seco/100 nódulos (mg) | Peso seco* (dg) | N %** | N Total* (mg) | Produção (g/área útil) |
| CaCO ₃ | 533 | 1592 | 336 | 517 | 1,79 | 911 | 167 |
| CaCO ₃ + B | 611 | 1785 | 298 | 484 | 1,86 | 890 | 197 |
| CaCO ₃ + Mo | 825 | 1926 | 240 | 356 | 2,01 | 909 | 179 |
| CaCO ₃ + B + Mo | 532 | 1503 | 295 | 464 | 2,02 | 987 | 205 |
| Fosforita | 248 | 687 | 285 | 364 | 1,58 | 589 | 117 |
| Fosforita + B | 229 | 817 | 336 | 374 | 1,49 | 546 | 165 |
| Fosforita + Mo | 375 | 1095 | 267 | 366 | 1,70 | 620 | 140 |
| Fosforita + B + Mo | 393 | 1249 | 325 | 430 | 1,69 | 804 | 161 |
| Fosforita + CaCO ₃ | 683 | 1925 | 296 | 395 | 1,93 | 759 | 176 |
| Fosforita + CaCO ₃ + B | 438 | 1536 | 229 | 309 | 1,85 | 679 | 133 |
| Fosforita + CaCO ₃ + Mo | 403 | 1703 | 293 | 391 | 1,74 | 667 | 164 |
| Fosforita + CaCO ₃ + B + Mo | 713 | 1956 | 274 | 533 | 1,93 | 1024 | 229 |
| Fosforita + CaCO ₃ + MgCO ₃ | 526 | 1854 | 233 | 448 | 1,84 | 826 | 198 |
| Fosforita + CaCO ₃ + MgCO ₃ + B | 531 | 1562 | 304 | 439 | 1,77 | 866 | 195 |
| Fosforita + CaCO ₃ + MgCO ₃ + Mo | 373 | 1360 | 359 | 485 | 1,86 | 905 | 175 |
| Fosforita + CaCO ₃ + MgCO ₃ + B + Mo | 583 | 1656 | 292 | 425 | 1,77 | 750 | 189 |

* Nódulos e nitrogênio das plantas de 4 covas/parcela na época da floração.

QUADRO 2. Análise estatística pelo teste de Duncan a 5% para revestimentos e seus efeitos na nodulação, no desenvolvimento e na produção do feijoeiro*

| Revestimentos | Pêso seco 100 nódulos | Nº. de nódulos | Pêso seco nódulos | N Total | N % | Produção | Pêso seco da planta |
|---|--------------------------|-------------------|----------------------|---------|------|----------|------------------------|
| CaCO ₃ | 294 | 625 | 1716 | 872 | 1,92 | 374,5 | 460 |
| Fosforita + CaCO ₃ | 273 | 559 | 1780 | 782 | 1,88 | 349,4 | 422 |
| Fosforita + CaCO ₃ + MgCO ₃ | 297 | 503 | 1608 | 837 | 1,81 | 378,5 | 462 |
| Fosforita | 303 | 311 | 962 | 635 | 1,62 | 201,8 | 396 |

* Os dados ligados por traço vertical não diferem significativamente no nível de 5%.

produção do feijoeiro, ao contrário do que foi observado na soja, por Ruschel *et al.* (1966), em experimento em casa de vegetação, onde esta planta apresentou melhor desenvolvimento vegetativo e nodulação com este revestimento de semente. Tudo parece indicar que os efeitos significativos encontrados para os demais revestimentos sejam devidos ao cálcio nêles presente em maior teor, suprimindo as exigências da planta. Por outro lado, não é difícil imaginar que o cálcio existente na composição da fosforita seja mais lentamente transformado sob forma assimilável para a planta, do que o cálcio do carbonato.

Segundo Hallsworth (1958), o aumento da suplementação de cálcio deixa de ser eficiente na modificação da acidez uma vez que a quantidade de cálcio exceda a um limite mínimo exigido pela planta. No presente caso, este limite pode ter sido alcançado através dos revestimentos da semente nos quais foi adicionado o carbonato de cálcio, o mesmo não acontecendo no revestimento com fosforita.

Conclusões semelhantes podem ser obtidas quanto à nodulação (Quadro 2). Nota-se que o número e o pêso seco dos nódulos foram aumentados pelos revestimentos da semente que possuíam maior teor de cálcio em sua composição. Não havendo diferenças significativas para o pêso seco de 100 nódulos, ob-

serva-se que os nódulos do revestimento com fosforita foram de tamanho igual aos dos demais tratamentos, embora aparecessem em menor número, e com massa nodular reduzida.

Os dois micronutrientes estudados não influenciaram na nodulação; no entanto, o molibdênio no revestimento com fosforita (Quadro 3) aumentou a massa nodular (pêso seco dos nódulos) e, conseqüentemente, influiu na fixação de nitrogênio na época da floração, evidenciando o fato conhecido de que a disponibilidade do molibdênio é aumentada pelo fósforo (Mulder 1954, Yamasaki 1964).

Nota-se, pelos Quadros 1 e 3, um efeito altamente significativo para a adição de boro na fixação simbiótica de nitrogênio, pêso seco das plantas na época da floração e na produção do feijoeiro. Brenckley e Thornton (1925), trabalhando com *Vicia faba* em solução nutritiva, usando níveis de boro, notaram nodulação em tôdas as plantas, embora houvesse diferença no nitrogênio fixado para àquelas que receberam boro. Se este efeito sobre o mecanismo da fixação de nitrogênio foi direto ou indireto, isto é, se limitou o crescimento da planta hospedeira e, conseqüentemente, modificou a nutrição dos nódulos, seus resultados não demonstraram, mas o maior crescimento das plantas que receberam nitrato + boro com-

QUADRO 3. Resumo das análises estatísticas (quadrados médios)

| Fontes de variação | G.L. | Pêso seco 100 nódulos | Nº. nódulos | Pêso seco nódulos | N Total | N % | Produção | Pêso seco planta |
|-----------------------------------|------|--------------------------|-------------|----------------------|-----------|---------------------|----------|---------------------|
| Efeito de Mo sem B | 1 | 116 | 94 | 318 | 15.318 | 0,0171 | 561 | 7.812 |
| Efeito de Mo com B | 1 | 134 | 84.563 | 261.183 | 170.966** | 0,0990 ⁺ | 8.365* | 21.218 |
| Efeito de B | 1 | 351 | 1.072 | 85 | 87.394** | — | 6.642* | 24.806* |
| Revestimento | 3 | 2.753 | 292.824* | 2.269.307* | 174.298** | 0,2800 | 6.415* | 16.144 |
| Mo no revestimento a ^a | 1 | 8.602 | 45.156 | 12.821 | 13.398 | 0,1482* | 441 | 26.001* |
| Mo no revestimento b ^a | 1 | 784 | 84.826 | 703.921* | 96.100** | 0,1089* | 410 | 11.502 |
| Mo no revestimento c ^a | 1 | 1.600 | 20 | 39.402 | 64.262 | 0,0121 | 6.360* | 25.849* |
| Mo no revestimento d ^a | 1 | 13.110 | 10.353 | 160.400 | 1.300 | 0,0006 | 841 | 663 |
| Resíduo | 37 | 5.972 | 49.418 | 157.629 | 22.273 | 0,0220 | 1.249 | 6.071 |
| C.V.% | | 26,4 | 44,5 | 26,2 | 19,1 | 8,2 | 20,3 | 17,9 |

^a Revestimento a: CaCO₃; revestimento b: Fosforita; revestimento c: 50% Fosforita + 50% CaCO₃; revestimento d: 50% fosforita + 25% CaCO₃ + 25% MgCO₃; "Mo no revestimento" refere ao efeito de Mo (test. x Mo).

parado com o das plantas que receberam nitrato sem boro, sugere que o efeito do boro é maior para a planta hospedeira do que para a bactéria ou simbiose.

Estudando-se o efeito do molibdênio na presença e ausência do boro, observa-se que somente junto ao boro o molibdênio apresentou significância para nitrogênio percentual e total, o que vem confirmar observações de Hallsworth (1958) que, trabalhando com *Medicago hispida reticulata*, notou que o molibdênio era mais importante para a eficiência da fixação que para a nodulação.

Conforme notamos no Quadro 3, o molibdênio somente apresentou significância estatística para a fixação simbiótica quando nos revestimentos com carbonato de cálcio ou fosforita. Na presença do carbonato de cálcio somente o teor de nitrogênio (N%) foi aumentado, não sendo significante o nitrogênio total.

A produção do feijão foi maior nos revestimentos que possuíam carbonato de cálcio em sua composição. A adição de boro causou aumento de produção em todos os revestimentos, e o molibdênio teve efeito somente quando adicionado ao revestimento com fosforita + carbonato de cálcio.

Apesar do efeito não significativo da fosforita, a inclusão deste produto no revestimento torna-se aconselhável em virtude de vantagens de ordem prática, razão pela qual dever-se-á estudar melhor o assunto.

REFERÊNCIAS

- Brenchley, W.E. & Thornton, H.G. 1925. Proc. R. Soc., p. 373. (Citado por Hallsworth 1958)
- Cochran, W.C. & Cox, G.M. 1950. Experimental designs. John Wiley & Sons, New York. 246 p.
- Döbereiner, J., Arruda, N.B. de & Penteado, A. de F. 1965. Problemas de inoculação de soja em solos ácidos. IX Congr. int. Pastagens, S. Paulo, Brasil.
- Hallsworth, E.G. 1958. Nutritional factors affecting nodulation, p. 183-201. In Hallsworth, E.G. (ed.), Nutrition of the legumes. Academic Press, New York.
- Mascarenhas, H.A.A. & Miyasaka, S. 1967. Adubação da soja. V. Efeitos da inoculação das sementes com *Rhizobium* e da subsequente "peletização" com pasta de carbonato de cálcio na ausência e na presença da calagem e da adubação nitrogenada. Bragantia 26:143-155.
- Mulder, E.G. 1954. Molybdenum relation to growth of higher plants and microorganisms. Plant and Soil 5:364-413.
- Ruschel, A.P. & Döbereiner, J. 1965. Fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). IV. Influência do revestimento da semente inoculada em solo com toxidez de manganês. II Congr. lat.-am. e X Congr. bras. Ciênc. Solo, Piracicaba, S. Paulo.
- Ruschel, A.P., Britto, D.P. de S. & Carvalho, L.F. de 1966. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente na fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Pesq. agropec. bras. 1:141-150.
- Yamasaki, T. 1964. The role of microelements. The mineral nutrition of the rice plants. Proc. Symp. int. Rice Res. Inst. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, p. 107-122.

EFFECT OF BORON AND MOLYBDENUM APPLIED TO SEED COATINGS OF BEANS (*Phaseolus vulgaris*)

Abstract

The effect of adding boron and molybdenum to seed coating of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under field conditions at Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul, Rio de Janeiro, is reported. Specifically studied were effects on nodulation, nitrogen fixation and seed production. Four coating types were used: a) calcium carbonate; b) rock phosphate; c) 50% rock phosphate and 50% calcium carbonate; d) 50% rock phosphate, 25% calcium carbonate and 25% magnesium carbonate. Boron and molybdenum were added individually and together to each.

Among the coatings, plain rock phosphate was significantly lower for dry weight of nodules, nitrogen fixation and bean production. Neither micronutrient increased nodulation although the addition of molybdenum to rock phosphate increased dry nodular weight.

Boron significantly increased total nitrogen, plant growth (at flowering) and bean production. When molybdenum as well as boron was added, nitrogen percentage, total nitrogen and nodular weight were significantly increased only when rock phosphate was also present. When both micronutrients were used with rock phosphate and calcium carbonate there was a significant increase in bean production.