

Fertilização de Soja com Nitrogênio, Cobalto e Molibdênio.

Emilio Rodolfo Hermann⁽¹⁾; Maico Campana da Silva⁽²⁾.

⁽¹⁾Professor da FACULDADES GAMMON; Paraguaçu Paulista, SP; erh456@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante da FACULDADES GAMMON.

RESUMO: A inoculação da soja no Brasil é uma prática recomendada pelos órgãos de pesquisa. O objetivo deste ensaio foi avaliar o desenvolvimento da soja e a nodulação em decorrência do tratamento das sementes com inoculante, cobalto e molibdênio na presença da fertilização nitrogenada. Os tratamentos foram dispostos em fatorial (inteiramente casualizado) em vasos, de 2 x 3, com sem fertilização com cobalto e molibdênio (CoMo) por fontes de nitrogênio: uréia, inoculação e testemunha (ausência de nitrogênio). O tratamento das sementes com cobalto e molibdênio não alterou nenhum dos fatores analisados. O cobalto provocou toxicidade na soja. A fertilização nitrogenada reduziu a massa de matéria seca e o número de nódulos por vaso e produziu maior quantidade de nódulos maiores de 5 mm. Não houve efeito da uréia ou do inoculante nas massas de matéria seca da parte aérea e da raiz.

Termos de indexação: FBN, simbiose, nitrogênio,

INTRODUÇÃO

No processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) o nitrogênio atmosférico (N₂, forma não assimilável pelas plantas) é reduzido a NH₃ por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* em estruturas especiais denominadas de nódulos, que se desenvolvem presas ao sistema radicular de diversas espécies de leguminosas, entre elas a soja. O NH₃ produzido no nódulo é posteriormente transferido para o vegetal onde irá formar compostos nitrogenados vitais para o desenvolvimento, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos (Lopes, 2007).

A FBN pode contribuir com a maior parte do nitrogênio (85% do total) absorvido pela soja. Cada tonelada de grão colhido, com teor de 6,5% de N necessita de 80 kg de N. Como a produtividade média no Brasil é de 2800 kg ha⁻¹ são extraídos 220 kg N pelos grãos. Parte deste nitrogênio provém do solo e a maior parte da FBN (Vitti & Luz, 1998).

O uso de inoculantes com cepas melhoradas de *Bradyrhizobium*, com população de bactérias adequadas e observados os cuidados necessários ao processo de inoculação passa a ser fundamental para que os agricultores possibilitem à planta a máxima eficiência da FBN (EMBRAPA, 2004).

Segundo Câmara (2000) boa nodulação e

eficiência de fixação biológica têm sido associada à presença de nódulos com 3 a 8 mm de tamanho, com superfície rugosa e apresentando internamente coloração rósea a avermelhada, indicando atividade da leghemoglobina.

O processo de fixação biológica é dependente de dois oligoelementos: cobalto e molibdênio. Estes devem estar presentes no meio em quantidades suficientes para permitir a maior eficiência possível do processo de fixação. O cobalto, como constituinte da vitamina B12, é importante na síntese da leghemoglobina e o molibdênio participa de todo o processo de transformação do nitrogênio na planta, através da enzima nitrato redutase, além de garantir a perfeita ação da nitrogenase, enzima responsável pela FBN (Moreira & Siqueira, 2006). A resposta da soja a adubação com cobalto e molibdênio depende da concentração destes elementos no solo e nas sementes (Rosolem et al., 2001).

O fornecimento de nitrogênio via fertilização pode prejudicar o processo de formação e efetividade dos nódulos fixadores de nitrogênio. Muitas fórmulas fertilizantes utilizadas pelos agricultores proporcionam doses pequenas de nitrogênio, conforme EMBRAPA (2004) até 20 kg N ha⁻¹ não constitui problema para FBN, entretanto, doses maiores podem prejudicar o processo de fixação, restringindo a disponibilidade de N na quantidade necessária à planta, reduzindo sua produção.

O objetivo deste ensaio foi avaliar o desenvolvimento da soja e a nodulação em decorrência do tratamento das sementes com inoculante, cobalto e molibdênio na presença da fertilização nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido em estufa plástica, localizada no campus urbano da Faculdade Gammon, localizada no município de Paraguaçu Paulista/SP.

O solo, do tipo Latossolo Vermelho distroférrico, de textura muito argilosa, foi coletado da camada superficial (0-20 cm) de uma propriedade tradicional produtora de soja do município de Cândido Mota/SP. A análise do solo apresentou os seguintes teores: 28 g dm⁻³ MO; 13 mg dm⁻³ P; 1; 13; 59 mmol_c dm⁻³ respectivamente de potássio, cálcio, H+Al; 30 % de saturação por bases e 0,2 e 1,4 mg dm⁻³ respectivamente de molibdênio e cobalto e pH

(CaCl₂) de 4,5. O solo foi corrigido com calcário dolomítico para atingir saturação por bases de 60% e ficou em incubação por vinte dias para ocorrerem as reações.

O ensaio foi constituído de tratamentos em fatorial de 2 (com Co + Mo e sem Co + Mo) por 3 (inoculante, nitrogênio e testemunha), com seis repetições, totalizando 36 vasos. Os vasos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado.

Todos os vasos foram fertilizados com fósforo (superfosfato simples) e potássio (cloreto de potássio) conforme análise de solo e recomendação de Mascarenhas & Tanaka (1997). A fertilização com nitrogênio, na forma de uréia, correspondente a 50 kg N ha⁻¹, foi incorporada ao solo dos vasos junto com o fósforo e potássio.

Foram semeadas oito sementes por vaso do cultivar de soja Vmax[®], que foram previamente inoculadas com o inoculante Urulec-L[®] soja, (estirpes Semia 5019 e Semia 587), utilizando-se a dose proporcional a 150 mL de inoculante para 50 kg de sementes. As sementes também foram tratadas com Power Seed composto de 1,4 g L⁻¹ de cobalto e 126 g L⁻¹ de molibdênio, na dose correspondente a 200 mL por 100 kg de sementes.

Aos 50 dias após a emergência as plantas, que se encontravam no estágio vegetativo R2, foram cuidadosamente retiradas dos vasos. O sistema radicular foi lavado em água corrente sobre peneira para remoção de todas as impurezas. Os nódulos foram separados das raízes e avaliados quanto a massa, número e tamanho. O tamanho foi definido através de uma peneira de malha 0,5 mm (ABNT 35), separando nódulos maiores e menores. Também foi determinada a massa da matéria seca da parte aérea e da raiz. As massas de nódulos, parte aérea e raiz foram obtidas através de secagem em estufa de circulação de ar forçado, por 72 horas a uma temperatura de 65 °C e pesagem em balança analítica. A massa de matéria seca dos nódulos de tamanhos distintos, menores e maiores de 0,5 mm foi quantificada e a porcentagem de cada tamanho, por tratamento, foi calculada.

Aos resultados foi aplicado o teste F para análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para distinção das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para massa da matéria seca da parte aérea não se observou diferença estatística significativa entre os tratamentos de nitrogênio, com presença ou

ausência de cobalto e molibdênio (**Figura1**). Os tratamentos com cobalto e molibdênio proporcionaram maior ganho de massa, para qualquer fonte de N, em relação ao tratamento sem cobalto e molibdênio.

A fonte mineral de nitrogênio proporcionou maior ganho de massa da parte aérea que a fonte biológica (inoculante), e esta mais que a ausência de nitrogênio. O tratamento com uréia, sem cobalto e molibdênio, apresentou resultado semelhante ao tratamento inoculante, com cobalto e molibdênio. É provável que a dose de uréia aplicada foi suficiente para permitir que a planta obtivesse conversão fisiológica de modo mais eficiente do que aquele proporcionado pelo processo simbiótico, mesmo quando este se apresentava mais eficiente, na presença de cobalto e molibdênio.

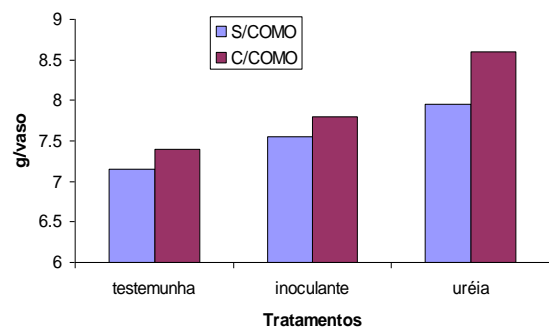


Figura 1 - Massa da matéria seca da parte aérea em g vaso⁻¹, para fontes de N na presença e ausência de cobalto e molibdênio.

Conforme Moreira & Siqueira (2006), as aplicações de doses adequadas de uréia podem funcionar como um arranque na cultura da soja, favorecendo seu desenvolvimento inicial, sem prejuízo à efetividade dos nódulos em fixar nitrogênio atmosférico.

Na **Figura 2** observa-se a ocorrência de fitotoxicidade por cobalto quando as plantas estavam no estágio V2, com sintomas de clorose e necrose nas bordas dos trifólios primordiais. O excesso de cobalto pode diminuir a absorção de ferro. Isso ocorre por um curto período de tempo. Com o crescimento do sistema radicular, as raízes ocupam um volume maior de solo e absorvem mais nutrientes (entre eles o ferro) e os sintomas desaparecem (Broch & Fernandes, 1999). Muitas culturas diminuem o crescimento e apresentam clorose por toxidez quando cultivadas em solução hidropônica contendo 0,1 mg dm⁻³ de cobalto, teor inferior ao do solo deste ensaio.



Figura 2 - Clorose provocada por fitotoxicidade de cobalto.

A massa da matéria seca das raízes não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. A presença de CoMo favoreceu ganho de massa radicular na testemunha e no inoculante. Solos com teores de molibdênio em torno de $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ podem atingir níveis de deficiência após vários anos de cultivo intenso sem suplementação de molibdênio (Vidor & Peres, 1988). O solo deste ensaio apresentava um teor de $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$, o que pode ter favorecido a resposta a fertilização com este nutriente (**Figura 3**).

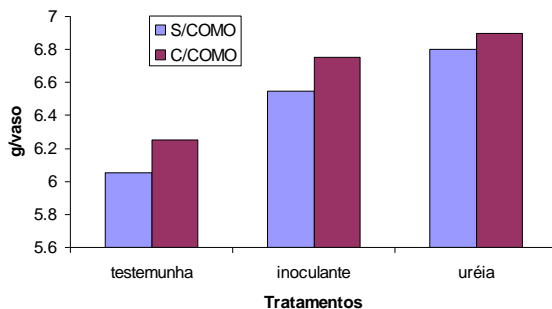


Figura 3 - Massa de matéria seca de raiz, em g vaso⁻¹, para fontes de nitrogênio na presença e ausência de CoMo.

Rizóbios nativos e ineficientes podem competir com os introduzidos através da inoculação, uma vez que numa mesma planta podem ocorrer nódulos formados por diferentes estirpes (Moreira & Siqueira, 2006). A média de massa de matéria seca dos nódulos é apresentada na **Figura 4**. O tratamento com uréia apresentou menor massa de nódulos que os tratamentos testemunha e inoculante. A ausência de diferença entre a testemunha e o inoculante deve-se provavelmente ao fato do solo, por ser área cultivada com soja a longo tempo, apresentar população de rizóbio passível de colonizar as raízes independentemente da inoculação. Não houve resposta aos tratamentos

com cobalto e molibdênio para massa de nódulos.

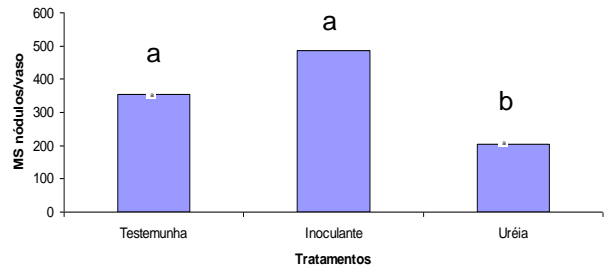


Figura 4. Massa de matéria seca dos nódulos nos tratamentos com fontes de nitrogênio. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O número de nódulos também diferiu estatisticamente para o tratamento com uréia, com média bem inferior aos tratamentos testemunha e inoculante (**Figura 5**). A aplicação de nitrogênio mineral pode inibir o desenvolvimento dos rizóbios presentes na rizosfera da soja, atrasando ou mesmo impedindo a formação dos cordões de infecção (Vitti & Luz, 1998). Cobalto e molibdênio não tiveram efeito na formação de nódulos.

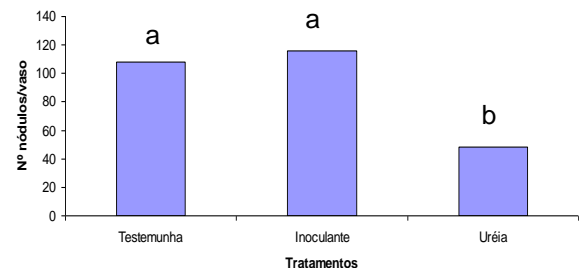


Figura 5 - Número de nódulos por vaso nos tratamentos com fontes de nitrogênio. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação ao tamanho dos nódulos observa-se que há uma distribuição semelhante para todos os tratamentos com fontes de nitrogênio. Nódulos maiores de $0,5 \text{ mm}$ respondem por aproximadamente 70% do total de nódulos, enquanto os demais 30% são de nódulos menores de $0,5 \text{ mm}$. Não houve efeito de cobalto e molibdênio para o tamanho dos nódulos (**Figura 6**).

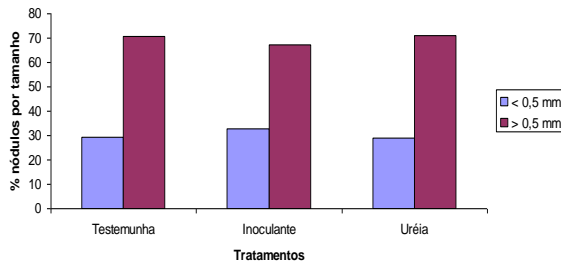


Figura 6 - Porcentagem de nódulos maiores e menores de 0,5 mm nos tratamentos com fontes de nitrogênio.

Nódulos menores apresentam maior superfície específica e maior probabilidade de fixar nitrogênio do ar do solo. O tratamento com inoculante favoreceu maior massa e número de nódulos menores que 0,5 mm que os tratamentos com uréia e testemunha. Entretanto a massa da parte aérea e da raiz foram inferiores ao tratamento com uréia, indicando que nas condições deste ensaio a inoculação, apesar da maior e melhor nodulação não apresentou vantagem ao sistema de produção.

CONCLUSÕES

Não houve efeito dos tratamentos sobre a massa de matéria seca da parte aérea e da raiz, mas as médias foram maiores na presença de cobalto e molibdênio.

O tratamento das sementes com cobalto provocou toxicidade na soja.

A fertilização nitrogenada reduziu a massa de matéria seca e o número de nódulos por vaso e produziu maior quantidade de nódulos maiores de 5 mm.

Não houve efeito da uréia ou do inoculante nas massas de matéria seca da parte aérea e da raiz.

REFERÊNCIAS

BROCH, D. L. & FERNANDES, C. H. Resposta da soja à aplicação de micronutrientes. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, 1999. 56 p.

CÂMARA, G. M. de S. Bases de fisiologia da cultura da soja. Piracicaba: POTAFÓS, 2000.

EMBRAPA. Tecnologia de produção de soja – Paraná 2005. Londrina: EMBRAPA-Soja, 2004. 224 p. (Sistema de produção nº 5).

LOPES, A. S. Fixação biológica de nitrogênio no sistema solo-planta. In: YAMADA, T. et al., ed. Nitrogênio e

enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI, 2007. p. 43-72.

MASCARENHAS, H. A. & TANAKA, R. T. Soja. In: RAIJ, B. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. p. 198 - 200. (Boletim Técnico 100).

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

ROSOLEM, C. A.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. da. Algodão, amendoim e soja. In: FERREIRA, M. E. ed. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: POTAFÓS, 2001. p. 319-354.

VITTI, G. C. & LUZ, P. H. de C. Manejo químico do solo para alta produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. de S. (coord.) Soja: tecnologia da produção. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. p. 88-112.

VIDOR, C. & PERES, J. R. R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKET, C. M. et al. ed. Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Londrina: EMBRAPA, 1988. p. 179-199.



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC