

# PRODUÇÃO, ABSORÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES POR LINHAGEM DE SOJA QUE NODULA E QUE NÃO NODULA. I. EFEITO DO NITROGÊNIO MINERAL E DA INOCULAÇÃO <sup>(1)</sup>

HIPÓLITO ANTONIO ASSUNÇÃO MASCARENHAS (2), EDUARDO ANTONIO BULISANI (2),  
*Seção de Leguminosas, ONDINO CLEANTE BATAGLIA (2), Seção de Química Analítica, e*  
SONIA MARIA PIERRO FALIVENE, *Seção de Leguminosas, Instituto Agrônomo.*

## RESUMO

Um experimento com as linhagens isogênicas de soja D71.93.30, que nodula, e D71.93.31, que não nodula, foi conduzido em casa de vegetação para estudar o efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre o crescimento e produção de grãos. O ensaio foi conduzido em vasos com quatro tratamentos: 1) D71.93.30 + inoculante; 2) D71.93.30 + inoculante + N; 3) D71.93.31 e 4) D71.93.31 + N, em delineamento inteiramente casualizado. Na época do florescimento mediram-se a produção de matéria seca da parte aérea e a concentração de nutrientes nas folhas. Quando da maturação das plantas, foi medida a produção de sementes e o seu teor de N, P, K, Ca, Mg e S. Não houve grandes diferenças na produção de matéria seca por ocasião do florescimento devido aos tratamentos, porém a produção de grãos da linhagem que não nodula, D71.93.31, foi bastante afetada pela deficiência de N, mesmo no tratamento adubado. Na linhagem que nodula, D71.93.30, não houve resposta à aplicação de N em cobertura sobre a concentração desse nutriente nas folhas, nas sementes e na produção de grãos.

---

(1) Recebido para publicação a 14 de março de 1983.

(2) Bolsista do CNPq.

## 1. INTRODUÇÃO

Alguns pesquisadores concluíram (2, 5, 8, 9) que a fixação simbiótica de N em soja deve necessariamente ser suplementada com N do solo e/ou fertilizante para máximo crescimento e produtividade. A soja pode rapidamente utilizar tanto o N simbiótico quanto o disponível no solo (2, 6, 8, 11, 13), mas a quantidade de N simbiótico produzida é inversamente proporcional à quantidade de N disponível (1, 2, 13). Quando suprido em quantidades que excedam as necessidades para o crescimento da planta, o N pode impedir a fixação simbiótica (2, 12). A vantagem econômica do N fixado simbioticamente é óbvia. Tentativas para usar efetivamente quantidades significativas de fertilizantes nitrogenados, sem inibir o processo simbiótico, têm geralmente falhado. HINSON (7) apontou que respostas ocasionais a fertilizantes nitrogenados em soja não devem ser consideradas como evidência de que o N deva ser usado como regra geral. Os dados desse autor sugerem que as respostas não são freqüentes, são imprevisíveis e geralmente não econômicas.

Em vista da dificuldade de conhecer exatamente as proporções em que o N do solo e o fixado simbioticamente participam no suprimento das necessidades da planta, estudos teóricos sobre o problema têm sido pouco desenvolvidos. Uma alternativa para esse tipo de estudo que parece viável é a utilização de linhagens isogênicas que se diferenciam apenas na capacidade ou não de fixar nitrogênio simbioticamente (12). Dessa forma, pretendeu-se, neste experimento, determinar os tipos de respostas à aplicação de N em cobertura em relação ao crescimento e produtividade das linhagens D71.93.30, que nodula com eficiência, e D71.93.31, que não nodula.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

No experimento, conduzido em casa de vegetação, em vasos contendo 8kg de solo classificado como Latossolo Roxo, foram utilizadas as seguintes quantidades de fertilizantes por vaso: superfosfato simples 2g, sulfato de amônio 1g, cloreto de potássio 0,4g e calcário dolomítico 16g.

Essas quantidades, tomando-se por base peso de terra (2.000 t/ha), correspondem a 100kg/ha de  $P_2O_5$ , 50kg/ha de N, 60kg/ha de  $K_2O$  e 4t/ha de calcário dolomítico.

O calcário dolomítico foi aplicado com três meses de antecedência e os vasos foram irrigados com água destilada para solubilização do calcário; os demais adubos foram misturados e aplicados em cada vaso. As linhas isogênicas de soja utilizadas foram D71.93.30 (que nodula) e D71.93.31 (que não nodula). Os tratamentos foram os seguintes:

1. D71.93.30 + inoculante (SMS-313, SMS-64 e SMS-335);
2. D71.93.30 + inoculante + N em cobertura, na base de 50kg/ha;

3. D.71.93.31;
4. D71.93.31 + N em cobertura, na base de 50kg/ha.

A quantidade de nitrogênio em cobertura foi baseada nas recomendações de HINSON (7) para experimentos em vasos com soja. Os tratamentos foram inteiramente casualizados com 26 repetições, das quais metade foi utilizada para determinação da matéria seca no florescimento e, metade, para avaliação da produção de sementes.

Foram plantadas seis sementes por vaso e quando as plantas tinham vinte dias, foram reduzidas a três plantas por vaso. O adubo nitrogenado foi aplicado na forma de sulfato de amônio, em duas vezes, sendo a primeira aos 30 dias e a segunda aos 35 dias após a germinação. O adubo nitrogenado foi aplicado parcelado para evitar queima das plantas. Foi efetuado rodízio dos vasos diariamente em cada mesa para se ter um desenvolvimento uniforme das plantas, e a irrigação foi feita com água destilada conforme julgado necessário, por observação visual. Na época do florescimento, foi feita a amostragem das folhas que foram lavadas com água destilada e secas a 60°C. Tanto as folhas como as sementes, após colheita, foram moídas e submetidas à análise química para determinação dos macronutrientes, conforme metodologia descrita por BATTAGLIA et alii (3).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados do Quadro 1, nota-se que a produção de matéria seca da parte aérea (na época do florescimento), do tratamento D71.93.30 + inoculante foi igual à do D71.93.31 sem nitrogênio. Quando se aplicou N em cobertura, houve maior produção de matéria seca tanto para o tratamento D71.93.30 + inoculante como para D71.93.31. No entanto, a produção de vagens, número de sementes e peso de sementes do D71.93.30 + inoculante e D71.93.30 + inoculante + N, foram superiores aos dos D71.93.30 e D71.93.31 + N. Isto mostra que nem sempre se pode estimar a produção de sementes pela massa vegetal produzida em casa de vegetação na época do florescimento.

Como se vê pela Figura 1, os dois primeiros tratamentos (linhagem que nodula) estão com maior quantidade de folhas verdes e com número razoável de vagens, enquanto os dois últimos estão com folhas amarelas, o que revela deficiência de nitrogênio e início precoce do estágio de senescência; as plantas estão com poucas vagens. Pela Figura 2, observa-se o tamanho das sementes. O tratamento D71.93.30 + inoculante + N foi excluído da figura, pois o tamanho da semente foi igual ao do D71.93.30 + inoculante. O tamanho da semente de D71.93.31 sem nitrogênio foi bem reduzido e com a aplicação de N alcançou o dobro, mas não atingiu o da semente do primeiro tratamento. Os dados de produção de sementes do Quadro 1 estão coerentes com a Figura 2.



FIGURA 1. Efeito da aplicação de N em cobertura em duas linhagens isogênicas de soja. Da esquerda para a direita: D71.93.30 + inoculante; D71.93.30 + inoculante + N; D71.93.31; D71.93.31 + N. Foto tirada na época do enchimento das vagens.

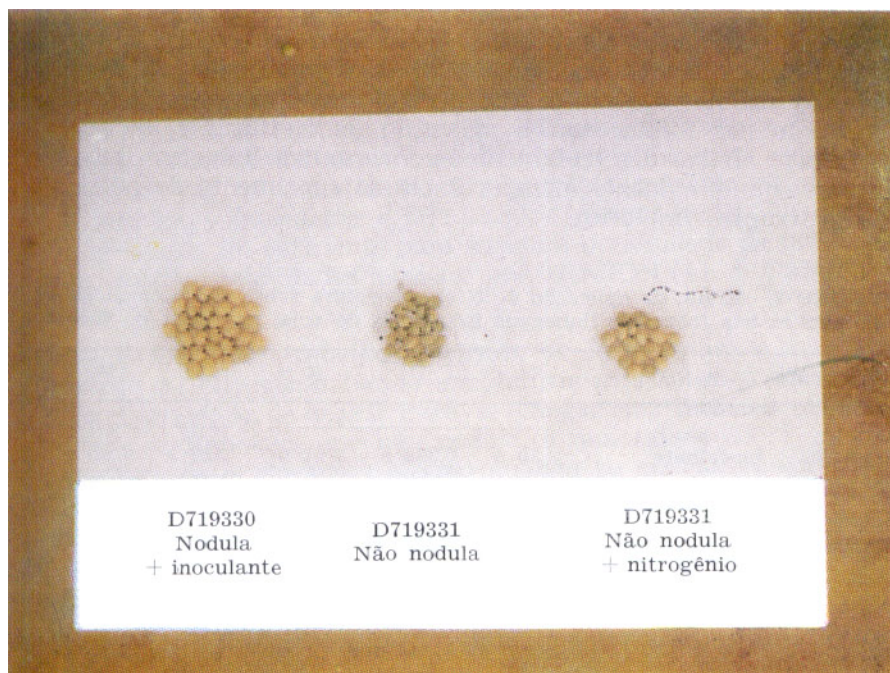


FIGURA 2. Efeito da aplicação de N em cobertura sobre o tamanho das sementes de duas linhagens isogênicas de soja.

QUADRO 1. Efeito da aplicação de N em cobertura sobre a produção de matéria seca da parte aérea no florescimento e produtividade de linhagens isogênicas de soja com e sem capacidade de nodulação

Tratamentos	Matéria seca no florescimento	Vagens das três plantas	Sementes das três plantas	Peso de sementes
	g/vaso	n°	n°	g/vaso
D71.93.30 + inoculante	3,83 b	50 a	80 a	13,53 a
D71.93.30 + inoculante + N	5,04 a	42 a	86 a	14,98 a
D71.93.31	4,05 b	11 c	17 c	1,21 c
D71.93.31 + N	4,89 a	16 b	31 b	2,30 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Duncan a 5%).

Apesar de ter causado maior produção de matéria seca, a aplicação de N em cobertura não provocou acréscimo na concentração do nutriente na linhagem que nodula, como se observa no Quadro 2. Na linhagem que não nodula, apesar de ter ocorrido sensível aumento no teor de nitrogênio nas folhas com a aplicação de fertilizante, os teores estão ainda bem abaixo dos tratamentos com a outra linhagem, mostrando de forma bastante evidente a importância do suprimento do nutriente através da fixação simbiótica.

QUADRO 2. Efeito da aplicação de N em cobertura sobre a concentração de macronutrientes nas folhas de linhagens isogênicas de soja, na época do florescimento

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
D71.93.30 + inoculante	3,30 a	0,332 a	2,61 b	2,07 a	0,55 a	0,177 a
D71.93.30 + inoculante + N	2,94 a	0,316 a	2,93 a	2,18 a	0,56 a	0,172 a
D71.93.31	1,46 c	0,346 a	1,90 cd	2,03 a	0,47 b	0,148 b
D71.93.31 + N	2,22 b	0,305 a	2,14 c	2,06 a	0,53 ab	0,176 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Duncan a 5%).

Ainda conforme o Quadro 2, pode-se inferir que a produtividade não foi afetada em consequência de deficiências de outros macronutrientes. Apesar dos teores estatisticamente mais baixos de K, Mg e S no tratamento da linhagem que não nodula, os mesmos estão ainda em níveis adequados (10).

QUADRO 3. Efeito da aplicação de N em cobertura sobre a concentração e remoção de macronutrientes pelas sementes de linhagens isogênicas de soja com e sem capacidade de nodulação

Tratamentos	Macronutrientes nas sementes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Concentração						
	%					
D71.93.30 + inoculante	6,76 a	0,649 b	2,45 b	0,72 b	0,32 c	0,23 c
D71.93.30 + inoculante + N	7,08 a	0,627 b	2,39 b	0,71 b	0,31 c	0,25 bc
D71.93.31	4,60 b	1,054 a	2,65 a	0,91 a	0,36 a	0,27 ab
D71.93.31 + N	4,47 b	1,026 a	2,50 ab	0,87 a	0,34 b	0,28 a
Remoção						
	mg/vaso					
D71.93.30 + inoculante	915 a	88 a	331 a	97 a	43 a	31 a
D71.93.30 + inoculante + N	1061 a	94 a	358 a	106 a	46 a	38 a
D71.93.31	56 c	13 c	32 c	11 c	4 c	3 c
D71.93.31 + N	103 b	24 b	57 b	20 b	8 b	6 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Duncan a 5%).

Os dados do Quadro 3 mostram que, devido ao menor desenvolvimento das sementes e produção de grãos na linhagem que não nodula (D71.93.31), houve maior concentração dos outros macronutrientes, ocorrendo o inverso com o nitrogênio. Isto mostra que tanto as plantas não adubadas como as adubadas com N sofreram deficiência de nitrogênio. Os dados mostram ainda que não houve diferenças estatisticamente significativas na quantidade de nitrogênio extraído pelos tratamentos D71.93.30 + inoculante e D71.93.30 + inoculante + N, provando que o inoculante foi suficiente para suprir a necessidade da planta em nitrogênio, confirmando dados obtidos por HINSON (4) e CAMPO et alii (4).

Os resultados deste trabalho mostram, de forma clara e marcante, a contribuição do nitrogênio fixado simbioticamente sobre o desenvolvimento e produtividade de soja. Para se chegar aos mesmos níveis de produtividade na linhagem que não nodula, a quantidade de N aplicado deveria ser bem mais elevada. Mesmo quando se aplicou N em cobertura para essa linhagem, a produção de sementes foi cerca de 10% da produção pela linhagem que nodula e, conseqüentemente, a remoção de nitrogênio pelas sementes foi cerca de 10% da produzida pela outra linhagem.

#### SUMMARY

#### EFFECT OF MINERAL NITROGEN APPLIED AS SIDE DRESSING ON THE YIELD OF NODULATED AND NON-NODULATED SOYBEANS

A pot experiment in the greenhouse was conducted using isolines D71.93.20 (nodulating) and D71.93.31 (non-nodulating) to study the effect of nitrogen application as side dressing on the dry matter yield at flowering time and seed yield. The treatments consisted of 1) D71.93.30 + inoculante, 2) D71.93.30 + inoculante + N; 3) D71.93.31 and 4) D71.93.31 + N. The nitrogen was applied at the rate of 50 kg/ha of N in the form of ammonium sulphate. The results showed that there were no big differences in the production of dry matter harvested at the time of flowering but the seed production in D71.93.31 was greatly affected by nitrogen deficiency even when nitrogen was side dressed. In D71.93.30 which nodulate there was no response to N applied as side dressing, which was confirmed by concentration of N observed in leaves, seeds and seed yield.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, O. N. & BALDWIN, I. L. Rhizobia-legume relationships. Soil Science, **78**:415-427, 1954.
2. ALLOS, H. F. & BARTHOLOMEW, W. V. Replacement of symbiotic fixation by available nitrogen. Soil Science, **87**:61-66, 1959.
3. BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. Análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1978. 31p. (Circular, 87)
4. CAMPO, R. J.; PALHANO, J. B.; LANTMANN, A. F. Influência da aplicação de doses de nitrogênio sobre o processo de fixação simbiótica do nitrogênio.

In: RELATÓRIO ANUAL, 1980/81. Londrina, Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 1981. p.218-221.

5. FRED, E. B. & GRAUL, E. J. The effect of soluble nitrogenous salts on nodule formation. *Journal of the American Society of Agronomy*, 8:316-328, 1916.
6. HARPER, J. E. Soil and simbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production. *Crop Science*, 14:255-260, 1974.
7. HINSON, K. Nitrogen fertilization of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) in Peninsular Florida. *Soil and Crop Science Society of Florida*, 24:97-101, 1974.
8. NORMAN, A. G. The nitrogen nutrition of soybeans. I. Effect of inoculation and nitrogen fertilizer on the yield and composition of beans on Marschall silt loam. *Soil Science Society of America Proceedings*, 8:226-228, 1944.
9. ——— & KRAMPITZ, L. O. The nitrogen nutrition of soybeans. II. Effect of available soil nitrogen on growth and nitrogen fixation. *Soil Science Society of America Proceedings*, 10:191-196, 1945.
10. OHLROGGE, A. J. & KAMPRATH, E. J. Fertilizer use in soybeans. In: DI-NAUER, R. C. Changing patterns in fertilizer use. Madison, Soil Science Society of America, 1968. p.273-295.
11. UMBREIT, W. W. & FRED, E. B. The comparative efficiency of free and combined nitrogen to the nutrition of soybeans. *Journal of the American Society of Agronomy*, 28:548-555, 1936.
12. WEBER, C. R. Nodulating and non-nodulating soybean isolines. I. Agronomic and chemical attributes. *Agronomy Journal*, 58:43-46, 1966.
13. ———. Nodulating and non-nodulating soybean isolines. II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agronomy Journal*, 58:46-48, 1966.