

## ESPECIFICIDADE HOSPEDEIRA NA SIMBIOSE COM *Rhizobium*— FEIJÃO E INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NUTRIENTES<sup>1</sup>

AVÍLIO A. FRANCO<sup>2</sup> e JOHANNA DÖBEREINER<sup>3</sup>

### Sumário

Foram feitos quatro experimentos em casa de vegetação com a finalidade de estudar a especificidade hospedeira na simbiose de estirpes de *Rhizobium phaseoli* com variedades de *Phaseolus vulgaris* e a influência de vários nutrientes.

Com os dados obtidos podemos concluir que de fato existe um comportamento diferente na fixação de N das estirpes quando em simbiose com diferentes variedades.

O molibdênio, que se mostrou indispensável na fixação do N, quando em excesso prejudicou mais o processo da simbiose do que o desenvolvimento das plantas.

O K e o Mg foram prejudiciais para a simbiose e fixação do N, enquanto o Ca foi indispensável para um perfeito processamento da simbiose. Não houve diferença entre as variedades em relação a nutrição com estes elementos.

O adubo nitrogenado entretanto agiu diferentemente na simbiose das variedades, inibindo a nodulação da variedade Rico 23 e não das outras.

### INTRODUÇÃO

Considerando a importância do feijão como alimento básico para nós brasileiros, procuramos com este trabalho dar alguma contribuição para o esclarecimento de alguns pontos da especificidade hospedeira do feijão e a influência de alguns nutrientes.

O mecanismo da simbiose do feijão com o *Rhizobium* ainda é pouco esclarecido, havendo mesmo controvérsias a respeito de haver ou não simbiose eficiente. Assim, segundo McCoy (1929), não há simbiose eficiente, ao passo que Burton *et al.* (1952) e Ruschel (1957) já conseguiram provar o contrário.

O problema da especificidade hospedeira do feijão praticamente ainda está pouco estudado. Segundo Döbereiner e Ruschel (1961) a fixação do nitrogênio de cada variedade de feijão variou com a estirpe inoculada. Döbereiner e Costa (1964) observaram não só diferenças significativas entre variedades em relação ao peso de nódulos, mas também entre linhagens dentro das variedades.

Johnson e Means (1960) observaram em soja que um genótipo particular de bactérias pode ser alta-

mente eficiente em algumas variedades de hospedeiro e ineficiente em outras da mesma espécie.

Nutman (1956) observou diferenças genéticas em relação a capacidade de nodulação e simbiose eficiente em trevo e mostrou que há um fator responsável pela resistência à infecção por *Rhizobium*, existindo ainda outros fatores que alteram gradativamente a capacidade da simbiose eficiente. Burton e Wilson (1939) encontraram estas diferenças em variedades de alfafa e Johnson e Means (1960) o fizeram em soja.

Johnson e Means (1960) observaram uma clorose em soja causada por uma substância que só é produzida quando há simbiose de específicos genótipos de bactéria e hospedeiro.

Burton e Wilson (1939) verificaram em *M. sativa* que a fixação além da especificidade hospedeira depende do meio ambiente.

Segundo Van Schreven (1958) o cálcio é importante para o desenvolvimento do hospedeiro e formação e crescimento dos nódulos, afetando ainda o estado de outros elementos e o pH, este, por sua vez, determinando a sobrevivência ou não do *Rhizobium*.

Döbereiner *et al.* (1966), em experimentos com feijão e com soja, confirmaram observações de Andrew e Norris (1961) sobre a necessidade de cálcio para o desenvolvimento dos nódulos. Ainda segundo Andrew e Norris (1961) a eficiência da nodulação em leguminosas tropicais em solos com deficiência de cálcio é primariamente atribuída a sua grande habilidade de extrair Ca do solo e não a uma baixa neces-

<sup>1</sup> Trabalho recebido para publicação em 3 de maio de 1967 e constitui o Boletim Técnico n.º 48 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS). Foi apresentado ao I Simpósio Latino-Americano de Microbiologia do Solo, Rio de Janeiro, GB.

<sup>2</sup> Aluno do 4.º ano da Escola Nacional de Agronomia e bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Eng.º Agrônomo do IPEACS e bolsista do CNPq. Km 47, Campo Grande, GB. ZC-26.

sidade de Ca pelo processo de nodulação. Norris (1959) já dizia que o gênero *Rhizobium* de uma maneira geral não precisa de cálcio para o seu desenvolvimento e sim de Mg.

Em meio de cultura, Ruschel *et al.* (1962) encontraram uma correlação do desenvolvimento do *Rhizobium* com a relação Mg/Ca que deve ser maior que um, confirmando em parte as observações de Norris (1959). Nos experimentos de Michael (1941) a falta de magnésio em feijão resultou na diminuição do tamanho dos nódulos, apesar de quase não afetar o número dos mesmos, encontrando-se uma menor quantidade de proteína em feijão com deficiência de Mg.

Diener (1950) usando a técnica de divisão das raízes conclui que o potássio não afetou a formação de nódulos em ervilha.

Mulder (1954) verificou que em solos com deficiência de Mo o número de nódulos em trevo e alfafa foi menor que em plantas supridas com este elemento. Segundo Van Schreven (1958) para o processo da simbiose são usadas maiores quantidades de Mo que as usadas normalmente pela planta para a redução dos nitratos em amônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitos quatro experimentos em casa de vegetação com a finalidade de observar a especificidade hospedeira do feijão sob a influência de vários nutrientes.

Em todos os experimentos usamos solo arenoso da série Ecologia (Gray hidromórfico) que apresenta toxidez de manganês, procurando controlar a toxidez pela adição de 2% de palha de arroz no solo.

Fizemos observações da cor e tamanho das plantas várias vezes durante o seu desenvolvimento, analisamos peso seco e teor de N das plantas pelo processo de Kjeldahl. Determinamos ainda, cor, número e peso seco dos nódulos na época da floração.

### Experimento 1

Fêz-se um ensaio com duas repetições com distribuição dos potes ao acaso. Usamos potes de barro com 4 kg de solo + 0,080 kg de palha de arroz. Para evitar calor excessivo colocamos cada pote parcialmente imerso em outro maior contendo areia lavada de rio, que foi mantida úmida durante todo o experimento.

Usamos duas variedades de feijão (Prêto 120 e Rico 23) com os seguintes tratamentos:

- testemunha nitrogenada
- testemunha
- inoculante com a estirpe F33
- inoculante com a estirpe F182

- inoculante com a estirpe 413
- inoculante com a estirpe 403
- inoculante com a estirpe F55

Fizemos adubação de potássio e fósforo e elementos menores em todos os vasos e do N nas testemunhas nitrogenadas.

Fizemos apenas uma adubação no plantio.

### Cálculo dos adubos.

#### a) Elementos menores em solução:

MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O .....	150.000 g
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O .....	15.800 g
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O .....	8.908 g
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> .....	1.000 g
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O .....	7.000 g
Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 7H <sub>2</sub> O .....	20.000 g
Ácido cítrico .....	20.000 g
Água destilada .....	1000 ml

Usamos 1 ml desta solução por kg de solo.

#### b) Fósforo e potássio:

175 mg KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> por kg de solo o que equivale a 40 mg de P e 50 mg de K.

#### c) Nitrogênio:

100 mg de N em forma de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por kg de solo.

Devido a um descuido não se vedou o orifício de escoamento do pote, por ali saindo raízes que foram crescer e nodular no pote com areia usado como refrigerador. A nodulação na areia foi superior à formada no solo; por isso resolvemos, nas observações dos nódulos, separar os nódulos formados no solo (pote em que foi plantado o feijão) e os formados na areia (pote usado como refrigerador), conforme Quadro 1.

### Experimento 2

Plantado em 12.2.66 e colhido em 24.3.66.

O esquema experimental foi um fatorial 4 x 4 com quatro repetições e os seguintes tratamentos:

- variedade de feijão: Rico 23, Prêto 120, Venezuela e Chumbinho opaco;
- quatro tratamentos de inoculantes: estirpe F55, estirpe 413, mistura (F33, F182, F236, 407 e 403) e testemunha nitrogenada.

Usamos potes de barro com 4 kg de solo + 0,080 kg de palha de arroz e refrigeração como no Experimento I, só que desta vez vedamos a saída das raízes, mas sem impedir a drenagem do excesso de água.

Fizemos adubação de fósforo, potássio e elementos menores em todos os potes antes do plantio; do nitrogênio antes e quando as testemunhas apresentavam sintomas de deficiências de nitrogênio.

As dosagens de adubos usados foram as mesmas do Experimento I, exceto o nitrogênio que foi dobrado com a segunda aplicação.

**Experimento 3**

Plantado em 1.6.66 e colhido em 22.7.66.

O esquema experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, usando duas variedades de feijão (Prêto 120 e Rico 23) e os seguintes tratamentos:

- a)  $KH_2PO_4 + CaCl_2 +$  elementos menores + Mg
- b)  $KH_2PO_4 + CaCl_2 +$  elementos menores mesmo Mg
- c)  $KH_2PO_4 +$  elementos menores + Mg
- d)  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O +$  elementos menores + Mg
- e)  $KH_2PO_4 + CaCl_2 +$  elementos menores + Mg menos Mo
- f)  $KH_2PO_4 + CaCl_2 +$  elementos menores +  $NO_3NH_4$
- g)  $KH_2PO_4 + CaCl_2 +$  elementos menores menos Mg +  $NH_4NO_3$
- h)  $KH_2PO_4 +$  elementos menores + Mg +  $NO_3NH_4$
- i)  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O +$  elementos menores + Mg +  $NO_3NH_4$
- j)  $KH_2PO_4 \cdot Cl_2 + Ca_2 +$  elementos menores menos Mo +  $NO_3NH_4$

Quantidades de elementos usados por kg de solo:

Fósforo .....	50.0 mg
Potássio .....	62.0 mg
Nitrogênio .....	50.0 mg
Cálcio .....	32.1 mg

Fizemos apenas uma adubação no plantio.

Todos os vasos receberam adubação uniforme de fósforo e inoculação da estirpe *Rhizobium phaseoli* 413.

Neste experimento verificou-se uma toxidez de Mo, por adubação excessiva deste elemento, o que não se verificou nos anteriores apesar da mesma adubação, isto porque naqueles usou-se a mesma dosagem para todos os tratamentos não se tendo assim um

com menos Mo para termo de comparação. Neste e no Experimento 4, além das análises já citadas, fizemos a determinação do Mn das plantas da seguinte maneira: o produto da digestão para determinação de nitrogênio (Kjeldahl) foi diluído para 20 ml, após deixar decantar, a 5 ml desta solução adicionou-se 4 ml de  $HNO_3$  e aproximadamente 100 mg de  $KIO_4$  e aqueceu-se em banho-maria por 30 minutos. Depois fez-se a leitura colorimêtricamente usando filtro de 540 $\mu$ .

**Experimento 4**

Este experimento foi uma repetição do Experimento 3 onde apenas mudamos as concentrações de Mo na solução de 7,5 g para 0,5 g de  $Na_2 NO_3 \cdot 2H_2O$  e a estirpe 413 para F55. Usamos as variedades de feijão Prêto 120 e Venezuela.

Usamos o mesmo esquema experimental com a mesma distribuição ao acaso, fazendo-se as mesmas observações.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nos quatro experimentos apresentados no presente trabalho foi confirmada a especificidade hospedeira do feijão, isto é, que há diferenças de variedades em relação à simbiose.

Nos experimentos 1 e 2 objetivamos mais o problema da especificidade hospedeira, independente do problema nutrição.

Podemos observar no Quadro 1 diferenças entre as variedades e estirpes em relação à nodulação.

QUADRO 1. Nodulação de duas variedades de feijão em solos com toxidez de manganês e em areia (Médias de duas repetições)

Variedade	Tratamento	Planta			Nódulos				
		Peso seco em g/vaso	Teor N(%)	N total (mg/vaso)	N.º/vaso		Peso seco em mg/vaso		
					Vaso <sup>a</sup> inter.	Vaso <sup>b</sup> exter.	Vaso inter.	Vaso exter.	Total
Rico 23	Test. N	6.7	2.21	118	47	87	16	81	97
	Test.	5.2	1.60	83	30	91	38	115	153
	F 33	13.0	2.07	260	6	163	17	276	293
	F 162	8.0	1.67	110	10	138	27	182	200
	413	16.6	2.06	312	30	140	81	176	261
	407	9.7	2.56	248	25	216	47	279	326
	F 55	9.9	2.45	213	67	302	120	345	465
	Test. N	10.2	1.93	197	1	81	2	141	143
	Test.	6.0	1.83	110	44	82	14	74	88
	F 33	1.9	1.45	28	1	0	1	0	1
Prêto 120	F 162	10.1	1.75	177	8	98	6	170	176
	413	6.1	1.95	119	0	46	0	118	118
	407	11.6	1.72	200	0	73	0	120	120
	F 55	5.8	2.00	121	2	10	6	66	72

<sup>a</sup> Vasos em que plantamos as variedades.

<sup>b</sup> Vasos usados para refrigeração.

Em todos os casos a variedade Prêto 120 apresentou menor nodulação. Nenhuma estirpe produziu mais nódulos que a testemunha, o que indica que nenhuma das estirpes usadas foi capaz de nodular eficientemente esta variedade e que, na testemunha, permaneceu dominante na rizosfera o *Rhizobium* existente no solo.

Neste experimento é interessante observar as diferenças na nodulação entre o vaso interno e o vaso externo. A saída das raízes pelo orifício do dreno do vaso, o que não tinha sido previsto, levou a observações interessantes, permitindo a nodulação na mesma planta em raízes em solo com toxidez de Mn e em outras raízes em areia.

Neste ensaio de comparação vimos que a variedade Rico 23 foi capaz de nodular em solo ácido com to-

xidez de Mn, enquanto que a variedade Prêto 120 não o foi. As raízes da variedade Rico 23 na areia, com tôdas as estirpes, deram maior pêso de nódulos que nos vasos testemunha. Em ambas as variedades a nodulação na areia foi maior do que no solo.

A fixação do N com as diversas estirpes, como resultado da nodulação em ambos os vasos, mostrou diferenças consideráveis, mesmo com a variedade Prêto 120. Na variedade Rico 23 com os quatro inoculantes e N total foi superior ao da testemunha.

Infelizmente por ter sido um ensaio com duas repetições não podemos fazer análise estatística dos dados.

Para avaliar melhor estas inter-relações foi feito um novo experimento (Quadro 2). Por razões desconhecidas a variedade Prêto 120 neste experimento mostrou melhor eficiência que no anterior.

QUADRO 2. Nodulação e fixação de nitrogênio de quatro variedades de feijão com três inoculantes e uma testemunha nitrogenada (Médias de quatro repetições)

Variedade	Inoculante	Plantas			Nódulos	
		Pêso seco em g/vaso	Teor N %	N total mg/vaso	N-º/vaso	Pêso seco em mg/vaso
Prêto 120	F55	8.0	2.27	203	581	491
	413	10.0	2.73	291	603	551
	Misto <sup>a</sup>	9.8	2.07	201	500	664
	N	18.7	2.56	470	501	527
Rico 23	F55	4.3	2.43	105	400	301
	413	4.4	2.02	80	216	270
	Misto	10.1	2.62	200	561	535
	N	12.1	2.74	330	55	45
Chumbinho opaco	F55	10.4	3.37	310	610	718
	413	10.4	3.01	312	710	714
	Misto	10.0	3.25	324	677	600
	N	16.0	2.60	432	858	683
Venezuela	F55	8.4	2.70	233	388	560
	413	8.0	2.70	248	514	568
	Misto	11.8	3.09	365	501	852
	N	10.4	2.10	426	675	744

<sup>a</sup> Inoculante misto das estirpes F33, F162, F236, 407, 403.

QUADRO 2 A. Análise de variância do Experimento 2. (Valores F)

Fonte de variação	G. L.	Pêso seco da planta	Teor de N <sup>a</sup>	N total	Pêso seco dos nódulos
Rep.	3	5.7033**	1.175	2.40	0.306
Varied.	3	7.2143**	3.103*	6.00**	7.250**
Inoc.	3	35.1557***	1.858	12.00**	5.080**
Var. x Inoc.	9	1.9117	1.280	0.76	1.500
Resíduo	45				
C.V.		25.0%	11.00%	35.55%	30.0%

<sup>a</sup> Valores transformados em  $\sqrt{n}$

A análise estatística do peso seco das plantas e dos nódulos acusa diferenças significativas entre variedades e entre inoculações. Como o N foi fator limitante no crescimento, diferenças entre variedades indicam diferenças na capacidade de simbiose. Isto é confirmado pela análise do N total que também deu diferenças altamente significativas entre variedades e inoculantes. Nas três variedades onde ainda com adubação nitrogenada houve nodulação, também se deve ter dado fixação de N o que teria aumentado o N total das testemunhas.

De uma maneira geral o inoculante misto foi melhor para todas as variedades. A estirpe F 55 em simbiose com as variedades Prêto 120 e Venezuela foi a que menos N total apresentou em relação aos demais tratamentos. A estirpe 413 foi ineficiente no Rico 23, o que confirma até certo ponto o experimento anterior, onde nos vasos interiores com solo Ecologia quase não houve nódulos.

É interessante o efeito prejudicial na nodulação da adubação nitrogenada somente na variedade Rico 23, enquanto as outras nos vasos com adubação nitrogenada apresentaram peso de nódulos equivalentes aos sem nitrogênio.

Dêstes dois primeiros experimentos podemos concluir que existe de fato um comportamento diferente das estirpes de *Rhizobium phaseoli* quando em simbiose com as diferentes variedades de *Phaseolus vulgaris*. Assim confirmamos nesta leguminosa o que já havia sido verificado em várias outras.

Passando a discussão dos Experimentos 3 e 4, devemos em primeiro lugar observar as diferenças entre os dois, devidas ao excesso de Mo no primeiro.

Verificamos que há um efeito tóxico do Mo agindo especificamente sobre a simbiose. A interação elementos menores x nitrogênio, sendo significativa quanto ao teor de N e ao de N total, mostra que na ausência da adubação nitrogenada, onde as plantas estavam dependentes da fixação de N atmosférico, o tratamento sem Mo foi o melhor nas duas variedades, o mesmo não acontecendo nos vasos com adubação de N. O efeito do excesso de Mo na simbiose não surpreende, sabendo-se que o Mo tem função específica em enzimas que agem dentro do processo bioquímico da fixação, fato este que permite admitir que o excesso seja prejudicial.

QUADRO 3. Diferenças na fixação do N por duas variedades de feijão (Prêto 120 e Rico 23), inoculadas com estirpe 413, em solo que apresenta toxicidade de Mn e de Mo, este último devido a um erro na adubação, sob a influência de diversos nutrientes. (Médias de três repetições)

Variedade	Tratamento	pH do solo	Plantas				Nódulos		
			P. seco g/vaso	Teor de N%	N total	Teor Mn/ppm	N-º/vaso	P. seco mg/vaso	
Prêto 120 + est. 413	sem N	Completo	4.95	0.8	1.85	11.0	1780	0	0
		sem Mg	4.85	0.9	1.93	17.3	2376	20	7
		sem Ca	5.30	1.1	1.93	21.2	2235	2	1
		sem K	5.10	1.1	1.76	21.6	2176	23	26
		sem Mo	5.35	1.0	2.30	43.7	1570	40	43
	com N	Completo	5.00	4.2	1.78	74.7	2670	0	0
		sem Mg	5.30	4.2	1.80	79.3	2783	4	4
		sem Ca	5.25	3.6	2.09	75.2	1883	0	0
		sem K	4.95	3.7	2.24	82.8	2363	12	8
		sem Mo	5.60	4.1	1.91	78.3	2340	28	24
Rico 23 + est. 413	sem N	Completo	5.10	0.6	2.11	14.4	2093	11	12
		sem Mg	5.35	1.3	2.01	26.1	1565	14	10
		sem Ca	4.00	1.3	1.81	23.9	1523	3	2
		sem K	4.95	1.1	1.91	21.0	2076	26	28
		sem Mo	5.45	2.3	2.10	55.2	1840	97	263
	com N	Completo	5.30	3.8	2.21	83.0	2365	5	11
		sem Mg	5.35	2.0	2.13	61.7	2103	2	4
		sem Ca	5.30	3.4	2.31	78.5	1676	5	2
		sem K	4.95	4.2	2.02	81.8	2703	31	52
		sem Mo	5.30	4.2	1.91	81.4	2136	61	48

QUADRO 3 A. Análise de variância do Experimento 3

Fontes de variação	Pêso da planta		Teor de N <sup>a</sup>	N total	Pêso dos nódulos <sup>b</sup>
	G.L.	F	F	F	F
Rep.	2	1.551	5.80**	---	---
N	1	97.482***	---	230.328***	---
Variedade	1	---	5.11*	---	6.741*
El. men.	4	2.879*	---	4.665***	12.367***
N x el. Men.	4	20.082***	4.50***	3.522**	---
Var. x el. Men.	4	---	2.00	---	---
Resíduo	43	---	---	---	---
C.V. %		30.0%	6.1%	23.0%	64.0%

<sup>a</sup> Valores transformados em  $\sqrt{\frac{n}{n-1}}$

<sup>b</sup> Valores transformados em  $\sqrt{\frac{n}{n+1}}$

QUADRO 4. Diferenças na fixação do N por duas variedades de feijão (Prêto 120 e Venezuela), inoculadas com a estirpe F85, em solo com toxidez de Mn, sob a influência de vários nutrientes (Médias de três repetições)

Variedade	Tratamento	P. seco g/vaso	Plantas			Nódulos		
			Teor N %	N total mg/vaso	Teor Mn/ppm	N <sub>2</sub> /vaso	P. seco g/vaso	
Prêto 120 + F155	sem N	Completo	4.8	2.67	128	1273	111	266
		sem Mg	5.1	3.10	158	926	124	204
		sem Ca	4.4	1.83	80	893	140	223
		sem K	6.0	2.31	150	816	130	343
		sem Mo	4.3	2.37	102	1033	107	253
	com N	Completo	6.8	2.00	136	1510	81	116
		sem Mg	6.9	2.41	166	1406	76	144
		sem Ca	7.9	1.58	125	1516	61	81
		sem K	7.1	2.19	155	1010	100	227
		sem Mo	6.5	1.91	121	1400	82	124
Venezuela + F155	sem N	Completo	4.7	2.62	123	913	98	292
		sem Mg	5.5	2.47	135	610	128	314
		sem Ca	3.7	1.63	60	746	134	228
		sem K	7.5	2.69	202	686	110	354
		sem Mo	4.5	1.75	79	660	122	251
	com N	Completo	7.6	1.41	107	1480	110	185
		sem Mg	8.7	1.52	132	1126	105	209
		sem Ca	8.7	1.20	112	816	73	90
		sem K	7.8	1.70	133	1160	200	308
		sem Mo	9.0	1.36	122	1113	95	206

Em ambos os experimentos observou-se efeito prejudicial do potássio na simbiose. Os vasos que mostraram maior peso de nódulos e maior quantidade de N foram os que não levaram adubação de K, aparecendo este efeito ainda mais pronunciado nos vasos sem N e no peso dos nódulos, indicando assim sua interferência na nodulação, no número e principalmente no seu tamanho.

Isto vem confirmar observações feitas em trevo vermelho gigante e *Lotus corniculatus* por Roberts e Olsen (1942) e Lynch e Sears (1951) respectivamente.

Efeitos comparáveis aos do potássio, porém menos pronunciados, se observaram nos vasos sem Mg.

O único elemento que mostrou efeito de deficiência foi o cálcio. Observam-se menor quantidade de N

total, menor percentagem de N e menor peso de nódulos nos vasos sem cálcio. Isto vem confirmar Andrew e Norris (1961) segundo os quais o Ca é essencial para a formação dos nódulos. Nos dois experimentos o peso dos nódulos aparece ainda mais afetado que o número, indicando a importância do cálcio no crescimento do nódulo, uma vez iniciado.

O efeito prejudicial do K e Mg e o efeito benéfico do Ca indicam a importância de um balanço Mg-K contra o cálcio, ou seja, que o excesso de Mg e K compete com o Ca na absorção feita pelas plantas.

Todos os nutrientes nestes dois experimentos agiram de maneira igual em ambas as variedades não havendo significância da interação variedade x nutrientes em nenhuma das observações

QUADRO 4 A. Análise de variância do Experimento 4

Fontes de variação	G. L.	Peso da planta		Teor de N		N total		Peso dos nódulos	
		F	F	F	F	F	F		
Rep.	2	1.5		3.058*		3.720*			
N	1	124.1***		44.430***		0.917		53.721***	
Variedade	1	9.0***		18.468***		3.660		5.752**	
El. men.	4	4.6***		9.829***		12.800***		10.366***	
N x el. men.	4	8.5***		1.733		4.340***		—	
Var. x el. men.	4	1.1		1.883		0.678		—	
Resíduo	43								
C. V. %			13.7%		17.1%		22.23%		26.5%

## REFERÊNCIAS

- Andrew, C. S. & Norris, D. O. 1961. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate pasture legume species. *Aust. J. agric. Res.* 12:40-55.
- Burton, J. C., Allen, O. N. & Berger, B. C. 1952. The prevalence of strains of *Rhizobium phaseoli* in some mid-western soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 16:167-170.
- Burton, J. C. & Wilson, P. W. 1939. Host plant specificity among the *Medicago* in association with root nodule bacteria. *Soil Sci.* 47:239-322.
- Diener, T. 1950. *Phytopath.* 16:129-170. (Citado por Van Schreven 1958)
- Dübereiner, J. & Ruschel, A. P. 1961. Fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Influência do solo e da variedade. *Com. Téc.* 10, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.
- Dübereiner, J. & Costa, W. F. 1964. Dados não publicados.
- Dübereiner, J., Arruda, N. B. & Penteado, A. F. 1966. Avaliação da fixação do nitrogênio em leguminosas, pela regressão do nitrogênio total das plantas sobre o peso dos nódulos. *Pesq. agróp. bras.* 1:233-237.
- Johnson, H. W. & Means, U. M. 1960. Interactions between genotypes of soybeans and genotypes of nodulating bacteria. *Agron. J.* 52:651-654.
- Lynch, D. L. & Sears, O. H. 1951. Differential responses of strains of *Lotus* nodule bacteria to soil treatment practices. *Proc. Soil Sci. Soc.* 15:176-180.
- McCoy, E. 1929. *Zentbl. Bakt.* 2:396-612. (Citado por Burton *et al.* 1952)
- Michael, G. 1941. Bodenkn. *Pflanzenern.* 25:85-120. (Citado por Van Schreven 1958)
- Mulder, E. G. 1954. *Plant and Soil* 5:368-415. (Citado por Van Schreven 1958)
- Norris, D. O. 1959. The role of calcium and magnesium in the nutrition of *Rhizobium*. *Aust. J. agric. Res.* 10:613-698.
- Nutman, P. S. 1956. The influence of the legume in root nodule symbiosis. *Biol. Rev.* 31:157-173.
- Ruschel, A. P. 1957. Contribuição ao estudo da fixação simbiótica de nitrogênio em *Phaseolus vulgaris* L. e *Soja max.* IV Congr. Bras. Cienc. Solo, Piracicaba, São Paulo.
- Ruschel, A. P., Alvahydo, R. & Penteado, A. F. 1962. Influência do cálcio, do magnésio e da acidez sobre o *Rhizobium phaseoli* em meio de cultura. *Com. Téc.* 16, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.
- Roberts, J. L. & Olsen, F. R. 1942. *Science* 95:413-414. (Citado por Van Schreven 1958)
- Schreven, D. A. van. 1958. Some factors affecting the uptake of nitrogen by legumes, p. 137-163. In *Hallsworth, E. G. (ed.), Nutrition of the legumes*. Academic Press Inc., New York and London.

## HOST PLANT SPECIFICITY IN *Rhizobium*-BEAN SYMBIOSIS AND THE INTERFERENCE OF SEVERAL NUTRIENTS

### *Abstract*

Four greenhouse experiments were carried out to study host plant specificity in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and the interference of several nutrients.

In these experiments, four commercial bean varieties and several more or less efficient *Rhizobium* strains were used.

The results of the experiments showed that the efficiency of the symbiosis was dependent on both, strains and varieties.

Molybdenum was essential for optimal nitrogen fixation.

However excess, molybdenum was more detrimental to nitrogen fixation and nodulation than to plant growth. Potash and magnesium seemed to reduce nodulation and nitrogen fixation whereas calcium had a stimulating effect. These elements interfered equally in both varieties. Nitrogenous fertilizer however had inhibiting effects on nodulation which varied with the varieties.