

SOBREVIVÊNCIA DE *Rhizobium* EM SOLOS DE BAIXADA SUJEITOS A INUNDAÇÃO¹

HELVÉCIO DE-POLLI², AVILIO A. FRANCO³ e JOHANNA DÖBEREINER⁴

SINOPSE.— Foram feitos dois experimentos em potes para estudar o efeito do excesso de umidade na sobrevivência de *Rhizobium* nativo e inoculado no solo e a conseqüente nodulação e fixação de nitrogênio pela *Centrosema pubescens* Benth. e pela soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar Santa Maria.

No primeiro experimento incluíram-se dois solos de baixada, três níveis de umidade (capacidade de campo, encharcado ao nível do solo e inundado com camada de água de 5 cm) durante quatro períodos. A *Centrosema* foi plantada no solo drenado, após cada período de umidade. O número de nódulos foi menor após os tratamentos inundado ou encharcado indicando efeito na sobrevivência do *Rhizobium*. No solo Seropédica a nodulação e o desenvolvimento vegetativo decresceram com o prolongamento do período de umidade, enquanto no solo Piranema cresceu até 25 dias após a inundação e decresceu depois. No solo Seropédica, as estirpes de *Rhizobium* inoculadas, que foram identificadas pelos nódulos pretos por elas produzidos, foram mais sensíveis aos efeitos da umidade que o *Rhizobium* nativo do solo.

No segundo experimento compararam-se a nodulação e a fixação de N₂ de um cultivar de soja forrageira tolerante ao encharcamento em três níveis de umidade (75, 100 e 125% da capacidade de campo) nos mesmos solos de baixada. Não se encontraram diferenças significativas para os diferentes níveis de umidade. No solo Seropédica a inoculação com *Rhizobium* foi tão eficiente como a adubação com 240 kg de N/ha.

Com os resultados obtidos nos dois experimentos concluiu-se que, em solos sujeitos a inundação, a inoculação das sementes de leguminosas torna-se mais importante ainda do que em solos normais.

INTRODUÇÃO

As leguminosas formam uma importante família de vegetais, principalmente como fornecedora de proteína para a alimentação animal e humana. Sua importância é ainda maior por ser possível o aproveitamento do nitrogênio atmosférico pela simbiose com *Rhizobium*.

Pela facilidade de mecanização e irrigação, os solos de baixada representam uma área de importância para a agricultura, mas sendo sujeitos a inundação, podem apresentar problemas diversos, inclusive na nodulação e fixação de N₂ pelas leguminosas.

O excesso de água reduz a pressão parcial de O₂ no solo, podendo afetar a normalidade do tecido da planta, reduzir a nodulação, a fixação de N₂ e o peso das plantas (Vincente 1965, Bond 1951).

Ferguson e Bond (1954) constataram haver maior número de nódulos com 5% de oxigênio do que com 1%, 12% ou 21%. A iniciação da nodulação é menos sensível à falta de O₂ do que o desenvolvimento dos nódulos e a fixação de N₂ (Bond 1951). O efeito da falta de O₂ é maior nas plantas que utilizam o N₂ atmosférico e parece ser mais prejudicial à respiração nodular e fixação de N₂ do que ao desenvolvimento da planta em si (Ferguson & Bond 1954). Por outro lado, Vincent (1958) e McKee (1961) observaram que a falta de água no solo também pode afetar a nodulação.

Wu *et al.* (1968) observaram que, num solo após inundado durante um mês, a viabilidade do *Rhizobium* não foi muito afetada, porém, nos potes com reinoculação, depois deste período de inundação, as plantas tiveram melhor desenvolvimento.

A utilização de leguminosas em solos de baixada durante ou logo após o período de chuva, em algumas regiões do País, e a necessidade de se conhecer o comportamento de *Rhizobium* e da simbiose nestas condições nos levaram à execução destes experimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1

Conduziu-se o experimento em potes de plástico em condições controladas de casa de vegetação.

O delineamento experimental foi o fatorial 2 × 3 × 4, em blocos ao acaso, com três repetições e os seguintes tratamentos:

2 solos de baixada;

3 níveis de umidade: capacidade de campo, encharcamento ao nível do solo e inundado a 5 cm acima do solo;

4 períodos com os níveis de umidade acima, entre a inoculação do solo e o semeio: 0, 25, 50 e 100 dias.

¹ Aceito para publicação em 23 mai. 1972.

Trabalho subvencionado com recursos do PL-480. Apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Vitória, Espírito Santo, julho de 1971.

² Aluno do Curso de Engenharia-Agrônoma da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) (proc. 51/70).

³ Eng.º Agrônomo do Setor de Solos do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS), Km 47, Rio de Campo Grande, GB, ZC-26, e Pesquisador Assistente, bolsista, do CNPq (proc. 8007/68).

⁴ Pesquisador em Agricultura do Setor de Solos do IPEACS e Pesquisador Conferencista, bolsista, do CNPq (proc. 7105/68).

Os solos usados foram de baixada, sendo um deles o da Série Seropédica, solo argiloso coletado na área do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS), junto à Estrada do Coqueiro, e o outro da Série Piranema, solo turfoso, coletado no lote 787 em Piranema, município de Itaguaí, RJ. Estes solos foram descritos por Mendes *et al.* (1954).

Com base na curva de neutralização, fez-se a calagem na base de 2,34 t/ha no solo Seropédica e 7,64 t/ha no solo Piranema, o que elevou o pH para 5,5 nos dois solos. Em cada pote havia 1 kg de solo.

A análise química dos solos forneceu os dados apresentados no Quadro 1. No solo Seropédica foi feita uma adubação na base de 5 ml/kg de solo da solução de 35 g/l de KH_2PO_4 e de 1 ml/kg de solo da solução de elementos menores, contendo por 1000 ml:

150,000 mg de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
15,000 mg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
8,908 mg de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
1,000 mg de H_3BO_3 ;
0,500 mg de $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
20,000 mg de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

QUADRO 1. Resultado da análise química dos solos do Experimento 1^a

Solos	Fósforo		Potássio		Ca+Mg (mE/100 cm ³)	Alumínio (mE/100 cm ³)	pH
	Teor (ppm)	Nível	Teor (ppm)	Nível			
Seropédica	0	baixo	36	baixo	8,2	1,6	5,2
Piranema	50	alto	84	médio alto	7,2	1,7	4,6

* De acordo com o Plano Nacional de Análise Rápida do Solo.

No solo Piranema, cuja análise não acusou deficiência de P e K, foi feita apenas a adubação com elementos menores na base descrita para o solo Seropédica.

Todos os potes no início do experimento foram inoculados com uma mistura das estirpes de *Rhizobium* sp. C101a e C102 que produzem nódulos pretos na leguminosa utilizada (*Centrosema pubescens* Benth.). As estirpes foram multiplicadas em meio de cultura de Fred & Waksman (1928) semilíquido durante sete dias, diluindo-se depois com água e aplicando-se 5 ml do diluído em cada pote. Foi feita a estimativa do número de *Rhizobium* pelo método de Koch e contagem das colônias em placas de Petri. Encontrou-se o valor de 171×10^7 células por 5 ml da diluição.

Para manter o nível de água na capacidade de campo nos potes que tinham este tratamento foi feita a determinação da capacidade de campo no próprio pote de plantio, considerando o solo seco à temperatura ambiente. Encontraram-se para o solo Seropédica 34% de C.C. e para o solo Piranema 45% de C.C. Os potes com o nível de umidade na C.C. foram mantidos com esta umidade através de pesagens periódicas e complementação da água para restabelecer o peso inicial.

Dezoito dos potes foram semeados no início do experimento, correspondendo este tratamento ao período zero dias de umidade. Os demais foram semeados no término de cada período de umidade correspondente (25, 50 ou 100 dias), após a drenagem dos mesmos. As sementes foram escarificadas com H_2SO_4 conc. por 5 min. e lavadas.

No desbaste de cada semeadura deixaram-se três plantas por pote.

Na primeira colheita (correspondente ao período de umidade zero), nas repetições I e II, houve dificuldade

na separação dos nódulos normais dos pretos e por isto deixou-se a repetição III para ser colhida 20 dias depois, o que facilitou a separação. As plantas foram colhidas com 65 dias após a semeadura em todas as demais colheitas.

As plantas foram secadas a 65°C, pesadas e moídas, analisando-se o teor de N pelo método de Kjeldahl. Os nódulos foram separados em pretos e normais, contados e pesados separadamente, o que permitiu avaliar a quantidade relativa de nódulos provenientes do inoculante.

Experimento 2

Este experimento foi conduzido como fatorial $2 \times 3 \times 3$, em blocos ao acaso, com três repetições e os seguintes tratamentos:

- 2 solos de baixada;
- 3 níveis de umidade: 75, 100 e 125% da capacidade de campo;
- 3 fontes de nitrogênio: sem inoculação e sem N mineral (testemunha); inoculado com *Rhizobium japonicum*; nitrogênio mineral 3×40 mg de N/kg de solo.

A planta utilizada foi a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar Santa Maria, de ciclo anual e relativamente tolerante ao encharcamento.

Os solos usados foram das Séries Seropédica e Piranema. A análise química dos solos foi efetuada pelo Setor de Solos do IPEACS (Quadro 2). No solo Seropédica foi feita uma adubação na base de 5 ml/kg de solo da solução de 35 g/l de KH_2PO_4 e de 1 ml/kg de solo da solução de elementos menores. No solo Piranema foi feita apenas a adubação de elementos menores na base de 1 ml/kg de solo. A solução de elementos menores usada foi a mesma do Experimento 1. Com base na curva de neutralização fez-se a calagem apenas no solo Piranema (3 t/ha). Assim, ambos os solos ficaram com pH 5,6.

QUADRO 2. Resultado da análise química dos solos do Experimento 2

Solos	Fósforo		Potássio		Ca+Mg (mE/100 cm ³)	Alumínio (mE/100 cm ³)	pH
	Teor (ppm)	Nível	Teor (ppm)	Nível			
Seropédica	0	baixo	60	médio	2,7	0,4	5,6
Piranema	50	alto	88	médio alto	8,0	1,1	5,1

A capacidade de campo foi determinada como no Experimento 1, encontrando-se para o solo Seropédica 33,3% e para o Piranema 47,3%. Com base nestes valores, calculou-se a umidade dos tratamentos de 75, 100 e 125% da capacidade de campo.

Para manter os potes com o nível de umidade dos tratamentos, foram feitas pesagens periódicas, completando-se com água para o peso inicial. Mantiveram-se alguns potes com plantas além dos potes do experimento. Periodicamente retiravam-se algumas plantas que eram pesadas. O peso das plantas no decorrer do seu crescimento foi acrescentado ao peso dos potes para manter o nível de umidade desejado.

As sementes foram esterilizadas com álcool e HgCl_2 e depois lavadas.

Para inocular usou-se a estirpe 5009 de *Rhizobium japonicum* que foi multiplicada em meio de cultura de

Fred e Waksman (1928) semilíquido durante sete dias, aplicando-se 4 ml em cada pote dos tratamentos correspondentes. Foi feita a estimativa do número de *Rhizobium* pelo método de Koch e contagem das colônias em placas de Petri. Encontrou-se o valor de 28×10^7 células por 4 ml de inoculante.

No tratamento com N mineral, este foi aplicado no plantio e aos 23 a 46 dias após o mesmo.

As plantas foram colhidas com 58 dias após a semeadura, fazendo-se as mesmas observações do Experimento 1.

pretos provenientes da inoculação. O desenvolvimento da planta foi avaliado através do seu peso seco, do N total e do seu N percentual (Quadro 3).

As plantas no solo Piranema sempre tiveram maior desenvolvimento e maior nodulação do que as plantas no solo Seropédica. Isto pode ter sido devido a melhores condições físicas do solo Piranema que permitiram maior sobrevivência e multiplicação da bactéria e melhor meio de desenvolvimento para a planta.

O efeito dos níveis de umidade foi significativo somente no número de nódulos (Quadro 4), medida esta

QUADRO 3. Efeito de diferentes níveis e períodos de umidade na nodulação e desenvolvimento da *Centrosema pubescens*. Experimento 1. Dados por pote com 3 plantas (médias de 3 repetições)

Períodos de umidade	Solo	Níveis de umidade	Posição dos nódulos ^a	Nódulos				Plantas		
				Totais (pretos mais normais)		Porcentagem de pretos ^b		Peso (g)	N %	N total (mg)
				Número	Peso	Em n.º	Em peso			
Inicial ^c	Seropédica	---	PS	57,2	139,9	73,7	84,6	1,7	2,42	41,02
	Piranema	---	SP	101,9	236,3	32,4	40,6	5,3	2,60	125,81
25 dias	Seropédica	Cap. Campo	PS	40,3	49,7	61,7	83,3	1,2	2,20	25,52
			PS	18,7	10,7	19,7	35,7	0,6	2,03	12,81
	Piranema	Cap. campo	PS	29,7	22,3	29,7	38,3	0,9	1,81	15,72
			PS	215,0	485,0	57,0	70,3	6,8	2,59	173,65
			SP	193,7	409,0	74,0	90,7	5,6	2,73	155,22
			SP	143,3	431,0	36,7	42,3	5,5	2,80	154,94
50 dias	Seropédica	Cap. campo	PS	28,7	22,7	17,3	35,0	0,9	1,77	15,33
			PS	12,3	6,0	0	0	0,7	1,95	13,44
	Piranema	Cap. campo	PS	12,0	5,7	0	0	0,5	2,39	10,75
			PS	111,7	260,7	52,7	74,0	3,6	2,54	89,36
			PS	81,0	261,0	49,3	66,3	3,7	2,67	99,35
			PS	47,0	110,3	41,3	57,3	2,2	2,59	53,77
100 dias	Seropédica	Cap. campo	PS	16,0	7,7	18,3	19,0	0,4	2,54	11,38
			PS	9,3	4,0	0	0	0,6	3,17	17,91
	Piranema	Cap. campo	PS	11,0	6,0	7,3	8,3	0,6	3,27	19,89
			PS	22,7	44,7	37,7	52,3	2,2	3,28	72,04
			PS	29,7	101,7	64,0	75,3	2,6	2,64	67,53
			PS	35,3	64,7	51,3	58,7	2,6	2,86	73,60

^a P = raiz principal, S = raiz secundária.

^b Valores calculados segundo a fórmula: % nód. pretos = $\frac{\text{nód. pretos}}{\text{nód. totais}} \times 100$.

^c Média de 9 repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento o efeito da umidade do solo na nodulação foi avaliado através do número e do peso total de nódulos e pela porcentagem do número e peso de nódulos pretos provenientes da estirpe inoculada. O total de nódulos se refere à soma dos nódulos provenientes das estirpes nativas do solo com os nódulos

que avalia melhor a sobrevivência do *Rhizobium* no solo, já que o peso dos nódulos pode ser compensado por um maior desenvolvimento dos mesmos. No solo Seropédica o efeito dos níveis foi mais pronunciado tanto no número e no peso de nódulos como também na porcentagem do número e do peso de nódulos pretos (Quadro 3 e Fig. 1).

QUADRO 4. Análise de variância do Experimento 1. (Valores F)

Fontes de variação	G.L.	Nódulos						
		Pretos mais normais*		Porcentagem de pretos		Plantas		
		N.º	Peso	N.º	Peso	Peso	N %	N total
Níveis de umidade	2	4,20*	2,20	1,27	3,06	1,10	2,12	—
Solos	1	64,15**	108,52**	6,80*	9,51**	133,60**	12,65**	216,09**
Períodos de umidade	3	18,02**	18,65**	4,51**	4,68**	18,17**	9,17**	16,11**
Níveis x solos	2	4,76*	2,99	1,40	1,73	1,45	—	—
Níveis x períodos	6	—	—	—	—	0,93	1,24	—
Períodos x solos	3	10,17**	13,63**	10,84**	13,11**	8,86**	3,24*	10,75**
Níveis x período x solos	6	2,32	1,03	—	—	0,38	2,18	—
Resíduo	46	—	—	—	—	—	—	—
C.V. (%)		28	30	65	55	39	26	38

* Valores transformados para $\sqrt{x+1}$.

Nota-se uma diferença marcante entre os dois solos em relação aos períodos com diferentes umidades, que foi significativo em todas as observações (Quadro 4). No solo Seropédica, tanto a nodulação como o desenvolvimento das plantas decresceram desde o princípio com o prolongamento dos períodos de umidade. No solo Piranema, com plantio 25 dias após a inoculação, houve um aumento da nodulação e do desenvolvimento das plantas, seguido pelo mesmo declínio verificado no solo Seropédica (Fig. 1 e 2).

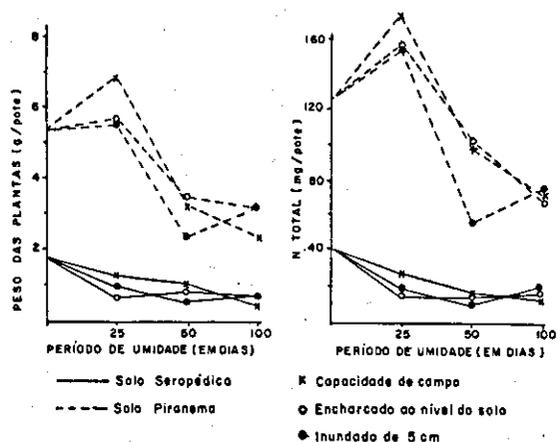


FIG. 2. Efeito de períodos e níveis de umidade em dois solos de baixada no desenvolvimento de *C. pubescens*. Experimento 1 (média de 3 repetições).

Como um dos níveis de água era a capacidade de campo (testemunha), parece não ter sido somente o longo período de inundação do solo que afetou a no-

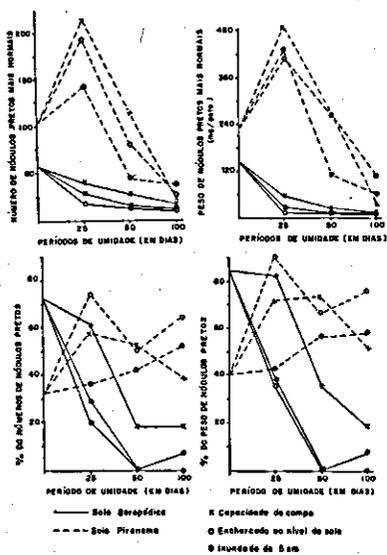


FIG. 1. Efeito de períodos e níveis de umidade em dois solos de baixada na nodulação de *C. pubescens*. Experimento 1 (média de 3 repetições).

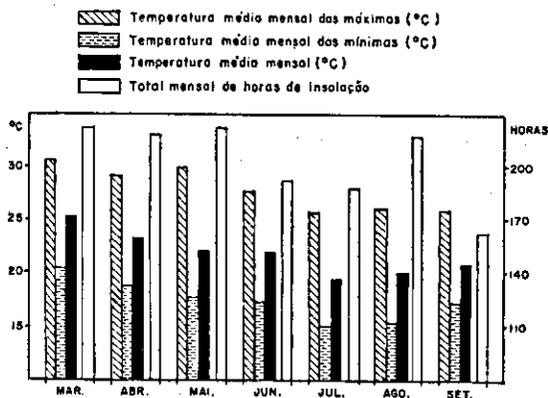


FIG. 3. Temperatura e insolação na área do Km 47, RJ, no decorrer do Experimento 1 (março a setembro de 1970). Dados fornecidos pelo Setor de Climatologia Agrícola do IPEACS.

dulação e desenvolvimento das plantas. A razão de um menor desenvolvimento com o maior tempo de umidade poderia ser: menor número de bactérias sobreviventes após um período longo sem hospedeiro, e o, declínio da temperatura e insolação, no decorrer do experimento, cuja duração foi de março a setembro (Fig. 3); estes fatores podem ter afetado o desenvolvimento das plantas e o funcionamento da simbiose. Whiteman (1968) verificou que as temperaturas mínimas são limitantes para o desenvolvimento das leguminosas forrageiras tropicais.

No segundo experimento foi avaliado o efeito das diferentes fontes de N (testemunha, inoculado e N mineral), nos níveis de umidade (75, 100 e 125% da C.C. dos solos) nos dois solos de baixada, Seropédica e Piranema.

Como no experimento anterior, o solo Piranema sempre apresentou melhores condições para o desenvolvimento das plantas (peso, N% e N total), porém, neste experimento a nodulação foi melhor no solo Seropédica do que no solo Piranema (Quadro 5).

QUADRO 5. Efeito de diferentes níveis de umidade na nodulação e desenvolvimento da soja (*Glycine max*), cultivar Santa Maria. Experimento 2. Dados por potes com 3 plantas (médias de 3 repetições)

Solos	Níveis de umidade	Fontes de N	Nódulos		Plantas		
			Número	Peso (mg)	Peso (g)	N %	N total (mg)
Seropédica	75% da capacidade de campo	Testemunha	6,3	44,0	4,5	1,93	90,0
		Inoculação	89,0	266,3	8,8	2,30	202,9
		Mineral*	9,3	38,7	9,6	1,92	184,3
	100% da capacidade de campo	Testemunha	5,3	27,7	5,4	1,78	115,0
		Inoculação	59,0	269,7	7,6	2,59	192,2
		Mineral	1,0	15,3	13,8	1,51	196,3
125% da capacidade de campo	Testemunha	5,7	77,3	5,4	1,33	94,5	
	Inoculação	87,7	324,3	10,8	2,41	225,8	
	Mineral	3,3	23,3	12,2	1,53	193,5	
Piranema	75% da capacidade de campo	Testemunha	6,7	13,3	10,1	3,05	308,9
		Inoculação	35,3	98,3	10,2	2,83	287,8
		Mineral	0	0	10,5	3,73	392,0
	100% da capacidade de campo	Testemunha	0,3	2,7	13,0	2,46	319,7
		Inoculação	55,3	311,7	13,2	2,54	338,4
		Mineral	0	0	10,4	3,18	325,4
125% da capacidade de campo	Testemunha	0,7	1,3	11,5	2,77	312,3	
	Inoculação	34,0	208,7	12,0	2,23	269,1	
	Mineral	0	0	11,3	3,60	403,3	

* 3 x 40 mg/pote.

Devido à possibilidade de estes fatores terem influenciado, talvez não se possa avaliar a influência dos períodos de umidade. Porém, pode-se afirmar que períodos de até 25 dias de inundaçao no solo Piranema não afetaram a nodulação e o desenvolvimento das plantas. Este resultado coincide com os obtidos por Wu *et al.* (1968) que, após inundaçao de um solo durante um mês, constatou que a viabilidade do *Rhizobium* não fora muito afetada.

A maior tolerância do *Rhizobium* nativo do solo aos tratamentos de umidade indica a possibilidade da seleção de estirpes mais tolerantes às condições de baixada.

Entre as fontes de N no solo Piranema não se encontraram diferenças acentuadas, sendo que este solo foi coletado numa área adubada. Já no solo Seropédica, onde N foi fator limitante do desenvolvimento das plantas, o tratamento inoculado se igualou ao adubado com N mineral para o peso da planta e N total, tendo ambos o dobro da produção da testemunha (Quadros 5 e 6).

Ao comparar os tratamentos de inoculação e adubação com N mineral, o peso das plantas e o ganho de N foram equivalentes, mesmo com uma adubação de

QUADRO 6. Análise de variância do Experimento 2 (Valores F)

Fontes de variação	G.L.	Nódulos*		Plantas		
		N.º	Peso	Peso	N %	N total
Fontes de N	2	136,36**	83,60**	9,47**	3,74*	8,41**
Níveis de umidade	2	—	—	3,28*	3,26	—
Solos	1	24,56**	19,60	22,14**	82,34**	117,87**
Fontes de N x níveis	4	—	3,13	—	—	—
Fontes de N x solos	2	3,24	—	14,56**	20,63**	6,12**
Níveis x solos	2	—	2,11	—	1,23	—
Fontes de N x Níveis x solos	4	—	—	1,95	—	—
Resíduo	34	—	—	—	—	—
C.V. (%)		30	42	21	17	17

* Valores transformados para $\sqrt{x+1}$.

240 kg/ha de N e com 25% a mais de umidade no solo que a sua capacidade de campo.

O efeito dos níveis de umidade foi significativo apenas nos pesos das plantas onde o nível 75% da capacidade de campo se mostrou inferior (Quadros 5 e 6). Umidade constante, mesmo 25% acima da C.C., não prejudicou a nodulação e fixação de N da soja Santa Maria (Quadro 5).

Com os resultados obtidos nos dois experimentos conclui-se que, embora a nodulação e o desenvolvimento da planta possam ser afetados pelo excesso de umidade, é possível obter-se uma boa nodulação e fixação de N com uma inoculação bem orientada, tornando-se a inoculação, em solos de baixada, ainda mais importante.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração de José Vicente Alves e Vanderlei de Oliveira Andrade na condução e análise de nitrogênio dos experimentos.

REFERÊNCIAS

Bond, G. 1951. Symbiosis of leguminous plants and nodule bacteria. 4. The importance of the oxygen factor in nodule formation and function. *Ann. Bot.* 15:95-108. (Citado por Vincent 1965)

Ferguson, T.P. & Bond, G. 1954. Symbiosis of leguminous plants and nodule bacteria. 5. The growth of red clover at different oxygen tensions. *Ann. Bot.* 18:385-396. (Citado por Vincent 1965)

Fred, E.B. & Waksman, S. 1928. Laboratory manual of general microbiology. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.

McKee, G.W. 1961. Some effects of liming, fertilization and soil moisture on seedling growth and nodulation of birdsfoot trefoil. *Agron. J.* 53:237-240.

Mendes, W., Lemos, P. de O. e C., Lemos, R. C., Carvalho, L. G. de O. & Rosenburg, R. J. 1954. Contribuição ao mapeamento, em série, dos solos do Município de Itaguaí. Boim 12 do Inst. Ecol. e Exp. Agrícolas, Min. Agric., Rio de Janeiro, Brasil.

Vincent, J.M. 1958. Survival of the root nodule bacteria, p. 108-123. In: Hallsworth, E.G. (ed.), *Nutrition of the legumes*. Butterworths, London.

Vincent, J.M. 1965. Environmental factors in the fixation of nitrogen by the legume, p. 384-435. In Bartholomew, W.V. & Clark, F.E. (ed.), *Soil Nitrogen*. Agronomy n.º 10, Amer. Soc. Agron. Inc. Publ., Madison.

Whiteman, P.C. 1968. The effects of temperature on the vegetative growth of six tropical legume pastures. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.* 8:528-532.

Wu, M.H., Lee, S.T. & Chiang, M.H., 1968. Effects of submersed paddy soil on the life of soybean *Rhizobia*. *J. Agric. Ass. China (New Series)* 64:13-17.

ABSTRACT.- De-Polli H.; Franco, A.A.; Döbereiner, J. [*Survival of Rhizobium in flooded soils.*] Sobrevivência de *Rhizobium* em solos de baixada sujeitos a inundação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1973) 8, 133-138 [Pt, en] IPEACS, Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26, Brazil.

In two greenhouse experiments the effect of periodic inundation on survival of native and inoculated *Rhizobium* and its effect on nodulation and nitrogen fixation of *Centrosema pubescens* and soybean (*Glycine max*) variety Santa Maria were studied.

The first experiment included two lowland soils maintained at 3 moisture levels (field capacity, flooded at soil level and flooded 5 cm above) for four periods (0, 25, 50 and 100 days). *Centrosema* was planted after draining at the end of each moisture period. Nodule numbers were reduced by previous flooding of the soil. In one of the soils (Seropédica) nodulation and plant growth decreased with increasing moisture periods while they increased until 25 days in the other soil (Piranema), after which the similar decrease was observed. In the soil Seropédica, the inoculated strains, identified by the black nodules they produced, were more sensitive to excessive humidity than the native soil strains.

In the second experiment nodulation and nitrogen fixation of soybean variety Santa Maria (flood tolerant) was compared at three moisture levels (75, 100 and 125 percent of field capacity) in the same two soils. Humidity levels used did not affect the soybean symbiosis and inoculation was as efficient as mineral nitrogen (240 kg/ha) at all moisture levels.

In soils with poor drainage it seems more important to inoculate legumes properly than in normal soils.