

DEFICIÊNCIA DE MICRONUTRIENTES EM SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO E SUA CORREÇÃO COM "PELLET" DE F.T.E.¹

HELVÉCIO, DE-POLLI² e JOHANNA DÖBEREINER³

SINOPSE. - Foram feitos três experimentos em casa de vegetação com solo Podzólico Vermelho-amarelo, de relevo acidentado, normalmente usado como pastagem, para estudar problemas de estabelecimento de leguminosas forrageiras. Verificou-se que deficiência de manganês e de outros micronutrientes limita a fixação de nitrogênio e o desenvolvimento destas leguminosas.

O uso do F.T.E. ("Fritted Trace Elements") duplicou a produção de proteína de *Centrosema pubescens*, *Phaseolus atropurpureus*, *Glycine wightii* e *Stylosanthes guyanensis*, quando aplicado no solo, e das três primeiras, quando aplicado em forma de "pellet".

O F.T.E., quando usado puro, na forma de "pellet", induziu uma clorose nas plantas novas; no entanto, quando misturado ou em camadas com calcário, este efeito foi quase eliminado.

Testes em meio de cultura mostraram que o *Rhizobium* não foi inibido pelas diversas fórmulas do F.T.E.

Palavras chaves adicionais para índice: Leguminosas forrageiras tropicais, fixação de N, clorose em plantas novas.

INTRODUÇÃO

Problemas de micronutrientes já têm sido observados em solos do Estado do Rio de Janeiro. Ruschel *et al.* (1969, 1970) demonstraram efeitos do molibdênio e boro em solos Podzólicos Vermelho-amarelo (Série Itaguaí) e Gray Hidromórfico (Série Ecologia) na fixação de nitrogênio pela soja (*Glycine max*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*). Por outro lado, observou-se pronunciada toxidez de manganês nos solos desta última série, enquanto os da primeira apresentavam menor disponibilidade de manganês (Döbereiner & Alvahydo 1963). Devido à baixa capacidade de troca destes solos, estes problemas não são tão facilmente resolvidos, uma vez que a aplicação de sais de micronutrientes, de um lado, e a calagem, de outro, podem levar, num mesmo solo, da deficiência à toxidez ou vice-versa. Todavia, sua solução é indispensável como demonstrado em outras áreas, como no cerrado, onde a aplicação de micronutrientes, na presença de fósforo, aumentou até 10 vezes a produção de leguminosas forrageiras (França & Carvalho 1970).

O recente aparecimento no mercado nacional de micronutrientes em forma de vidro finamento moído (Fritted Trace Elements, F.T.E.), usados há alguns anos com sucesso na Flórida (U.S.A.), abre novas possibilidades para a solução do problema, uma vez que os micronutrientes são aplicados em forma lentamente solúvel, o

que vem reduzir os perigos de toxidez e ainda sua lixiviação. Ainda que vários trabalhos na Flórida tenham demonstrado, em várias plantas, aumentos de produção de duas a vinte vezes (Fiskell 1958, Fiskell & Winsor 1958), mesmo naquele país nada se sabe sobre a interação dos diversos micronutrientes em forma de F.T.E. com os componentes do solo e com as plantas.

Sendo problemática a distribuição no campo de quantidades relativamente pequenas (20 a 40 kg/ha) do F.T.E., pensou-se ser promissora a sua aplicação em forma de "pellet", em que todo o material é concentrado em volta das sementes ficando à disposição principalmente das plantas novas, quando a competição com as gramíneas e ervas daninhas dificulta o seu estabelecimento. Assim sendo, talvez quantidades bem menores possam ser suficientes para corrigir a deficiência de micronutrientes.

Com a finalidade de estudar as possibilidades desta técnica na solução dos problemas de estabelecimento de leguminosas forrageiras nos pastos naturais de morros, três experimentos foram conduzidos no Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS) com solo colhido na Estação Experimental Santa Mônica, do mesmo Instituto, situada no município de Valença, Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram feitos em casa de vegetação com solo Podzólico Vermelho-amarelo colhido numa encosta de morro na Estação Experimental Santa Mônica; esse solo é típico da região para as encostas altamente erodidas e cobertas com pastos de *Melinis minutiflora* (capim gordura). A análise do solo revelou: pH 5,1; 1 ppm de P; 56 ppm de K; 2,3 me de Ca²⁺ e Mg²⁺/100 cc de terra e 0,7 me de Al³⁺/100 cc de terra.

¹ Aceito para publicação em 28 de agosto de 1973.

Trabalho subvencionado pelo Convênio PL-480 e apresentado na IV Conferência Internacional sobre os Impactos Globais da Microbiologia Aplicada (CIAM IV) sob o título "Correction of trace element deficiencies in forage legumes by pelleting with F.T.E."

² Eng.º Agrônomo da Seção de Solos do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS), Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26, e Pesquisador Assistente, bolsista, do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) (51/70).

³ Pesquisador em Agricultura da Seção de Solos do IPEACS e Pesquisador Conferencista, bolsista, do CNPq (7105/68).

Experimento 1

Foi um experimento com delineamento inteiramente casualizado com seis repetições e os 10 seguintes tratamentos: "pellet" com quatro formulações de F.T.E. (BR 10, BR 12, BR 14 e BR 15) + testemunha sem "pellet", e "pellet" com as mesmas quatro formulações de F.T.E. misturadas com calcário na proporção 1:2 + testemunha com "pellet" de calcário somente. A composição das diversas fórmulas do F.T.E. está apresentada no Quadro 1. Utilizaram-se sacos de polietileno com 2 kg de solo, colocados dentro de vasos maiores e porosos com areia de rio, para evitar altas temperaturas (Döbereiner & Pimenta 1964). Fez-se uma adubação básica com 60 ppm de P e 75 ppm de K.

A leguminosa forrageira usada foi a *Centrosema pubescens* (jitirana), cujas sementes foram escarificadas em ácido sulfúrico concentrado e secadas antes de se preparar o "pellet". Para este, por 1 g de sementes foram usados 0,075 g de goma arábica em pó, 0,1 g de turfa esterilizada e neutralizada com calcário, 0,1 ml de inoculante líquido e excesso de F.T.E. ou da mistura F.T.E. com CaCO_3 p.a. (1:2) como invólucro. As quantidades de invólucro que ficaram aderidas foram, em média, de 0,375 g por grama de sementes. Foram semeadas 15 sementes por vaso, aplicando-se então 0,172 g de F.T.E. por 2 kg de solo, ou 172 kg/ha, nos tratamentos com F.T.E. puro, e 0,057 g de F.T.E. e 0,115 g de calcário por 2 kg, ou 57 e 115 kg/ha, respectivamente. Enquanto a primeira dose é muito maior que a aplicada normalmente no campo, a segunda é equivalente a esta.

Manteve-se a umidade do solo fazendo-se regas periódicas com água destilada e desmineralizada.

Fez-se desbaste para quatro plantas, deixando-se no solo do vaso as plantas desbastadas. O experimento foi plantado em 23.11.71 e colhido em 13.1.72. Na colheita, as plantas foram retiradas do solo com o sistema radicular íntato, removendo-se o solo a ele aderido com jato d'água em cima de uma peneira. Destacados os nódulos, foram eles secados, contados e pesados, como também as plantas. Estas ainda foram moidas, e seu teor de nitrogênio foi analisado pelo método de Kjeldahl (semimicro) com HgO como catalisador e recebendo o destilado em ácido bórico.

Experimento 2

Foi um experimento com delineamento fatorial $2 \times 2 \times 5$, em blocos ao acaso com quatro repetições e os seguintes tratamentos: duas espécies de leguminosas — *Glycine wightii* (soja perene) cv. Tinaroo e *Stylosanthes guyanensis* (alfafa do Nordeste) — dois tipos de aplicação do F.T.E. (em "pellet" e no solo) e quatro fórmulas de F.T.E. (BR 10, BR 12, BR 14 e BR 15) + testemunha. A composição das diferentes fórmulas de F.T.E. pode ser vista no Quadro 1.

Foram usados vasos de polietileno com 2 kg de solo para duas das repetições e sacos de polietileno com 2 kg de solo embutidos em vasos porosos e maiores, com areia, para refrigeração, nas outras duas repetições. A adubação básica foi de 40 ppm de P, 50 ppm de K e 14,8 ppm de Mg. As sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado, lavadas e secadas. O "pellet" foi preparado como no Experimento 1, sendo que as testemunhas receberam todas as substâncias menos

QUADRO 1. Composição percentual, segundo o fabricante, das diferentes formulações de "Fritted Trace Elements" (F.T.E.)

Nutrientes	BR 10	BR 12	BR 14	BR 15
Fe	4,89	3,85	—	—
B	2,79	2,17	2,17	2,79
Zn	6,83	9,24	4,02	8,04
Cu	0,96	0,80	0,80	0,80
Mo	0,13	0,13	0,13	0,13
Mn	10,11	3,48	—	—
Co	0,10	—	—	—

o F.T.E. Foi usado inoculante com estirpes selecionadas para cada espécie de leguminosa.

Foram plantadas, por vaso, 20 sementes de *G. wightii* e 25 sementes de *S. guyanensis*. O F.T.E. aderido foi 0,050 g e 0,044 g, correspondendo a 50 e 44 kg/ha, respectivamente, para as duas leguminosas. Nos tratamentos com F.T.E. no solo foi aplicada a mesma quantidade.

O experimento foi molhado com água destilada e desmineralizada. Não foi feito desbaste para evitar a presença de sementes mortas no solo, mais isto provocou um "stand" bastante desuniforme. O experimento foi plantado em 15.12.71 e colhido em 9.2.72.

A colheita e as demais determinações foram feitas como no Experimento 1.

Experimento 3

O experimento foi um fatorial $2 \times 2 \times 7$, em blocos ao acaso com três repetições e os seguintes tratamentos: duas espécies — *Centrosema pubescens* (jitirana) e *Phaseolus atropurpureus* cv. siratro —, duas fórmulas de F.T.E. (BR 10 e BR 12) e seis formas de aplicação do F.T.E. (no solo, em "pellet" de F.T.E. apenas, em "pellet" de F.T.E. misturado com calcário a 1:1, em "pellet" de F.T.E. misturado com fosforita de Araxá a 1:1, em "pellet" de F.T.E. e calcário em camadas, em "pellet" de F.T.E. e fosforita em camadas) + testemunha.

Foram usados sacos de polietileno com 2 kg de solo. A adubação básica foi de 60 ppm de P e 75 ppm de K. Para o preparo do "pellet" foram usados por 1 g de sementes de *C. pubescens* e *P. atropurpureus*, respectivamente, 0,071 e 0,125 g de goma arábica em pó, 0,107 e 0,187 g de turfa neutralizada e esterilizada, 0,125 e 0,219 ml de inoculante líquido e 0,250 e 0,200 g de F.T.E. ou da mistura como invólucro. Para preparar o "pellet" em camadas, essas quantidades foram reduzidas à metade, fazendo-se primeiramente um "pellet" de calcário ou fosforita e, depois de seco, outro "pellet" de F.T.E. por fora. O inoculante usado continha a estirpe C102 de *Rhizobium*, que produz nódulos pretos em ambas as espécies, podendo, assim, serem identificados os nódulos por ela formados (Döbereiner 1971). Foram plantadas 14 sementes (poder germinativo 40%) por vaso, sendo a quantidade de F.T.E. aplicada igual a 0,092 e 0,042 g por vaso ou 92 e 42 kg/ha, respectivamente, para as duas leguminosas, nos tratamentos com F.T.E. puro, ou a metade, nos tratamentos com mistura ou em camadas. O experimento foi regado com água destilada e desmineralizada. Foi feito desbaste para duas plantas, incorporando-se as plantas desbastadas ao solo do vaso. O experimento foi plantado em 24.3.72 e colhido em 22.5.72. A colheita e as demais determinações foram feitas como no Experimento 1.

Testes de laboratório

Foram preparados tubos de ensaio com meio de cultura 79 (Fred & Waksman 1928); aos sais minerais e extrato de levedura que compõem esse meio foram adicionadas em excesso diferentes fórmulas de F.T.E., deixando-se alguns tubos como testemunha; todos os tubos foram inoculados com culturas de *Rhizobium* sp. (cinco estirpes diferentes). Em outros tubos foram ainda acrescentadas sementes de *C. pubescens* e de *S. guyanensis*, além do F.T.E. Em nenhum dos casos se observou inibição do crescimento de *Rhizobium* pelo F.T.E.

RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Observando-se os resultados do Experimento 1, apresentados no Quadro 2 e analisados no Quadro 3, pode-se verificar, em primeiro lugar, o efeito altamente significativo do F.T.E. sobre a nodulação, fixação de nitrogênio e desenvolvimento das plantas. Comparando-se os tratamentos que incluíam BR 10 e BR 12 com as testemunhas, observou-se que a aplicação de micronutrientes duplicou a produção de N total nas plantas, indicando problemas sérios de micronutrientes no solo pesquisado. Como estes efeitos foram menos pronunciados (aumentos de 50% apenas) na produção de matéria seca e ainda foi verificado efeito altamente significativo na percentagem de N e na nodulação, pode-se deduzir que o efeito dos micronutrientes foi maior sobre a simbiose do que sobre o desenvolvimento das plantas. Como pode ser visto no Quadro 1, a composição da BR 10 e BR 12, que foram as formulações mais efetivas (Quadro 2), se diferencia das demais pela presença de manganês e ferro. Sendo o ferro mais disponível neste grande grupo de solo, parece mais provável que o manganês

tenha sido o elemento responsável pelos aumentos da produção. Este aumento, todavia, não se manifestou na nodulação que, pelo contrário, foi menor nestes dois tratamentos, mas sim na eficiência nodular (quantidade de N fixado por peso de nódulos, Döbereiner *et al.* 1966). Não se conhece o efeito do Mn no mecanismo da fixação do N₂, sendo seu papel na planta nos precursores da clorofila. Por outro lado, um efeito específico do excesso de manganês na fixação de nitrogênio (Döbereiner 1963) foi atribuído a uma interferência na síntese da hemoglobina. Possivelmente a deficiência poderia ser interpretada semelhantemente.

Além do efeito do manganês aparecem efeitos de outro ou de outros elementos, provavelmente zinco e boro, que estão em concentrações maiores na formulação da BR 15 do que na da BR 14, que teve produção inferior.

Não foi significativo em nenhuma das observações o efeito do calcário misturado no "pellet" e nem do "pellet" com calcário somente. Apesar de ser ácido (pH 5,1), este solo não apresenta problemas de toxidez de Al⁺⁺⁺ (0,7 mE/100 cc) e já em experimentos anteriores foi verificada a falta de resposta à calagem, mesmo de plantas muito mais sensíveis, como feijão (Döbereiner 1963).

Observou-se, neste experimento, uma clorose generalizada nas plantas novas, nos tratamentos com BR 10, BR 12 e BR 15, a qual esteve ausente nas do tratamento com BR 14 e no sem F.T.E. Ainda não chegamos a uma conclusão sobre a razão desta ocorrência. A mistura do F.T.E. com calcário diminuiu a clorose que, nos tratamentos afetados, desapareceu após a segunda semana, não se manifestando na produção; entretanto, em condições menos favoráveis, no campo, poderia prejudicar o estabelecimento das plantas.

QUADRO 2. Efeitos da aplicação de diferentes formulações de F.T.E. em "pellet", sem e com calcário, na nodulação e desenvolvimento de *Centrosema pubescens*, Experimento 1. Dados por vaso com quatro plantas, em médias de seis repetições

Tratamentos	Nódulos		Plantas		
	Número	Peso seco (mg)	Peso seco (g)	N %	N total (mg)
BR 10	85	231	3,33	1,95	63
BR 12	89	229	3,21	1,97	64
BR 14	115	229	2,97	1,61	48
BR 15	92	271	3,33	1,66	55
Testemunha	119	174	2,34	1,32	31
BR 10 + calcário	94	251	3,72	1,97	74
BR 12 + "	99	258	3,70	1,75	64
BR 14 + "	107	248	2,72	1,56	43
BR 15 + "	110	269	3,35	1,64	55
Testemunha + calcário	123	185	2,47	1,34	33
D.m.s. (Tukey) a 5%	29,2	80,8	0,700	0,407	20,0

QUADRO 3. Análise de variância do Experimento 1. Valores de F

Fontes de variação	G.L.	Nódulos		Plantas		
		Número	Peso	Peso	N %	N total
F.T.E.	4	8,50**	7,46**	20,06**	16,44**	23,35**
Calcário	1	3,17	1,83	3,32	—	—
F.T.E. x calcário	4	1,20	—	1,79	—	—
Resíduo	49*					
C.V. (%)		15	18	12	13	20

* Os graus de liberdade do resíduo são 49 devido à perda de uma parcela.

No Experimento 2 tentou-se confirmar o efeito pronunciado do "pellet" com F.T.E. em outras leguminosas e ainda compará-lo com o do F.T.E. misturado ao solo; para isto foram usadas as mesmas quantidades de F.T.E. que corresponderiam a uma adubação pesada, e que talvez seja exagerada no caso do "pellet", uma vez que, em vasos, o número de sementes usadas é sempre maior que no campo. Verifica-se no Quadro 4 que novamente as fórmulas BR 10 e BR 12 foram as mais eficientes, tanto quando misturadas ao solo como quando em forma de "pellet". Novamente, com estas duas fórmulas, foi duplicada a produção de proteína, confirmando deficiência de manganês neste solo. Esta deficiência de manganês nos surpreendeu, pois apesar das observações de Freitas e Pratt (1969) de que *S. guyanensis* pode chegar a sentir deficiências de Mn após calagem, não conhecemos referência bibliográfica indicando tal deficiência em nossos solos, sem calagem (pH 5,1). O elevado grau de lixiviação talvez seja o responsável pela ocorrência desta e de outras deficiências graves de macro e micronutrientes.

O *S. guyanensis*, apesar de mostrar efeito altamente significativo (Quadro 5) ao F.T.E. misturado ao solo, foi menos favorecido pelo F.T.E. em forma de "pellet" (Quadro 4). Apesar de não se constatar efeito na nodulação que possa explicar esta diferença, é possível que as estirpes de *Rhizobium* inoculadas, que foram altamente eficientes, tenham sido limitadas em seu desenvolvimento pelo "pellet", ou então, que os efeitos iniciais observados na *C. pubescens* (Experimento 1) tenham afetado mais gravemente o desenvolvimento do *S. guyanensis* do que o das duas outras espécies. A *G. wightii*, apesar do fraco desenvolvimento em geral devido ao solo ácido usado, teve o peso das plantas e o N total aumentados com a aplicação do F.T.E., e o número e peso de nódulos triplicados em relação à testemunha, com os tratamentos com BR 10 e BR 12. A eficiência dos nódulos, entretanto, não parece ter sido afetada como na *C. pubescens* e no *S. guyanensis*. Este experimento foi um tanto prejudicado pelas altas temperaturas reinantes na casa de vegetação, na época, como pode ser visto no teor de nitrogênio baixo em todos os tratamen-

QUADRO 4. Efeitos de diferentes formulações de F.T.E. aplicadas em "pellet" e ao solo sobre *Stylosanthes guyanensis* e *Glycine wightii*. Experimento 2. Dados por vaso, em médias de quatro repetições

Leguminosas	Aplicação do F.T.E.	Formulação do F.T.E.	Nódulos		Plantas		
			Número	Peso seco (mg)	Peso seco (g)	N %	N total (mg)
<i>S. guyanensis</i>	"Pellet"	BR 10	605	46	6,6	1,44	90
		BR 12	524	48	6,4	1,45	90
		BR 14	519	47	6,0	1,34	79
		BR 15	668	67	6,3	1,35	84
		Testemunha	659	61	5,8	1,36	77
	Solo	BR 10	365	44	8,4	1,87	153
		BR 12	482	57	8,7	1,73	145
		BR 14	594	53	6,0	1,39	83
		BR 15	1.047	80	6,8	1,53	104
		Testemunha	427	38	5,2	1,33	70
<i>G. wightii</i>	"Pellet"	BR 10	86	91	3,9	1,19	47
		BR 12	81	92	4,7	1,16	54
		BR 14	82	58	3,2	1,15	37
		BR 15	99	72	4,3	1,07	45
		Testemunha	39	22	2,9	1,14	34
	Solo	BR 10	120	130	4,6	1,29	59
		BR 12	95	119	4,6	1,10	50
		BR 14	70	45	3,4	1,18	40
		BR 15	70	54	3,5	1,13	40
		Testemunha	46	33	2,9	1,10	35
D.m.s. (Tukey) a 5%*					2,69	0,442	36,9

* Para número e peso de nódulos não foi colocado o valor da d.m.s. porque a análise de variância foi feita com os valores transformados em $\sqrt{x + 1}$.

QUADRO 5. Análise de variância do Experimento 2. Valores de F

Fontes de variação	G.L.	Nódulos		Plantas		
		Número	Peso	Peso	N %	N total
Planta	1	194,91**	6,82*	152,59**	73,76**	291,15**
Aplicação do F.T.E.	1	—	—	2,98	7,80**	20,03**
Formulação do F.T.E.	4	1,85	8,91**	9,53**	4,08**	18,16**
Planta x aplicação	1	—	—	2,98	4,26**	16,53**
Planta x formulação	4	1,54	9,35**	—	1,95	3,63*
Aplicação x formulação	4	—	—	1,83	1,42	5,76**
Planta x aplicação x formulação	4	1,72	2,19	1,35	1,15	4,49**
Resíduo	66	—	—	—	—	—
C.V. (%)		30	20	20	13	20

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

QUADRO 6. Efeito da aplicação do F.T.E., no solo e em diferentes tipos de "pellet", sobre *Centrosema pubescens* e *Phaseolus antropurpureus*. Experimento 3. Dados por vaso com duas plantas, em médias de três repetições.

Leguminosas	Formulação do F.T.E.	Aplicação do F.T.E.	Total de nódulos		Nódulos pretos		Planta			
			Número	Peso seco (mg)	Número	Peso seco (mg)	Peso seco (g)	N %	N total (mg)	Clorose*
<i>C. pubescens</i>	BR 10	No solo	83	445	10	24	5,4	2,21	119	0,33
		"Pellet" do F.T.E.	74	348	1	1	4,4	2,05	91	2,00
		do F.T.E. e calcário misturados	105	490	4	21	5,3	2,31	123	0,33
		do F.T.E. e fosforita misturados	75	449	0	0	5,9	2,29	148	1,67
		do calcário e F.T.E. em camadas	120	436	3	10	5,6	2,40	134	0,33
	BR 12	do fosforita e F.T.E. em camadas	76	390	1	6	5,1	2,33	114	1,67
		Testemunha	123	342	4	9	4,6	1,37	61	0,00
		No solo	110	440	17	55	5,6	2,10	118	0,00
		"Pellet" do F.T.E.	77	389	0	0	5,3	2,11	112	2,33
		do F.T.E. e calcário misturados	104	294	4	1	5,4	2,48	113	0,67
<i>P. antropurpureus</i>	BR 10	do F.T.E. e fosforita misturados	113	333	0	0	4,6	2,12	98	1,67
		do calcário e F.T.E. em camadas	128	446	4	14	5,8	2,04	119	1,33
		do fosforita e F.T.E. em camadas	70	244	4	2	5,2	2,04	110	2,33
		Testemunha	61	177	1	4	3,7	1,49	55	0,33
		No solo	67	289	11	66	6,7	1,80	120	0,00
	BR 12	"Pellet" do F.T.E.	72	282	16	96	6,6	1,96	129	2,33
		do F.T.E. e calcário misturados	60	288	11	68	6,3	1,89	110	0,67
		do F.T.E. e fosforita misturados	69	328	18	144	6,6	2,00	134	1,00
		do calcário e F.T.E. em camadas	82	299	21	106	7,8	2,12	163	0,33
		do fosforita e F.T.E. em camadas	86	346	18	114	7,2	2,04	147	1,33
<i>D.m.s. (Tukey) a 5%</i>	BR 10	Testemunha	89	224	8	32	5,8	1,39	79	0,33
		No solo	57	268	5	47	6,5	1,93	125	1,00
		"Pellet" do F.T.E.	72	314	21	76	7,3	2,09	151	2,00
		do F.T.E. e calcário misturados	99	299	36	108	7,4	1,98	147	0,67
		do F.T.E. e fosforita misturados	82	312	23	105	7,3	2,16	158	0,67
	BR 12	do calcário e F.T.E. em camadas	72	285	18	79	7,7	1,92	146	0,33
		do fosforita e F.T.E. em camadas	77	339	12	70	7,3	1,86	134	0,33
		Testemunha	114	226	22	68	5,5	1,40	77	0,33
		No solo	87,3	285,1			2,79	0,755	74,2	
		"Pellet" do F.T.E.								

* Clorose foliar observada nas plantas com dez dias de idade. Foi feita uma observação atribuindo valores de 0 a 3 (mínimo e máximo de clorose).

b Para número e peso de nódulos pretos e clorose não foi colocado o valor da d.m.s. porque a análise de variância foi feita com os valores transformados em $\sqrt{x + 1}$.

QUADRO 7. Análise de variância do Experimento 3. Valores de F

Fontes de variação	G.L.	Nódulos							
		Normais		Pretos*		Plantas			
		Número	Peso	Número	Peso	Peso	N %	N total	Clorose*
Planta	1	6,27**	15,58**	74,81**	131,84**	74,09**	12,64**	15,68**	4,90**
Formulação do F.T.E.	1	—	4,19*	—	—	—	—	—	—
Aplicação do F.T.E.	6	1,54	2,47	—	—	4,44**	13,42**	11,69**	12,24**
Planta x formulação	1	—	3,81	—	—	—	—	1,50	3,88**
Planta x aplicação	6	1,68	1,46	3,60**	3,45**	—	1,05	—	2,45*
Formulação x aplicação	6	—	—	—	—	—	1,14	1,20	—
Planta x formulação x aplicação	6	1,73	—	1,61	1,49	—	—	—	2,00
Resíduo	54	—	—	—	—	—	—	—	—
C.V. (%)		33	28	40	44	15	13	20	16

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

tos, principalmente na *G. wightii*, o que indica funcionamento precário da simbiose.

No Experimento 3 tentou-se estudar o efeito do "pellet" com F.T.E. na sobrevivência do *Rhizobium* inoculado, usando-se estirpes que produzem nódulos pretos. Teve o intuito ainda de pesquisar a possibilidade de eliminar efeitos prejudiciais do "pellet" com F.T.E., misturando-o com carbonato de cálcio ou fosforita ou então aplicando estas substâncias e o F.T.E. em camadas. Observações empíricas em todos os vasos, no início do ciclo, mostram (Quadro 6) que a clorose foi realmente quase eliminada pela mistura do F.T.E. com calcário ou sua aplicação em camadas, enquanto a fosforita teve pouco efeito. O efeito no número e peso de nódulos pretos também mostra tal tendência, embora a percentagem de nódulos pretos no total seja tão pequena, principalmente na *C. pubescens*, que os efeitos na produção não podem ter sido influenciados pelo estabelecimento do *Rhizobium* inoculado. Estes dados confirmam as dificuldades, já observadas anteriormente (Souto *et al.* 1970, Date 1971), de se estabelecerem inoculantes selecionados em leguminosas promíscuas. Todavia, houve efeito altamente significativo do F.T.E. (Quadro 7), que novamente duplicou a produção de proteína das duas leguminosas, sendo os melhores tratamentos as diversas misturas aplicadas em "pellet", sem entretanto haver coerência para leguminosas ou fórmulas (interação tratamento x espécie; Quadro 7). A eliminação da clorose pela mistura com calcário parece já suficiente para justificar a escolha das fórmulas contendo calcário, uma vez que tal clorose, mesmo não tendo prejudicado a produção neste experimento, possivelmente, no campo, teria maior importância.

Em ensaios de laboratório com F.T.E. aplicado sobre meio de cultura contendo sementes, não foi observado efeito sobre o desenvolvimento de várias estirpes de *Rhizobium*.

Os experimentos realizados não permitem ainda cálculos econômicos a respeito do uso do F.T.E., uma vez que foram empregadas quantidades superiores às recomendadas para aplicação no campo. Tal estudo será possível apenas através de experimentos de campo. Acreditamos, entretanto, que um tratamento que tenha dobrado a produção sob condições ótimas de casa de vegetação seja decisivo no estabelecimento destas plantas no campo, onde efeitos nas plantas novas são de primordial importância.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao acadêmico Arisson S. Viana, aluno do 4.º ano de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela colaboração prestada na instalação do Experimento 2.

REFERÊNCIAS

- Date, R.A. 1971. Nitrogen, a major limitation in the productivity of natural communities, crops and pastures in the pacific area. XII Pacific Science Congress, Canberra, Austrália.
- Döbereiner, J. 1963. Manganese toxicity in the *Rhizobium* - bean symbiosis (*Phaseolus vulgaris* L.). Thesis M.S., Univ. Wisconsin, U.S.A.
- Döbereiner, J. 1971. Inoculação cruzada e eficiência na simbiose de leguminosas tropicais. Anais Semin. Metodol. Planej. Pesq. Leg. Trop., IPEACS, Rio de Janeiro, p. 181-192.
- Döbereiner, J. & Alvahydo, R. 1963. Toxidez de manganês em solos da série Ecologia. IX Cong. Bras. Ciên. Solo, Fortaleza, Ceará.
- Döbereiner, J., Arruda, N.B.de & Penteado, A.de F. 1966. Avaliação da fixação do nitrogênio, em leguminosas, pela regressão do nitrogênio total das plantas sobre o peso dos nódulos. Pesq. agropec. bras. 1:233-237.
- Döbereiner, J. & Pimenta, T.G. 1964. A simple method to lower the soil temperature in greenhouse experiments. Soil Biol., Int. News Bull. n.º 2, p. 30-33.
- Fiskell, J.G.A. 1958. Me's keep clover growing. Fritted minors look promising. The Florida Cattleman, October; Univ. Florida.
- Fiskell, J.G.A. & Winsor, H.W. 1958. Frit may boost yield of ladino on flatwoods soil. Agric. Res. Report, April; Agric. Exp. Station, Gainesville, Florida.
- França, G.E.de & Carvalho, M.M. de 1970. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. Pesq. agropec. bras. 5:147-193.
- Fred, E.B. & Waksman, S.A. 1928. Laboratory manual of general microbiology. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Freitas, L.M.M.de & Pratt, P.P. 1969. Resposta de três leguminosas a calcário em diversos solos ácidos de São Paulo. Pesq. agropec. bras. 4:89-95.
- Ruschel, A.P., Britto, D.P.P.de S. & Carvalho, L.F.de 1969. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico. Pesq. agropec. bras. 4:29-37.
- Ruschel, A.P., Rocha, A.C.de M. & Penteado, A.de F. 1970. Efeito do boro e do molibdênio aplicados a diferentes revestimentos de semente de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Pesq. agropec. bras. 5:49-52.
- Souto, S.M., Cóser, A.C. & Döbereiner, J. 1972. Especificidade de uma variedade nativa de "Alfafa do Nordeste" (*Stylosanthes gracilis* H.B.K.) na simbiose com *Rhizobium* sp. Pesq. agropec. bras., Sér. Zootec., 7:1-5.

ABSTRACT.- De-Polli, H.; Döbereiner, J. [*Trace element deficiencies in red, yellow podzolic soil and their correction with pellets of fritted trace elements (F.T.E.)*]. Deficiência de microelementos em solo podzólico vermelho-amarelo e sua correção com "pellet" de F.T.E. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1974) 9, 93-99 [Pt, en] IPEACS, Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26, Brazil.

Three greenhouse experiments were conducted with a Red Yellow Podzolic soil (pH 5,1) that commonly occurs on the steep hills used for pastures in the state of Rio de Janeiro. The purposes of the study were to observe the effects of F.T.E. on the growth of four species of tropical legumes and the symbiotic fixation of nitrogen. Plant response to four different F.T.E. formulations was measured in terms of root nodule numbers and weight, plant dry matter production, and total N content.

From the differential effects of the 4 F.T.E. formulae it was deduced that Mn or Fe were suspect as being limiting in the legume - *Rhizobium* symbiosis, although other micronutrients may also have been involved.

Plant responses to applications of a F.T.E. containing all micronutrients. Crude protein production by *Centrosema pubescens*, *Phaseolus atropurpureus*, *Glycine wightii*, and *Stylosanthes guyanensis*, was doubled by these treatment. Except in the case of *Stylosanthes guyanensis*, similar increases in crude protein when the F.T.E. formulations were applied as pellets consisting of various combinations of F.T.E., lime, rock phosphate, and peat inoculum. Increases in legume dry matter production were less than those in crude protein content, but still highly significant.

Applications of F.T.E. in pellets initially induced chlorosis in the legume seedlings. The chlorosis was almost completely eliminated by pelleting with F.T.E. mixed with lime or by layering the pellets with F.T.E. and lime. In culture medium, *Rhizobium* was not inhibited by any of the four F.T.E. formulations.

Additional index words: Tropical pasture legumes, nitrogen fixation, chlorosis in seedlings, fritted trace elements.