



**VI-019 - APROVEITAMENTO DE UM RESÍDUO DE PROCESSO INDUSTRIAL
COMO ADUBO LÍQUIDO NA CULTURA DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

Rosana Cavalcante dos Santos⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Acre (UFAC). Especialista em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Energia na Agricultura pela Faculdade de Ciências Agrárias em Botucatu (FCA/UNESP). Doutoranda em Energia na Agricultura pela Faculdade de Ciências Agrárias em Botucatu (FCA/UNESP).



Ademércio Antônio Paccola

Prof. Adjunto da Faculdade de Ciências Agrônomicas – DRN – UNESP – Botucatu - SP. Mestre em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de Piracicaba (ESALQ/USP). Doutor em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de Piracicaba (ESALQ/USP).

José Raimundo de Souza Passos

Prof. Assistente Doutor do Instituto de Bioestatística - Departamento de Biociências - UNESP-Botucatu - SP. Mestre em Ecologia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de Piracicaba (ESALQ/USP). Doutor pela Faculdade de Ciências Agrárias - UNESP- Botucatu - SP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Jorge Barbosa de Barros, 79 - Jardim Paraíso - CEP: 18610-500 - Botucatu - SP - Brasil - Tel: (14) 6823-3804 - e-mail rosanacs@laser.com.br

RESUMO

Neste trabalho foi testado um resíduo de processo industrial como fertilizante líquido na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar “perola”, em condições de casa de vegetação. O quelato biológico foi obtido a partir do resíduo líquido do branqueamento de argila que sofreu ação microbiológica de bactérias. Não foram utilizados processos químicos poluentes que demandam instalações e sistemas de controle ambiental pouco eficientes, dispendiosos e muitas vezes apresentando riscos a saúde humana. O quelato biológico em teste foi comparado com o quelato comercial mais utilizado, EDTA, sendo ambos aplicados no solo e folhas de feijoeiro. As aplicações foram realizadas semanalmente iniciando-se aos 15 dias após a germinação e foram até o início da formação das vagens. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2 (produto x volume x local de aplicação). Cada tratamento foi representado por quatro repetições sendo a parcela experimental representada por duas plantas em cada vaso. Avaliaram-se as concentrações de macro e micronutrientes do solo e da parte aérea, massa seca da parte aérea e produção de grãos das plantas. Os resultados indicaram que em todos os tratamentos o quelato biológico foi equivalente ou superior ao EDTA. O quelato residual biológico influenciou na absorção e translocação de macronutrientes e micronutrientes, influenciando diretamente na produção de grãos. Considerando-se apenas a massa seca de ramos e folhas os resultados não foram conclusivos indicando que os estudos devem ser canalizados na produtividade do feijoeiro. Os tratamentos via solo foram superiores aos tratamentos via foliar para a maioria dos nutrientes analisados. Também pôde ser observado que o resíduo biológico quelatizado não apresentou metais pesados tóxico.

PALAVRAS-CHAVE: Micronutrientes, Quelato, Fertilizante, Resíduo, Plantas de Feijão.

INTRODUÇÃO

A utilização agronômica de resíduos pressupõe um número bem diverso de aplicações entre os quais: alimentação animal, substrato para fermentações, fabricação de fertilizantes orgânicos ou organo-minerais, cobertura de pisos (“camas”) em diferentes criações e sucedâneos de matéria prima para as agroindústrias ou atividades semelhantes. O uso de resíduos agroindustriais na agricultura atuando como fonte de nutrientes para as culturas e como condicionador do solo vem sendo uma prática cada vez mais constante na agricultura brasileira.



A Agenda 21 aponta para a existência de padrões de produção e consumo não sustentáveis o que está provocando aumento na quantidade e variedade dos resíduos persistentes no ambiente em um ritmo sem precedentes, o aumento nas quantidades de resíduos produzidos até o fim do século pode quadruplicá-los até o ano 2025.

Para Knezec & Miller (1976), o primeiro benefício do uso de resíduos ao solo é que este pode minimizar o problema da disposição final de resíduos, um dos aspectos preocupantes no presente e futuro da humanidade. Glória (1992a), relatou que o uso de resíduos no solo deve ser conduzido no sentido de não só eliminar a sua toxicidade ao ambiente, mas também tornar viável o seu uso, como fonte de nutrientes para as culturas, e como condicionador do solo.

A produtividade agrícola entre outros fatores está diretamente relacionada com a fertilidade do solo e esta, por sua vez, depende de vários fatores tais como: capacidade de troca catiônica, matéria orgânica, disponibilidade de fósforo entre outras. A quantidade e qualidade dos nutrientes necessários ao bom desenvolvimento das plantas, quer pela ação do homem quer pela ação natural, nem sempre estão em disponibilidade para a planta, sendo necessária a utilização de adubos.

Recentemente os adubos quelatizados vêm se destacando no mercado de fertilizantes por apresentarem um alto índice de eficiência de absorção e produtividade agrícola especialmente em relação aos micronutrientes. É importante salientar que o Brasil é um país de enorme potencial agrícola e com baixa produção interna de fertilizantes, dependendo da importação de grande quantidade de insumos.

Segundo Jonnes (1979), as características desejáveis para um agente quelante, quando aplicado via foliar são: facilidade de absorção pela planta, facilidade de translocação e decomposição dentro planta. Quanto as características desejáveis para um agente quelante no solo o mesmo autor cita: resistência a decomposição microbológica, estabilidade à hidrólise, não ser facilmente trocável por outro cátion polivalente no solo, não ser facilmente precipitado por íons ou adsorvidos nos colóides do solo, deve estar disponível para as plantas na superfície da raiz e dentro da planta, não causar danos fisiológicos nas concentrações requeridas para corrigir as deficiências.

Os quelatos são geralmente bastante solúveis e dissociam-se muito pouco quando em solução, isto é, o ligante tende a permanecer ligado ao íon metálico. A principal vantagem dos quelatos, é permitir que o cobre, ferro, manganês e zinco permaneçam em solução em condições em que normalmente se insolubilizariam. Ocorre em soluções concentradas com reação neutra ou alcalina e em solos calcários. Um quelato aplicado no solo será tanto mais eficiente quanto maior for a estabilidade da ligação do ligante com o íon metálico adicionado em relação à ligação com outros metais presentes no solo. Os quelatos são geralmente comercializados nas formas sólidas e em solução (Mortvedt, 1985).

Sacramento (1998), em sua revisão relatou que o uso de agentes quelantes em adubações com micronutrientes, impede a ocorrência de reações químicas indesejáveis na solução do solo, em soluções para o uso hidropônico ou em soluções de aplicação foliar.

Rosolem (1992), comenta que o transporte dos micronutrientes é mais lento que dos macronutrientes, entretanto o transporte dos micronutrientes pode ser melhorado quando estão na forma quelatizada.

As reservas mundiais de argilas brancas vêm se esgotando devido ao seu largo emprego industrial. O branqueamento químico tem sido a alternativa disponível, apesar deste processo elevar o valor do produto final e gerar efluentes industriais nocivos ao ambiente. Desta forma vem sendo desenvolvida uma linha de pesquisa pelo Departamento de Recursos naturais da Faculdade de Ciências Agrárias – UNESP/Botucatu, onde pretende-se realizar o branqueamento de argilas por processos microbológico. Trata-se de uma tecnologia branda, não poluente, não impactante e extremamente barata.

O objetivo da presente pesquisa foi testar a ação deste resíduo de branqueamento de argilas como um fertilizante biológico residual quelatizado, em comparação ao EDTA, aplicados no feijoeiro.



MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os trabalhos foram desenvolvidos no Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista 'Júlio Mesquita Filho' em Botucatu - SP.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado em um esquema fatorial: 2x3x2 testando-se dois fertilizantes quelatizados (EDTA e quelato biológico); três concentrações (1, 2, 3) e dois locais de aplicação (solo e folha). Cada tratamento foi representado por quatro repetições sendo a parcela experimental representada por duas plantas em cada vaso. Avaliou-se concentração de macro e micronutrientes do solo e da parte aérea, massa seca da parte aérea e produção de grãos das plantas. O experimento foi idealizado para se determinar as concentrações de macro e micronutrientes nas plantas de feijão até a fase final de produção.

No processo de obtenção do quelato biológico utilizaram-se como componentes: substrato caulim, proveniente de solo de Botucatu; açúcar (sacarose comercial, proveniente da cana-de-açúcar) e água não destilada. Os componentes foram acondicionados em bioreatores com capacidade de 2.000 cm³, com uma abertura na parte superior, passível de fechamento por uma tampa com rosca. Utilizou-se 34 bioreatores previamente limpos e esterilizados, em seguida foram colocados 500g de caulinita moída em cada um dos bioreatores. Logo após adicionou-se 25g de açúcar cristal comercial sendo posteriormente completados $\frac{3}{4}$ do volume do recipiente com água. O recipiente foi lacrado e a mistura homogeneizada durante 30 minutos e colocada na posição vertical em bancada de laboratório e mantida sem controle ambiental durante o período de incubação.

A partir dos resultados obtidos na análise química do Bio foi realizado o balanceamento dos micronutrientes ferro, manganês, zinco, cobre, boro e molibidênio presentes no extrato biológico de acordo com os valores padrões propostos por Hoagland & Arnon, (1950), como segue: Fe - 5 mg L⁻¹; Mn - 0,55 mg L⁻¹; Zn - 0,05 mg L⁻¹; Cu - 0,02 mg L⁻¹; B - 0,5 mg L⁻¹; Mo - 0,01 mg L⁻¹.

Em seguida preparou-se a solução estoque com os sais dos metais já devidamente equilibrados. Utilizou-se a concentração do ferro como valor de ajuste, por este ser o metal encontrado em maior quantidade na solução. O pH da solução estoque foi ajustado em 5,5. Em seguida foram preparadas as soluções contendo micronutrientes quelatizados (solo e folha) e a solução de EDTA (solo e folha), segundo Sarruge (1975) com micronutrientes em três concentrações sendo o pH acertado em 5,5 descritas a seguir:

Em cada tratamento, utilizaram-se três doses dos dois produtos (Bio e EDTA). Os volumes do quelato biológico utilizadas no solo foram 1, 10 e 50 mL de uma solução estoque com micronutrientes para cada 5L de Bio. Os volumes de EDTA usadas no solo foram 1, 10 e 50 mL de Fe-EDTA adicionados à 1, 10, 50 mL de uma solução estoque com micronutrientes, respectivamente, para cada 5L de água. Em cada vaso foram aplicados uma dose de 50 mL de cada solução. Na aplicação via foliar do quelato biológico utilizaram-se os volumes de 30, 300 e 1500 mL de Bio adicionados à 1, 10, 50 mL de uma solução com micronutriente, respectivamente, para cada 5L água. As aplicações foliares de EDTA utilizaram-se os volumes de 1, 10 e 50 mL de Fe-EDTA adicionados à 1, 10 e 50 mL de uma solução com micronutriente, respectivamente, para cada 5L de água. Em cada parcela foram aplicados via pulverização 10 mL dos produtos. Utilizou-se como planta teste o feijoeiro, por ser uma planta de ciclo curto, bem adaptada em condições de casa de vegetação e pelo importante papel econômico-social que representa. Trabalhou-se com a espécie de *Phaseolus vulgaris* L., cultivar "Pérola" (Pérola, 1996), proveniente do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF-EMBRAPA).

Em todos os tratamentos os solos receberam calagem para elevar a saturação por base a 70%, na ordem de 12g de calcário dolomítico por vaso (7,5 Kg de solo) com antecedência de 60 dias da instalação do experimento. As adubações, em gramas por vaso foram as seguintes: Sulfato de amônio (20% N) - 1,35g/vaso aplicado na semeadura e 2,70g/vaso aplicado em cobertura (25 dias após a emergência das plântulas); Superfosfato triplo (42% P₂O₅) - 5,74g/vaso aplicados na semeadura; Cloreto de potássio (60% K₂O) - 1,61g/vaso aplicados na semeadura.

Os vasos foram obtidos a partir de colunas de PVC, com 15 cm de diâmetro, 50 cm de comprimento, e com capacidade para 7,5 Kg de solo, que foram postos em estrados de madeira, com uma distância de 40 cm x 40 cm.



As plantas foram irrigadas desde a germinação até o início da secagem das vagens. A lâmina de irrigação foi de 100 mL nos primeiros 15 dias; 400 mL, em dias alternados, do 16º dia até o florescimento; 800 mL em dias alternados, do florescimento até o início da secagem das vagens, quando então foi interrompida a irrigação. As plantas após um mês de estabelecimento foram tutoradas com estacas de bambu.

As aplicações semanais dos produtos nas plantas de feijão tiveram início aos 20 dias após a emergência das plântulas sempre no período da manhã ou no final da tarde. As aplicações foram interrompidas no início de formação das vagens e ao todo foram realizadas 10 aplicações. Em cada aplicação depositou-se 50 mL dos produtos no solo e pulverizou-se 10 mL nas folhas com auxílio de borrifador manual. Os tratamentos aplicados foram: 1 - Quelato biológico aplicado no solo na concentração 1 (Bio1 S); 2 - Quelato biológico aplicado no solo na concentração 2 (Bio2 S); 3 - Quelato biológico aplicado no solo na concentração 3 (Bio3 S); 4 - Quelato biológico aplicado na folha na concentração 1 (Bio1 F); 5 - Quelato biológico aplicado na folha na concentração 2 (Bio2 F); 6 - Quelato biológico aplicado na folha na concentração 3 (Bio3 F); 7 - EDTA aplicado no solo na concentração 1 (EDTA1 S); 8 - EDTA aplicado no solo na concentração 2 (EDTA2 S); 9 - EDTA aplicado no solo na concentração 3 (EDTA3 S); 10 - EDTA aplicado na folha na concentração 1 (EDTA1 F); 11 - EDTA aplicado na folha na concentração 2 (EDTA2 F); 12 - EDTA aplicado na folha na concentração 3 (EDTA3 F); Testemunha – Testem (água).

As análises estatísticas constaram de análise das médias dos dados originais (variáveis: ramos+folhas, palha da vagem e grãos) através de análise descritiva com representação em gráficos. Os resultados obtidos foram avaliados e transformados, através de cálculos matemáticos e recursos computacionais de programas, em planilhas eletrônicas, os programas utilizados foram, Excel e Origin 4.0.

O estudo estatístico das variáveis observadas, foram processadas pelo programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) com nível de significância a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinações das concentrações de íons metálicos no quelato biológico

Foram determinadas as concentrações de íons metálicos por espectrometria de absorção atômica (FAAS) e por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido (ICPAES), mostrados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Concentrações de Fe, Cu, Mn, Zn, Ca e Mg presentes no extrato biológico, determinadas por espectrometria de absorção atômica com chama - FAAS (mg.L⁻¹)

Ferro	cobre	manganês	zinco	cálcio	magnésio
980	-	8,80	0,56	270	264

—, abaixo do limite de detecção da técnica EAA.

Tabela 2 - Concentrações de Fe, Cu, Mn, Zn, Ca, Mg, Na, Pb, Cr, Hg, Ba, Mo, S, Na, Sn, V, Ni, Si, Cd, P, K, Li, B, As, Se, Co no extrato biológico em mg.L⁻¹, determinados por Espectrometria de emissão em plasma de argônio induzido- ICPAES.

Fe	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg	Na	Cr	Pb	Hg	Ba	Mo	S
1,015	0,18	5,5	0,16	560	370	12,52	-	-	-	0,046	0,005	0,43
Na	Sn	V	Ni	Si	Cd	P	K	Li	B	As	Se	Co
0,89	-	-	-	-	-	-	0,03	0,02	0,08	-	-	-

Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 demonstram a inexistência de metais pesados tóxicos no resíduo de processo biológico de branqueamento de argilas, característica desejável para um resíduo (Glória, 1992).

Verificou-se também alta concentração de ferro e baixa concentração dos demais elementos, havendo portanto necessidade de balancear a solução adicionando micronutrientes equilibrados a partir do ferro.



Produção de massa seca do feijoeiro

Os resultados da produção de massa seca do feijoeiro (ramos+folhas, palha da vagem e grãos) encontram-se representados na Figura 1.

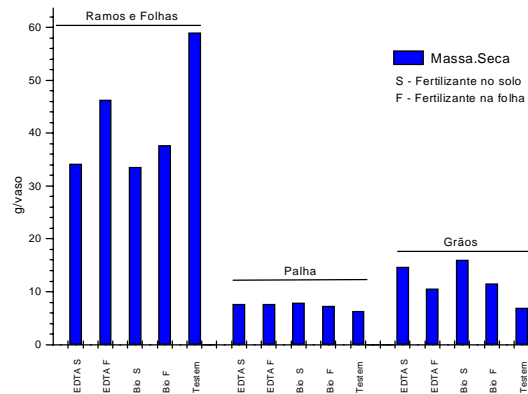


Figura 1. Produção de massa seca da parte aérea do feijoeiro em g/vaso.

Do quadro geral da produção de massa seca concluiu-se que há uma lógica e coerência dos dados, mostrando a superioridade da adubação com micronutrientes quelatizados aplicados via solo, seguidos da aplicação via foliar em relação a testemunha, sem micronutrientes quelatizados. A maior massa seca de folhas e ramos na testemunha seguida dos fertilizantes aplicados via foliar e menor nos fertilizantes aplicados via solo, demonstraram claramente que o maior equilíbrio nutricional promovido pelos fertilizantes com micronutrientes quelatizados via solo, conduzem a uma translocação mais intensa de fotossintetizados das folhas para os grãos, obtendo-se maior produção destes em detrimento da massa de folhas + ramos e palha das vagens. Os resultados apresentados confirmam o que há na literatura, onde vários trabalhos demonstram a eficiência da aplicação de fertilizantes quelatizados tanto na absorção de nutrientes como na translocação dentro da planta. Um importante fator a ser considerado são os melhores resultados dos quelatizados aplicados via solo, concordando com Lopes e Carvalho (1988).

Análises químicas do total de nutrientes absorvidos

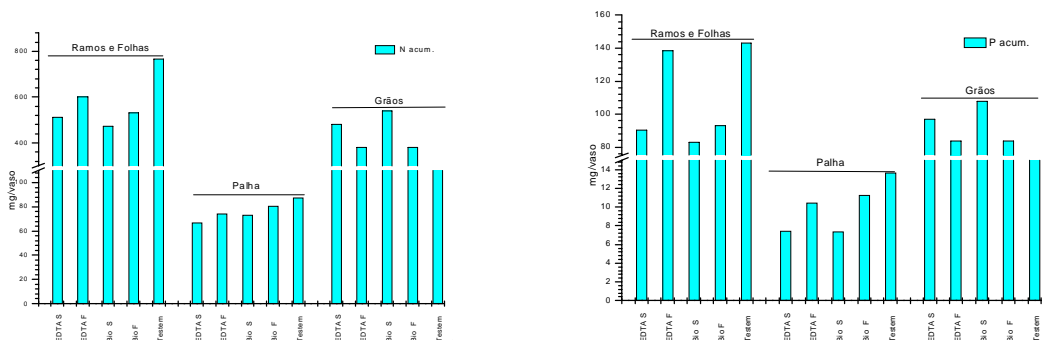


Figura 2. Análise do total de nitrogênio, fósforo e potássio na massa seca da parte aérea do feijoeiro em mg/vaso.

Analisando a figura 2 vê-se que o comportamento do nitrogênio, fósforo e potássio foi semelhante na massa seca da parte aérea do feijoeiro. Nota-se que os três macronutrientes foram translocados de forma mais eficiente e equilibrada das folhas para os grãos. A partir destes resultados pode-se sugerir que a aplicação de micronutrientes na forma quelatizada podem aumentar a disponibilização de macronutrientes para as plantas.



Os tratamentos em que foram encontrados maior acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em mg/vaso na massa seca de grãos, foram aqueles em que os micronutrientes foram aplicados com quelato biológico via solo (Bio S) e EDTA aplicado via solo (EDTA S).

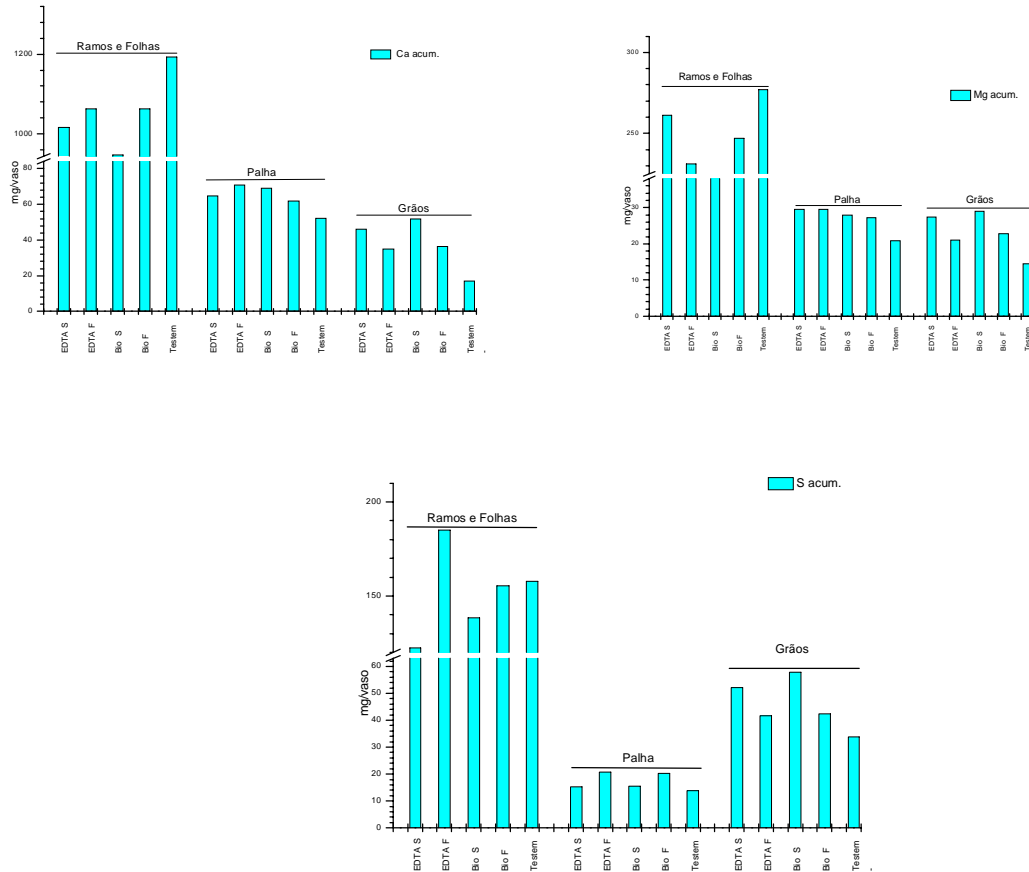


Figura 3. Análise do total de cálcio, magnésio e enxofre na massa seca da parte aérea do feijoeiro em mg/vaso.

De acordo com a Figura 3 o cálcio, magnésio e enxofre, seguiram o mesmo comportamento que os macronutrientes avaliados anteriormente, apresentando maior acúmulo nos tratamentos com fertilizantes quelatizados aplicados via solo, com uma leve superioridade do quelato biológico em relação ao EDTA. A testemunha apresentou teores de cálcio, magnésio e enxofre bem abaixo dos demais tratamento

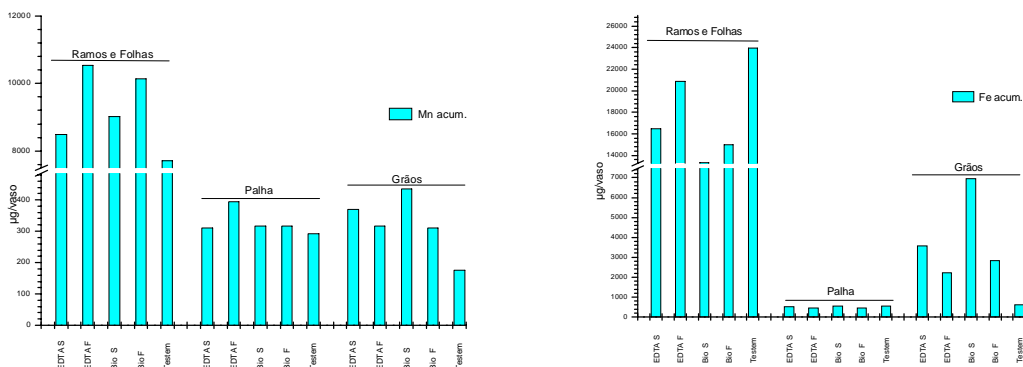


Figura 4. Análise do total de manganês e ferro na massa seca da parte aérea do feijoeiro em µg/vaso.



Conforme a Figura 4, no comportamento do manganês e do ferro ficou bastante evidenciada a eficiência dos fertilizantes quelatizados. O manganês e o ferro foram totalmente translocados dos ramos e folhas para os grãos, mostrando um maior acúmulo de manganês e de ferro nos tratamentos com micronutrientes quelatizados aplicado via solo. A testemunha foi inexpressiva comprovando o equilíbrio que acontece quando micronutrientes são adicionados na forma quelatizada. Segundo Alvarez (1987), uma das principais funções dos quelatos são a alta capacidade de translocação dentro da planta e a mínima possibilidade de acarretar reações químicas no solo o que justifica o melhor desempenho dos tratamentos quelatizados aplicados via solo.

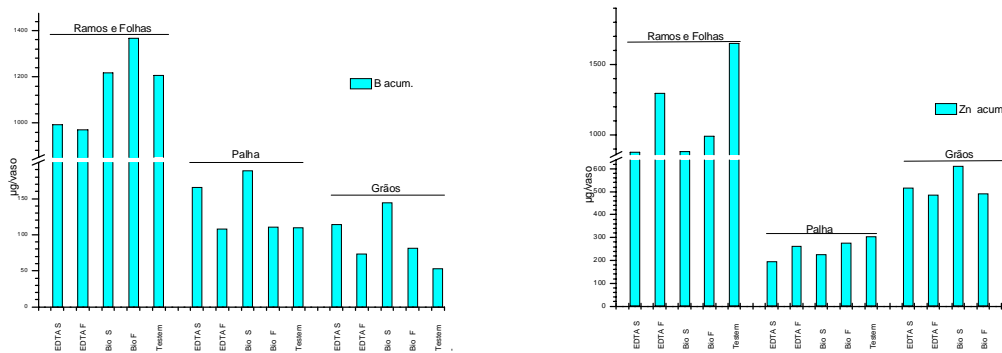


Figura 5. Análise do total de boro e zinco na massa seca da parte aérea do feijoeiro em µg/vase.

De acordo com a Figura 5 o boro e o zinco nos ramos e palha, assim como os demais micronutrientes também apresentaram variações no seu total, prova disto é a maior acúmulo destes elementos na testemunha. Na palha da vagem o comportamento foi similar, já nos grãos a situação se inverte e as formas quelatizadas passam a predominar, demonstrando que o boro e zinco quelatizados translocaram das folhas e ramos para os grãos, concordando com trabalhos realizados por Ferradom & Chamel (1988). O quelato biológico aplicado via solo apresentou o melhor desempenho.

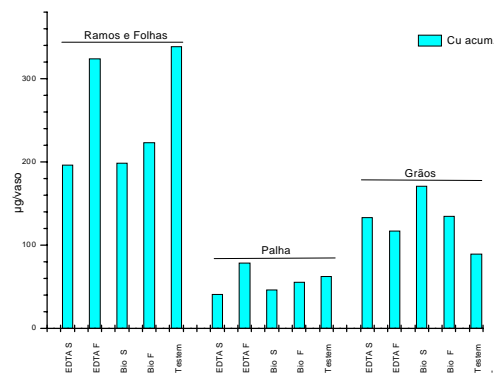


Figura 6. Análise do total de cobre na massa seca da parte aérea do feijoeiro em µg/vase.

Na Figura 6 observa-se que a variação no total de cobre nas folhas + ramos é evidente mostrando a superioridade da testemunha e dos quelatos aplicados via folha. Na palha das vagens esta situação ainda persiste, entretanto nos grãos a situação se inverte completamente onde a testemunha passa a ser inferior aos tratamentos quelatizados aplicados via solo, o que comprova mais uma vez, que resultados obtidos em casa de vegetação que não forem até a fase de produção não podem ser conclusivos, uma vez que a máxima produção de ramos e folhas não representam maior produção de grãos.



Análise do comportamento do Bio e EDTA, efeitos e interações dos fatores avaliados

A Tabela 3 mostra o efeito de cada fator, adubo (EDTA e Bio); locais de aplicação (solo e folha), concentração do adubo (1, 2 e 3) e interações entre os fatores estudados, para cada elemento avaliado, analisando-se a variável produção de grãos, submetidas ao teste de comparações múltiplas (Tukey a 5% de probabilidade).

Tabela 3 - Efeito dos fatores: adubo (EDTA e Bio), local de aplicação (solo e folha), concentração do adubo (1, 2 e 3) e interações entre os fatores estudados, para cada elemento avaliado, analisando-se a variável produção de grãos, submetidas ao teste de comparações múltiplas (Tukey a 5% de probabilidade).

Elemento	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Nitrogênio	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Fósforo	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Potássio	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Cálcio	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Magnésio	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Enxofre	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Boro	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Cobre	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Ferro	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Manganês	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C
Zinco	adubo (A)	local (L)	concent (C)	A * L	A * C	L * C

Lacunas em destaque (**negrito**) indicam que houve diferença estatística significativa a 5% de probabilidade.

Observando-se a tabela 3 verifica-se que o elemento cobre foi o único que apresentou efeito significativo para o fator adubo. Este comportamento permite afirmar que para a grande maioria dos nutrientes estudados as fontes de adubo (EDTA e Bio) se equívalem.

Tabela 4 - Efeito da fonte de adubo quelatizado na produção de grãos do feijoeiro, em relação ao cobre em µg/g.

Fator	média	
Bio	153,67	A
EDTA	120,32	B

A tabela 4 mostra a análise de variância referente ao efeito da fonte de adubo na produção de grãos em relação ao elemento cobre, mostrando mais uma vez a superioridade do quelato residual biológico (Bio) em relação ao EDTA.

Tabela 5 - Efeito do local de aplicação (solo e foliar), independente da forma quelatizada para diferentes nutrientes, na produção de grãos do feijoeiro.

Elemento	N (mg/g)	K (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	S (mg/g)	B (µg/g)	Mn(µg/g)
Solo	495,5 A	239,9 A	49,8 A	27,5 A	52,2 A	76,6 A	398,5 A
Folha	391,3 B	184,1 B	36,9 B	21,9 B	40,1 B	68,5 B	310,3 B

Médias na vertical seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tuckey 5% de probabilidade.

Com relação a forma de aplicação (solo e folha) a tabela 5 demonstra que houve diferença significativa favorável para as aplicações via solo para os elementos nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, boro e manganês respectivamente. Para os demais elementos a forma de aplicação não apresentou diferença estatística significativa.

Tabela 6 - Avaliação das três concentrações de adubos quelatizados na produção de grãos do feijoeiro.

Elem/ Conc	N mg/g	P mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	S mg/g	B µg/g	Cu µg/g	Mn µg/g	Zn µg/g
[1]	311 B	67 B	139 B	24 B	16 B	34 B	61 B	92 B	218 B	381 B
[2]	501 A	100 A	239 A	51 A	28 A	51 A	118 A	158 A	389 A	589 A
[3]	502 A	101 A	257 A	53 A	28 A	53 A	125 A	160 A	455 A	595 A



Médias na vertical seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tuckey 5% de probabilidade.

Conforme pode ser visualizado na Tabela 6 conclui-se que houve diferença estatística em relação a concentração de todos os elementos analisados com exceção do ferro. As concentrações 2 e 3 se equivaleram para todos os elementos analisados.

CONCLUSÕES

O fertilizante biológico residual quelatizado, aplicado via solo, mostrou-se em todos os aspectos ser similar ou superior ao EDTA.

O equilíbrio nutricional de todos os nutrientes, é o fator mais importante para uma boa produtividade, do que a quantidade de nutrientes fornecidos à planta, tal como discute a literatura.

Resultados em casa de vegetação que não forem até a fase de produção não podem ser conclusivas, uma vez que a máxima produção de ramos e folhas não representam uma maior produção de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVAREZ, C. *Utilização de quelatos em adubação foliar*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2, 1987, Botucatu. *Anais...* Botucatu. 1987. 131-43.
2. FERRADOM, M., CHAMEL, A. Cuticular retention, foliar absorption and translocation of Fe, Mn, and Zn supplied in organic and inorganic forms. *J. Plant Nutr*, v.11, n. 3, p. 247-63, 1988. GLÓRIA, N. A. *Resíduos Industriais como fonte de matéria orgânica*. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES. 1992, Botucatu. *Anais...* Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 1992. p.129-148.
3. GLÓRIA, N. A. Uso agrônômico de resíduos. In: XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, 1992, Piracicaba, *Anais...*Piracicaba, 1992. p.425.
4. HOAGLAND, D. R., ARNON, D. L. *The water culture methods for growing plants without soil*. Berkeley, USA, The colleg of Agriculture, University of California, California Agricultura Experiment Station, 1950. p.32 (Circular 347).
5. JONES, U. S. *Fertilizer and soil fertility*. Virginia: Reston, 1979. p.368.
6. KNEZEC, B. D., MILLER, R. H. Total amount of sludge mets allowed in agricultural land. Ohio Agriculture. *Research Center. Res. Bull*, 1976. p.1090.
7. LOPES, A. S., CARVALHO, J. G. Micronutrientes: Critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excesso. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO. SIMPÓSIO: ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 27, Londrina, 1988, *Anais...*Londrina: CNPSo/EMBRAPA, 1988. p 133-78.
8. MORTVEDT, J. J. Micronutrient fertilizers and fertilization practices. In: VLEK, P. L. G. *Micronutrients in tropical food crop production*. Dordrecht, , 1985, p.260 (Developmens in Plant and Soil Sciencies, 14)
9. PÉROLA. Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A- EMPAER-MT. Cuiabá-MT: "não pg." 1996 (Folheto).
10. ROSOLEM, C. A. *Eficiência da adubação foliar* In: XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, 1992, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba. p. 315-347. 1992.
11. SACRAMENTO, L. V. S. *Absorção foliar, radicular e translocação de zinco em cafeeiro (Coffea arabica L.)*. Botucatu, 1998. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista.
12. SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopat.*, v.1, p. 231-3, 1975.