



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS



**EFICIÊNCIA DA MANIPUEIRA COMO QUELATIZANTE
DE ZINCO E SEU EFEITO NA NUTRIÇÃO MINERAL DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Vítor e Silva Melo

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS



Vítor e Silva Melo

**EFICIÊNCIA DA MANIPUEIRA COMO QUELATIZANTE
DE ZINCO E SEU EFEITO NA NUTRIÇÃO MINERAL DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Sergipe,
como parte das exigências do Curso
de Mestrado em Agroecossistemas,
área de concentração Sistema de
Produção Sustentáveis, para obtenção
do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Pedro Roberto Almeida Viégas

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE-BRASIL
2010**

Vítor e Silva Melo

**EFICIÊNCIA DA MANIPUEIRA COMO QUELATIZANTE
DE ZINCO E SEU EFEITO NA NUTRIÇÃO MINERAL DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Sergipe,
como parte das exigências do Curso
de Mestrado em Agroecossistemas,
área de concentração Sistema de
Produção Sustentáveis, para obtenção
do título de “Mestre”.

APROVADA em 25 de Maio de 2010

Pesq. Dr^a. Luciana Marques de Carvalho
EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros

Prof. Dr^a. M^a. de Fátima Arrigoni Blank
UFS- Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Pedro Roberto Almeida Viégas
UFS- Universidade Federal de Sergipe
(Orientador)

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE-BRASIL
2010**

DEDICATÓRIA

A memória de minha avó Dalva, aos meus pais pela educação e ensinamentos da vida, sempre me espelhei no sucesso de vocês, a minha irmã Tâmara que me proporcionou conforto com suas palavras nas horas de dificuldade, a Rodrigo e Tiago meus pequeninos irmãos. A minha noiva Gessycar pelo companheirismo e suas palavras de incentivos, a toda minha família, enfim, a todos que contribuíram para o êxito desta dissertação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A meu Deus por ter me dado à oportunidade de concluir mais uma etapa de minha vida, paciência e sabedoria. “ ...andar com fé eu vou, que a fé não costuma falhar...”

A meu orientador Professor Doutor Pedro Roberto Almeida Viégas, que desde o princípio acreditou em mim para execução do mestrado, que nos momentos de dificuldade da pesquisa soube contornar de maneira simples e objetiva.

Ao Professor Doutor Laerte Marques da Silva, que me deu um grande apoio científico.

A banca examinadora em nome da Pesq. Dr^a Luciana Marques de Carvalho e a professora Dr^a . Maria de Fátima Arrigoni Blank, pela participação da banca e contribuições para a melhoria desta dissertação.

Aos alunos de graduação do curso de Agronomia Tiago, Jéssica, Misley e em especial Derivaldo que foi meu braço direito na execução das atividades de campo e laboratório.

Ao químico Raimundo que deu uma grande contribuição nas análises nutricionais de folha e raiz no laboratório de remediação de solos fazendo as análises e me ensinando.

A EMBRAPA Tabuleiros Costeiros em nome do químico Robinson e Robson Dantas, por ceder o laboratório de nutrição de plantas, para leitura de micronutrientes.

Aos meus colegas de trabalho da EMSURB Fábio, Ney, Adriano, Ricardo e Valdir, que entenderam a minha ausência e em alguns momentos.

A todos os funcionários, professores do NEREN e colegas de turma.

BIOGRAFIA

VÍTOR e SILVA MELO, filho de Maria Anáber Melo e Silva e Pedro de Souza Melo, nasceu em Aracaju, Sergipe, em 30 de Setembro de 1982.

Em Abril de 2003, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal da Paraíba no campus II- na cidade de Areia, onde foi bolsista PIBIC-CNPQ por dois anos na área de concentração em fruticultura, concluindo o curso em Novembro de 2007.

Iniciou o curso de mestrado em Agroecossistemas em Março de 2008, na área de concentração de Sistema de Produção Sustentável na Universidade Federal de Sergipe, concluindo o mestrado em Maio de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1.INTRODUÇÃO GERAL	1
2.OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo Específico	5
2.2. Objetivo Geral	5
3.REFERENCIAL TEÓRICO	6
3.1.Agroecossistema	6
3.2. Manipueira	7
3.2.1.A Toxidez da manipueira e seu efeito poluidor	10
3.3.A Cultura do Feijoeiro	12
3.4.A Importância dos quelatos na nutrição de plantas	13
3.5.A Importância do zinco (Zn) na agricultura	15
4.MATERIAL E MÉTODO	17
4.1.Localização do experimento	17
4.2.Tratamentos e delineamento experimental	17
4.3.Obtenção de quelato biológico	17
4.4.Produção de micronutrientes quelatizados e preparo dos tratamentos	18
4.5.Instalação e condução do experimento	19
4.6. Parâmetros Avaliados	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
6. CONCLUSÕES	31
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	32
8. ANEXOS	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição química da manipueira	09
TABELA 2. Teores de nutrientes constata na manipueira	18
TABELA 3. Teores de ác. orgânicos da manipueira, após fermentação acidogênica ..	21
TABELA 4. Resultados da análise química do solo, utilizado no experimento	22
TABELA 5. Teores de Al^{+3} , saturação por Al e teores de micronutrientes (Cu, Zn, Fe e Mn) do solo utilizado no experimento	22
TABELA 6. Valores médios da massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total, no período de florescimento do feijoeiro em função das doses de zinco	25
TABELA 7. Teor de nitrogênio, fósforo, ferro, cobre, manganês e zinco na parte aérea, no período de florescimento do feijoeiro em função de doses de zinco	29
TABELA 8. Quantidade acumulada de nitrogênio, fósforo, ferro, cobre, manganês e zinco na parte aérea, no período de florescimento do feijoeiro em função de doses de zinco	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Descarte da manipueira no solo e em curso d'água	12
FIGURA 2. Massa seca da parte aérea	26
FIGURA 3. Massa seca do sistema radicular	27
FIGURA 4. Massa seca total	28
FIGURA 5. Teor de P na parte aérea do feijoeiro em razão das doses de zinco aplicadas no solo	30
FIGURA 6. Teor de Fe na parte aérea do feijoeiro em razão das doses de zinco aplicados no solo	31
FIGURA 7. Teor de Zn na parte aérea do feijoeiro em razão das fontes de H ₂ O, Manipueira ¹ , Manipueira ² , Manipueira ³ e EDTA e das doses de Zn aplicados no solo	32
FIGURA 8. Zn acumulado na parte aérea do feijoeiro em razão das fontes de H ₂ O, Manipueira ¹ , Manipueira ² , Manipueira ³ e EDTA e das doses de Zn aplicados no solo	33
FIGURA 9. Vista parcial do experimento em casa de vegetação	50
FIGURA 10. Germinação uniforme de sementes da Cv. Pérola	50
FIGURA 11. Mudanças de feijão aos 15 dias após germinação	50
FIGURA 12. Estádio fenológico de floração R ₆ aos 40 dias	50
FIGURA 13. Preparo das doses dos tratamentos	51
FIGURA 14. Manipueira diluída para aplicação dos tratamentos	51
FIGURA 15. Armazenamento da manipueira	51
FIGURA 16. Comprimento da gavinha	52
FIGURA 17. Aplicação dos tratamentos	52
FIGURA 18. Lavagem do sistema radicular do feijoeiro em peneira de malha de 50mm	53
FIGURA 19. Sistema radicular do feijoeiro após colheita do experimento	53

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

AIA	Ácido Indol Acético
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
B	Boro
Ca	Cálcio
Co	Cobalto
Cu	Cobre
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Sulfato pentahidratado de cobre
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
dm	Diâmetro
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DTPA	Ácido Dietilenotriaminopentacético
EDTA	Ácido Etilenodiaminotetracético
EDDHA	Ácido Etilenodiamino (o-hidrofenil acético)
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Ferro
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Sulfato heptahidratado de ferro
H_2O	Água
H_3BO_3	Ácido bórico
HCN	Ácido cianídrico
ITPS	Instituto de Tecnologia e Pesquisa de Sergipe
K	Potássio
kg/hab/ano	Quilograma por habitante por ano
kg/m^3	Quilo grama por metros cúbicos
L	Litro
MFT – g	Massa fresca total
Mg	Magnésio
mg	Miligrama
mg/L	Miligrama por litro
MSPA- g	Massa fresca da parte aérea

MSR – g	Massa seca da parte da raiz
Mn	Manganês
m ³ /ha	Metro cúbico por hectare
MnSO ₄ .4H ₂ O	Sulfato tetra hidratado de manganês
N	Nitrogênio
NaOH	Hidróxido de sódio
NBR	Norma Brasileira
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O.4H ₂ O	Molibdato de amônio tetra hidratado
NTA	Ácido Nitrilo Acético
P	Fósforo
Ph	Potencial hidrogênio-iônico
ppm	Parte por Milhão
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RNA	Ácido Ribonucléico
S	Enxofre
Zn	Zinco
ZnSO ₄	Zn lignosulfonato e inorgânica
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	Sulfato heptahidratado de zinco

RESUMO

EFICIÊNCIA DA MANIPUEIRA COMO QUELATIZANTE DE ZINCO E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO RADICULAR E NUTRIÇÃO MINERAL NA CULTURA DO FEJJOEIRO.

MELO, Vítor e Silva. Eficiência da manipueira como quelatizante de zinco e seu efeito no crescimento radicular e nutrição mineral na cultura do feijoeiro. São Cristóvão-Se:UFS.2010.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura agrícola muito importante por constituir a base alimentar das populações de baixa renda principalmente na região Nordeste, sendo matéria prima na fabricação de diversos produtos como a farinha e fécula. No processo de fabricação destes produtos é gerado a manipueira um resíduo líquido potencialmente poluidor a manipueira. Este resíduo, originado nas etapas de processamento da mandioca tem aproveitamento muito restrito por apresentar alto teor de ácido cianídrico (HCN). No entanto, com a volatilização do HCN a manipueira pode ser usada como fertilizante, inseticida, nematicida e herbicida. A manipueira possui principalmente glicose, glicosídeos cianogênicos, substâncias orgânicas e elementos minerais, como K, N e micronutrientes que sustentam a potencialidade como adubo. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da manipueira como alternativa de quelatizante de zinco para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Sergipe em condição de casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, disposto em arranjo fatorial 5 x 4, sendo que os tratamentos foram cinco fontes (A- H₂O; B- Manipueira¹ (2 ml dm⁻³), C- manipueira² (4 ml dm⁻³); D- manipueira³ (8 mL dm⁻³); E- EDTA) e quatro níveis de zinco (0,0; 1,3; 2,6 e 5,2 mg.dm⁻³ de Zn), aplicados no solo, com quatro repetições. O solo utilizado como substrato foi proveniente do campus Rural da Universidade Federal de Sergipe, foi retirada uma amostra para análise química. Após a coleta do solo, este foi colocado em sacos de plásticos de 16 L⁻¹. Posteriormente, foi realizada a calagem, com calcário dolomítico, e em seguida foram realizadas as adubações com 100 mg.dm⁻³ de P, 100 mg.dm⁻³ de K. O calcário e os adubos foram misturados ao solo contido nos sacos plásticos e transferidos para os 100 vasos com capacidade de 13 dm³ de solo. Na adubação de semeadura foram aplicados 50 mg.dm⁻³ de N, na forma de uréia. A semeadura foi realizada utilizando seis sementes de feijão da Cv. Pérola por vaso. Após sete dias da emergência das plântulas foram realizados os desbastes, deixando duas plantas por vaso, e em seguida aplicados os tratamentos. Quando a maioria das plantas estavam no estágio fenológico de floração (R₆) foi realizada a colheita dos tratamentos. Verificou-se que as aplicações de quelato biológico (manipueira) no solo resultaram em teores crescente de zinco na parte aérea do feijoeiro. Os ácidos orgânicos da manipueira apresentou-se eficiente na quelatização dos nutrientes estudados.

Palavras-chave: mandioca, quelato, fertilizante.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Roberto Almeida Viégas. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

ABSTRACT

THE EFFICIENCY OF *MANIPUEIRA* AS A ZINC CHELATE, AND ITS EFFECT ON ROOT GROWTH AND MINERAL NUTRITION IN BEAN CULTIVATION.

MELO, Vítor e Silva. The efficiency of *manipueira* as a zinc chelate, and its effect on root growth and mineral nutrition in bean cultivation. São Cristóvão-SE:UFS.2010.

Cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) is considered a vital agricultural crop due to its role as a staple food for low-income populations, primarily in the North and Northeast of Brazil, and is used as raw material for the manufacturing of a number of products such as flour and starch. During the manufacturing of these products, a potentially toxic liquid residue called *manipueira* is produced. Due to its high content of hydrogen cyanide (HCN), this residue (which originates during the initial processing stages of the cassava) has very limited use. After undergoing a process of HCN volatilization however, it may then be used for the fertilization, to create insecticides, nematicides and herbicides. *Manipueira* has contains glucose, cyanogenic glycosides, organic substances and mineral nutrients, in particular potassium (K), nitrogen (N), as well as micronutrients - all guaranteeing its potential as a fertilizer. The aim of this study was to evaluate the effect of cassava as an alternative to zinc chelates in bean cultivation. The study was carried out in a greenhouse at the Federal University of Sergipe. The experimental design involved random blocks in 5x4 factorial arrangement, with five repetitions and five treatment sources: The experimental design was randomized blocks in a factorial arrangement 5 x 4, the treatments were five sources (A-H₂O; Manipueira1 B-2 ml dm⁻³, C-4 manipueira2 ml dm⁻³, D-manipueira3 8mL dm³, E-EDTA) with four levels of zinc (0,0; 1,3;2,6 and 5,2 mg Zn dm³), applied to the soil, whit four replication. The soil was collected from the rural campus at the Federal University of Sergipe and a sample was taken for chemical analysis. The soil was placed in 16 L⁻¹ plastic bags and dolomitic lime was used for liming of the soil. The fertilizations were performed with 100 mg of phosphorus (P) dm⁻³ and 100mg of potassium (K) dm⁻³, in the form of triple super phosphate and potassium chloride. The lime and fertilizers were combined with the soil contained in the plastic bags and were then transferred to 100 containers with a soil capacity of 13 dm⁻³. A quantity of 50 mg of N dm⁻³ in the form of urea was applied for sowing fertilization. Sowing was carried out using six Pearl bean cultivar seeds per container. Seven days after the emergence of shoots, thinning was carried out to remove plant surplus, leaving two plants per container, and the treatments were applied. Once most of the plants had reached the phenological stage of flowering (R₆) harvesting was carried out. The parameters examined were physico-chemical analysis (in the *manipueira*) and growth and nutritional analyses in the bean plant tissue (leaf and root). The use of cassava as quelatizante of micronutrients on dry bean crop had a satisfactory result in treatments EDTA and Man¹. If necessary more studies of manipueira as chelate micronutrients in other cultures.

Keywords:cassava, chelate, efficiency.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Roberto Almeida Viégas. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os modelos de desenvolvimento econômico e social, de países desenvolvidos e emergentes, vêm expondo a população mundial aos reflexos catastróficos de uma exploração desordenada e insustentável dos agroecossistemas. Em âmbito global, as alterações nos padrões climáticos e o aquecimento do planeta e, em âmbito regional, ao alcance dos nossos olhos, a poluição dos rios e a degradação e contaminação dos solos são algumas dessas catástrofes ambientais (ANDRADE, 2004).

A crescente preocupação no século XXI com o meio ambiente vem mobilizando vários segmentos da sociedade. Inúmeros órgãos governamentais e indústrias estão se preparando para aplicar uma política ambiental que diminua os impactos ao meio ambiente. Constantes revisões têm ocorrido em resoluções ligadas a resíduos indústrias e domésticos, tais como a RDC 306/04, resolução da ANVISA (BRASIL, 2004) e a Resolução 388/05 do CONAMA (BRASIL, 2005) que classificam e propõem tratamentos, forma de manipulação e descarte dos resíduos de serviço da saúde.

Segundo Demajorivic (1995), resíduos sólidos diferenciam-se do termo lixo porque, enquanto este último não possui nenhum tipo de valor, pois é aquilo que devem apenas ser descartados, aqueles possuem valor econômico agregado, por possibilitarem reaproveitamento no próprio processo produtivo.

Existem atualmente vários métodos de descarte de resíduos agroindustriais, porém estes não são considerados suficientes para acomodar uma quantidade crescente de resíduos produzidos. O uso, às vezes indiscriminado, destes resíduos pode levar às situações críticas de deterioração do meio ambiente, trazendo consequências indesejáveis e muitas vezes trágicas, como poluição dos recursos hídricos (rios, lagoas, lagos, lençol freático etc) e do solo, comprometendo, conseqüentemente, o seu uso.

Além de criar problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição (TIMOFIECSYK et. al, 2000).

Segundo Laufenberg, et al. (2003), os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor que podem ser empregadas, principalmente, na agricultura. Se for empregada tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários. Numerosos materiais relacionadas ao processo de produção de alimentos são adequadas para separação e reciclagem, entretanto, é necessário um inventário completo, baseado numa visão

holística da indústria de alimentos, contendo dados sobre ocorrência, quantidade e utilização dos resíduos. Um exemplo comum de resíduo que não atende essa orientação é o caso da manipueira.

A manipueira, resíduo líquido da prensagem da mandioca, é obtido no processo de produção de farinha, quando descartado de forma inadequada ao meio ambiente, constitui-se em poluente nocivo, não só pela sua demanda bioquímica de oxigênio (6.153 mg por litro) como, também, pelas elevadas concentrações de ácido cianídrico (9,18%) que a caracterizam (BOTELHO et. al., 2009).

A manipueira, além de ser agente poluidor, superior ao esgoto doméstico, quando usada de forma adequada tem multiaproveitamento, seja, na alimentação animal, controle de pragas e doenças de plantas, assim como, o seu uso para produção de biogás e álcool (etanol), adubação de diversas culturas, por apresentar elevados teores de fósforo (219 mg/dm³), potássio (1.675 mg/dm³), cálcio (225 mg/dm³) e magnésio (366 mg/dm³), além de ferro, cobre manganês e zinco em menores quantidades; a manipueira caracteriza-se como resíduo promissor na manutenção da fertilidade do solo quando usado corretamente (FIORETTO, 1994).

Em Sergipe, o acúmulo deste resíduo constitui-se problema nos locais de processamento da farinha e fécula. A maioria dos produtores de farinha descartam este resíduo de forma inadequada, ou seja, não deixam a manipueira pura em reservatórios (tanque de decantação) para volatilização do ácido cianídrico para que depois este seja descartado no meio ambiente com menor grau poluidor. O aproveitamento deste resíduo tem como principais obstáculos, a própria desorganização dos produtores de farinha e fécula, a inexistência de estruturas de armazenamento, grande volume gerado e desconhecimento do seu potencial de uso na agricultura. É comum este resíduo ser jogado diretamente nos corpos d'água e no ambiente circundante, deixando o solo estéril, ou seja, altamente ácido, impróprio para qualquer cultivo.

O sistema de saúde pública ainda não realizou estudos com objetivo de relacionar a insalubridade deste resíduo nos locais de produção com determinadas doenças que afetam os moradores circunvizinhos às casas de farinha.

Estudos realizados com a manipueira como forma de adubação, têm trazidos resultados animadores na cultura do milho. Em trabalho realizado por Saraiva et. al., (2006) verificou-se que o uso da manipueira teve efeito significativo no crescimento de plantas, além de apresentar teores satisfatórios de Zn e P no tecido foliar. Na cultura do

tomate principalmente, a manipueira contribui para aumentar o rendimento, diâmetro e comprimento dos frutos comercializáveis do tomateiro (VIETES, 1998).

Após a fermentação da manipueira há a formação ácidos orgânicos como: ácido láctico, acético, propiônico, iso-butírico, butírico, isovalérico, succínico e tartárico (BARANA, 1995). Alguns desses ácidos orgânicos naturais são agentes quelatizantes e podem ser utilizados na fixação de micronutrientes no solo (SANTOS, 2000).

O uso de quelatos em adubações com micronutrientes apresentam eficiência agrônômica de 3 a 10 vezes maiores que os sais (SANTOS, 2000).

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por serem absorvidos em pequenas quantidades. Na adubação, os micronutrientes aplicados no solo têm baixo índice de aproveitamento e eficiência, muitas vezes não chegando a 10%, sendo necessárias aplicações de quantidades maiores do que as extraídas pelas plantas (FERREIRA et al., 2001). Em razão das baixas quantidades de micronutrientes exigidas pelas plantas, tornam-se possíveis satisfazer as necessidades das mesmas com adubações foliares e/ou adicionando agentes quelatizantes, entretanto, alguns micronutrientes apresentam baixa mobilidade no solo, o que faz necessárias várias aplicações durante o ciclo da cultura, o que encarece esta prática (ROSOLEM, 1984). A deficiência dos micronutrientes na planta pode provocar problemas no crescimento e desenvolvimento, repercutindo na qualidade e quantidade da produção. No entanto, a absorção e o transporte de micronutrientes pelas plantas são lentos, podendo ser melhorado quando aplicados na forma quelatizada por meio de agentes quelatizantes como EDTA, DTPA, Melaço, etc (QUAGGIO & PIZA JUNIOR, 2001).

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

A manipueira, fermentada via ação microbiana, pode se tornar um quelatizante com grande potencial agrícola. Na obtenção do quelato biológico são utilizados processos químicos não poluentes que demandam instalações e sistema de controles ambientais eficientes e poucos dispendiosos. Trata-se de uma tecnologia branda, não poluente, não impactante e de baixo custo (SAMPAIO, 1996).

O feijoeiro, planta de grande importância sócio-econômica para o Brasil e, principalmente, para a região Nordeste, ainda demanda estudos voltados à adubação orgânica, com a finalidade de diminuir os impactos ao meio ambiente e diminuir o custo de produção da cultura. A produção brasileira de feijão tem sido insuficiente para abastecer o mercado interno, devido à redução na área plantada, da ordem de 35%, nos últimos 17 anos. Mesmo o aumento de 48% na produtividade, verificado neste período, ainda resultou numa diminuição de 4% na produção, portanto, não sendo suficiente para atender a demanda (EMBRAPA, 2003).

A produção do feijoeiro, apresenta alta sensibilidade aos desequilíbrios nutricionais que dificultam a obtenção de produtividade economicamente rentável. Os macronutrientes e micronutrientes na planta do feijoeiro exercem funções específicas no metabolismo, afetando, assim, seu crescimento, florescimento, pegamento dos frutos e produção (MARSCHNER, 1995).

Dentre os principais micronutrientes indispensáveis à esta cultura, destaca-se o zinco, que está diretamente relacionado à síntese e à conservação de auxinas, hormônios vegetais envolvidos no crescimento da planta e na estrutura e funções das enzimas, dos processos de redução do nitrato a nitrito, síntese de ácido indol acético (AIA), síntese de RNAses e de proteínas (MALAVOLTA et al., 1997). A deficiência desse nutriente ocasiona a redução da área foliar, compactação do parênquima lacunar, arranjo irregular das células apicais radiculares, redução dos teores de clorofila e proteínas, conseqüentemente, diminuindo a massa seca e a produção de grãos, além do aumento de amidas, aminoácidos, celulose, hemicelulose, cutina e lignina (RODRIGUES, 1990).

A busca por aprimoramentos no sistema de produção é uma atividade constante, sendo fundamental promover melhorias que ampliem as condições de sustentabilidade do setor, diminuindo os impactos da produção no meio ambiente.

A inexistência de conhecimento do uso da manipueira na cultura do feijoeiro tornou necessária a procura de uma solução tecnológica para a obtenção de quelato de zinco para incremento da produção da cultura do feijoeiro, considerando-se o melhor aproveitamento da manipueira na agricultura.

O desenvolvimento e a integração de novas informações, a formulação de novos conceitos e o aumento das colaborações interdisciplinares serão essenciais para o desenvolvimento e a adoção das técnicas emergentes para a sustentabilidade do agroecossistema.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito do zinco na nutrição mineral do feijoeiro;
- Avaliar o efeito do zinco no desenvolvimento do feijoeiro;
- Avaliar o efeito da manipueira como quelatizante orgânico.

2.2. OBJETIVO GERAL

- Avaliar o efeito da manipueira como alternativa de quelatizante de micronutrientes para o feijoeiro.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Agroecossistemas

O desenvolvimento da agricultura durante a Revolução Verde foi desigual nas diferentes regiões do mundo, favorecendo o aumento da concentração da renda e da produção de alimentos nos países desenvolvidos e, aumento da pobreza, nos subdesenvolvidos, os quais se tornaram dependentes de alimentos e subsídios para produção industrial e agrícola (BRUM, 1998). Além disso, os sistemas intensivos de produção agrícola, principalmente as monoculturas, têm causado sérios danos aos agroecossistemas cultivados caracterizados pelo rápido esgotamento de recursos naturais (água e solo) e pela poluição e contaminação devido à excessiva liberação de componentes residuais no meio ambiente.

A Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ligada à FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), conceitua desenvolvimento sustentável como sendo "processo dinâmico destinado a satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades". Agricultura sustentável, especificamente, é considerada aqui como sendo a "habilidade de um sistema agrícola em manter a produção através do tempo, face os distúrbios ecológicos e pressões socio-econômicas de longo prazo", ou seja, a sua sustentabilidade não depende somente de um, mas sim, de um conjunto de fatores ecológicos e sócio-econômicos atuando interativamente (ALTIERE, 1987 apud ALMEIDA, 1997).

Nos últimos anos os agroecossistemas têm sido amplamente discutidos na comunidade científica e acadêmica; devido especialmente, à necessidade de compreensão na implantação de atividades produtivas, bem como ao aparato teórico, a partir da complexidade em sua estrutura e funcionalidade e, também, a análise quanto a propriedades, identificação e caracterização desses sistemas.

Os agroecossistemas são caracterizados como sistemas ecológicos modificados pelo homem para produzir alimento, fibra ou outro produto agrícola. Eles têm freqüentemente estrutura dinâmica complexa, mas sua complexidade surge, primeiramente, da interação entre os processos sócio-econômicos e ecológicos. Trata-se de um complexo sistema agro-sócio-econômico-ecológico. O estudo sobre estes sistemas de produção tem despertado muito interesse, tendo em vista serem de

fundamental importância para a humanidade e para os ecossistemas naturais (CONWAY,1987).

Os agroecossistemas possuem propriedades que possibilitam avaliar objetivos e metas para aumentar os valores sócio-econômicos dos agricultores, tais como, produtividade (quantidade de comida, combustível ou fibra que um agroecossistema produz); estabilidade (consistência da produção); sustentabilidade (propõe manter um específico nível de produção em longo prazo); equidade (divisão da produção); autonomia (auto-suficiência).

Os agroecossistemas apresentam-se com características próprias em cada região, sendo o resultado das variações locais de clima, solo, das relações econômicas, da estrutura social e da história. Entretanto, um estudo acerca dos agroecossistemas de uma região está destinado à produção de agriculturas comerciais como de subsistência, utilizando níveis altos e baixos de tecnologia, dependendo da capacidade e potencial da terra, capital e mão-de-obra (ALTIERE, 1999).

Diante da complexidade de fatores que envolvem a problemática da manipueira e o seu potencial como adubo é de importância realizar estudos para sustentabilidade deste agroecossistema.

3.2. Manipueira

A agricultura mundial tem exigido, cada vez mais, o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas e ou uso de adubos orgânicos, de forma a atender a critérios racionais, que permitam conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais e com a elevação constante da produtividade das culturas (RAIJ, 1991).

Neste século a população esta cada vez mais preocupada com a segurança ambiental. Os resíduos industriais (vinhaça, manipueira, cevada, etc) e domésticos (lodo de esgoto, lixo orgânico, etc) vem sendo cada vez mais utilizado na agricultura, principalmente na horticultura. Existem legislações específicas como a Resolução CONAMA nº 313, que dispõe sobre o inventário de resíduos industriais, e com base na Norma NBR (Norma Brasileira) 10.004, que trata da classificação de resíduos sólidos. O uso racional destes resíduos orgânicos na agricultura, amparado por legislação ou norma, poderá contribuir significativamente para incrementos de produtividade e de

qualidade agrícola, com melhor relação custo/benefício, pois o adubo químico é de maior valor quando comparado ao uso de adubos alternativos (ABREU JÚNIOR et al., 2005).

Manipueira, que em tupi guarani significa “o que brota da mandioca”, é a água de constituição da raiz, misturada às águas de lavagem das raízes, a qual é gerada no momento da prensagem da massa ralada para a fabricação da farinha de mesa ou extração da fécula; representa 30 % da matéria prima processada no caso da farinha de mesa, podendo ser utilizada na adubação de plantas, mas, quando descartada de forma inadequada, pode causar sérios riscos ao meio ambiente (CEREDA, 1996).

Os problemas ambientais, causados pela disposição inadequada deste resíduo, decorrem basicamente do alto valor de sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO), associado ao grande volume produzido. Uma tonelada de raiz processada gera 300 L de manipueira em fábrica de farinha e, em fecularia, são gerados 3.000 L, com valor da DBO da manipueira variando entre 14.000 mg.L⁻¹ a 34.000 mg.L⁻¹ (LAMO et. al, 1979). Considerando o índice equivalente em DBO (5 dias) de 54g/habitante/dia, uma casa de farinha que processa, uma tonelada de raízes por dia, equivale, respectivamente, à poluição causada por 200 habitantes/dia, verificando assim o alto grau de poluição que a manipueira representa (FIORETTO, 1994).

Esta característica da manipueira, como grande poluente, consiste em sério problema ambiental quando esta é descartada de forma inadequada, ou seja, lançada diretamente ao solo, deixando-o impróprio para o cultivo, bem como, quando lançada em corpos hídricos (lagos, lagoas, rios, etc), principalmente em pequenos cursos d'água, onde comumente acontecem o despejo deste resíduo líquido (CEREDA, 2001).

A manipueira possui grande potencial como adubo na agricultura por apresentar elevados teores de nutrientes, principalmente, nitrogênio (3,42 kg.m⁻³) e potássio (3,08 kg.m⁻³) (BOTELHO, et. al 2009).

A adubação de solos de baixa fertilidade com manipueira, possibilita ao agricultor obter produtividades semelhantes àsquelas alcançadas com adubação mineral e com número maior de cultivos sucessivos na mesma área a baixo custo (FERREIRA et. al, 2001).

Estudos realizados sobre o uso da manipueira como fertilizante alternativo em pastagens, tiveram resultados satisfatórios, com a capacidade de lotação do pasto triplicada (GAMEIRO et. al 2003).

Em estudos realizados na Universidade Federal do Ceará, a manipueira foi avaliada como nematicida e inseticida, verificou-se eficiência extraordinária e economicidade, com a vantagem de não possuir alta toxicidade inerentes aos produtos convencionais comercializados (PONTE, 1992).

A composição química da manipueira sustenta a sua potencialidade como adubo orgânico, com grande teor de potássio (K), nitrogênio (N), magnésio (Mg), fósforo (P), cálcio (Ca), enxofre (S), além de ferro e micronutrientes em geral (Quadro 1).

Quadro 1. Composição química da manipueira.

COMPONENTE	QUANTIDADE (mg.dm ⁻³)
N	425,5
P	259,5
*K	1863,5
Ca	227,5
Mg	405,0
S	195,0
Fe	15,3
Zn	4,2
Cu	11,5
Mn	3,7
B	5,0
Cianeto	42,5
Cianeto total	604,0

Valores médios de várias determinações (PONTE, 1992)

* Maior teor

Saraiva et. al (2007) verificaram com a cultura do milho em ambiente protegido, foi verificado que, quando se usou a água residuária da manipueira, elevaram-se os teores de nutrientes no solo e o crescimento do milho foi significativo.

Vieites (1998) utilizou a manipueira na cultura do tomateiro e obteve resultados significativos. Esse subproduto contribuiu para aumentar o rendimento, diâmetro e comprimento dos frutos do tomateiro, bem como, os tomates atingiram maior rendimento de polpa e maior teor de sólidos solúveis nas maiores doses de manipueira,

revelando o papel deste resíduo como substituto parcial na adubação química para a cultura do tomateiro.

Vieites e Brinholi (1994) obtiveram respostas positivas na utilização da manipueira nas doses de 60 e 120 m³.ha⁻¹, associadas à adubação mineral, na cultura da mandioca. Esses pesquisadores verificaram o aumento do comprimento e do diâmetro das raízes e a elevação da produtividade. Por outro lado, Fioretto (1994), estudando o efeito de cinco doses de manipueira (0, 80, 120, 160 e 200 m³.ha⁻¹) na produção final na cultura da mandioca, verificou que todos os tratamentos que receberam manipueira produziram menos que a testemunha adubada com fertilizantes minerais.

3.2.1. Toxidez da manipueira e seu efeito poluidor

A mandioca pertence ao grupo de plantas cianogênicas por apresentarem dois glicosídeos cianogênicos a lotaustralina e a linamarina; distribuídas em concentrações variáveis nos diferentes órgãos da planta. O teor de ácido cianídrico presente nas plantas depende da idade da planta, variedade, condições ambientais como umidade, temperatura e tipo de solo.

Quando a estrutura celular da raiz é rompida, as enzimas presentes (linamarase) degradam estes compostos, liberando o ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca e cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo causar envenenamento (CAGNON et al., 2002). São esses cianetos que respondem pelas ações inseticidas, acaricidas e nematicidas da manipueira (PONTE, 1999).

Normalmente, as pequenas indústrias de farinhas despejam o resíduo líquido do processo de fabricação da farinha em leitos de rios, lagos, lagoas e no solo de formas inadequadas, poluindo o ambiente no qual se encontram inseridas. Existem tecnologias simples que diminuem o grau de toxidade da manipueira antes de ser descartada no meio ambiente, como os lagos de contenção ou os tanques de decantação. Tecnologia muito simples consiste no confinamento e estabilização da manipueira sobre ação natural em um tanque onde o ácido cianídrico é volatilizado em torno de 5 dias, ocorrendo também a hidrólise do cianeto, as partes suspensas são decantadas para o fundo do tanque, em seguida a manipueira é descartada no meio ambiente com menor grau poluidor, todavia, esta tecnologia gera questionamentos, ou seja, quando a

manipueira é contida em lagos por longo tempo, pode lixiviar no perfil do solo e contaminar o lençol freático, além de ser um processo muito lento (PANTAROTO e CEREDA, 2001).

Quando a manipueira é descartada em lagos de contenção, o cianeto deteriora-se ou é decomposto por ação bacteriana, diminuindo as concentrações excessivas com o tempo. A degradação bioquímica do cianeto é pouco afetada em temperaturas situadas na faixa de 10 a 35 °C (FIORETTO, 2001).

Motta (1986) comprovou a possibilidade do tratamento da manipueira por digestão anaeróbia com produção de biogás em biodigestores. Takahashi e Cereda (1986) obtiveram, em tratamento anaeróbio, utilizando manipueira, valores de redução da demanda química de oxigênio (DQO) de até 89 %.

Outro método bastante utilizado em fábricas de farinha e fécula de médio e grande porte no sul do Brasil é o processo de biodigestão em biodigestores anaeróbios que podem ser fabricados de forma simples, como é o caso do biodigestor de leito fixo, o qual consta, basicamente, de um tanque fechado, com o interior preenchido com material inerte, que pode ser brita, onde o líquido residual assume direção ascendente.

As bactérias que degradam a matéria orgânica e produzem biogás permanecem aderidas ao material inerte, proporcionando curtos períodos de retenção, permitindo que o biodigestor seja de porte reduzido.

Este tipo de tratamento proporciona retornos na forma de energia renovável, ou seja, biogás que poderá ser utilizado nos fornos, diminuindo o custo de processamento e racionalizando a energia; também, pode ser utilizado na forma líquida tratada como biofertilizante na adubação da mandioca, minimizando o custo com fertilizante. Este tratamento foi comprovado por Assunção et al. (2008) que obtiveram eficiência de remoção de matéria orgânica da manipueira, medida em termos de DQO, atingindo cerca de 60%.

Em Sergipe, a maioria das casas de farinha utiliza tanques de decantação, todavia, os problemas ambientais causados pela manipueira ainda perduram (Figura 1), visto que a produção de farinha gera grande quantidade de manipueira e, dessa forma, impossibilita o tempo de decantação de cinco dias necessários para a eliminação total do ácido cianídrico por volatilização, sendo uma quantidade significativa carregada para o solo e corpos d'água (MACHADO, 2009).



FIGURA 1. Descarte da manieira no solo e em curso d'água.
Fonte: Ana Mercedes Corrêa Machado (2009).

3.3. A CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado há milhares de anos. Sua origem até hoje é debatida com divergência entre os pesquisadores. Diversas hipóteses tentam explicar não somente a origem da planta, mas também de quando teria o homem começado a utilizá-la como cultura doméstica. Algumas evidências levam à hipótese de que o centro de origem da espécie e sua domesticação como cultura teriam ocorrido na região da Mesoamérica, por volta de 7.000 anos a.C., uma vez que cultivares selvagens, similares às variedades crioulas, foram encontrados nessa região, mais especificamente no México. Supõe-se que a partir dessa região, a cultura teria, posteriormente, sido disseminada para toda a América do Sul (EMBRAPA, 2010).

O feijão tem grande destaque na alimentação da população brasileira, por possuir grande importância na dieta nutricional dos brasileiros, no provimento de proteínas, ferro e carboidratos, principalmente para aqueles com carência na ingestão de proteína de origem animal (EMBRAPA, 2010).

As cultivares de feijoeiro mais consumidas e cultivadas do gênero *Phaseolus* são o carioquinha e o preto. Considerando todos os gêneros e espécies englobadas como feijão nas estatísticas da FAO, este envolve cerca de 107 países produtores em todo o

mundo. Considerando somente o gênero *Phaseolus*, o Brasil é o maior produtor, seguido do México (YOKOHAMA, 2005).

Os grãos de feijão representam importante fonte protéica na dieta humana dos países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais, particularmente nas Américas (47% da produção mundial) e no leste e sul da África (10% da produção mundial). Seu consumo per capita no Brasil situou-se, em 2002, em 16,3 kg/hab/ano, e, na década de 70, chegou a alcançar patamares de 18,5-20 kg/hab/ano, sendo esta redução atribuída, ao longo do tempo, a vários fatores que estão relacionados com a substituição por fontes de proteína de origem animal, o êxodo rural, bem como, a mudança de hábitos alimentares, além das fortes flutuações de oferta. Há grandes variações regionais quanto ao gosto e preferência por tipos de grãos consumidos (EMBRAPA, 2010).

Especialmente para a região Nordeste, o feijão tem grande importância sócio-econômica por ser um dos componentes básicos da dieta alimentar desta população, importante fonte de proteína e financeira.

No estado de Sergipe, o município de Poço Verde destaca-se com a produção de 7.300 toneladas, correspondente a 45 % da produção do estado (IBGE, 2009).

Atividades de pesquisa com o feijoeiro no país são recentes, datam da década de 50. Nesse período, a população brasileira teve aumento significativo, todavia, o mesmo não ocorreu com a produção da referida leguminosa. Com isso, verificou-se a sua escassez temporária no mercado. Tal fato despertou a atenção de pesquisadores para a cultura que, então, procuraram desenvolver variedades mais produtivas e técnicas que aumentassem mais rapidamente a sua produção (EMBRAPA, 2010).

3.4. A Importância dos quelatos na nutrição de plantas

Quelatos são compostos formados por íons metálicos, com compostos químicos capazes de prender o metal numa espécie de garra (o nome quelato vem do grego *Chele* e quer dizer garra ou pinça), pois, com a quelatização, o nutriente perde seu caráter iônico, tornando-se quimicamente neutro. De forma prática, quelatizar um nutriente mineral significa neutralizar a carga positiva que o mesmo tem, fazendo com que a ligação cátion-tecido vegetal não mais ocorra, e o nutriente possa ser agora absorvido pela planta. Os quelatos são muito solúveis e dissociam-se muito pouco em solução, ou

seja, uma vez ligados permanecem inalterados, fazendo com que os defensivos e micronutrientes (zinco, ferro, manganês, cobre e cobalto) permaneçam inalterados e disponíveis na solução (AMINOAGRO, 2010).

De acordo com Ponchio e Ballio (1988), substâncias quelatizantes são aquelas que impedem reações indesejáveis de um micronutriente metálico em solução, pela formação de uma estrutura ao seu redor que os modificam quimicamente.

Segundo Mortvedt (1999), a eficiência relativa, no uso de quelatos aplicados ao solo, pode ser de duas a cinco vezes maior por unidade de micronutriente do que as fontes inorgânicas (sais metálicos: sulfatos, cloretos e nitratos), enquanto o custo do quelato por unidade de micronutriente pode ser de cinco a cem vezes mais alto. Esse aspecto constitui-se em uma limitação ao uso desses produtos por pequenos agricultores e para culturas de baixo valor agregado.

A maioria dos fertilizantes comerciais incluem um ou vários agentes quelatizantes.

Existem diversos tipos de quelatizantes. Esses podem ser ácidos (ácido cítrico, ácido fenólico, ácido málico, ácido glutâmico e ácido glucônico); aminados (NTA- Ácido Nitrilo Acético, DTPA- Ácido Dietilenotriaminopentacético, EDTA- Ácido Etilenodiaminotetracético, EDDHA- ácido Etilenodiamino (o-hidrofenil acético)); outros (açúcar, melão, sulfonatos de lignina, poliflavonoides modificados e ésteres de acrilosilicatos de sódio) (UFU, 2009).

Os nutrientes que podem ser quelatizados são o Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Cobalto (Co) (AMINOAGRO, 2010).

Os quelatos quando comparados às fontes tradicionais de micronutrientes obtêm maior estabilidade no solo (carbonatos, matéria orgânica, complexo argilo-húmico etc), nas caldas de pulverização e na fertirrigação (pH e íons) e menor risco de fitotoxicidade já que não são agressivos ao tecido vegetal, são facilmente assimiláveis pela planta devido a sua estrutura orgânica, mais eficaz em menores doses e compatível com a maioria dos produtos fitossanitários e fertilizantes foliares (UNESP, 2010).

Os quelatos sintéticos são formados pela combinação de um agente quelatizante com um metal por meio de ligações coordenadas. É esta ligação que determina, geralmente, a disponibilidade do referido nutriente aplicado ao solo para suprir a necessidade da planta. Os quelatos são solúveis, entretanto, dissociam-se muito pouco em solução, ou seja, o ligante tende a permanecer ligado ao metal. Esse fato é a

principal vantagem dos quelatos, pois permitem proteger os nutrientes catiônicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+}) para que estes fiquem menos sujeitos as reações de precipitação ou de insolubilização e mantenham, assim, sua disponibilidade às plantas, podendo ser absorvidos e translocados de forma eficiente pelas folhas ou pelas raízes das plantas (VOLKWEISS, 1991).

Um quelato torna-se eficiente quando a taxa de substituição do micronutriente quelatizado por cátions do solo é baixa, mantendo, conseqüentemente, o nutriente aplicado nessa forma de quelato por tempo suficiente para ser absorvido pelas raízes das plantas (LOPES, 1991).

Com relação à comercialização do quelatos, cita que a maioria dos micronutrientes quelatizados é vendida na forma líquida, pois o custo de produção por unidade de micronutriente é menor em relação à forma em pó (MORTVEDT, 1991).

3.5. A Importância do zinco (Zn) na agricultura

A existência da deficiência de zinco foi reconhecida há apenas 30 anos no mundo, as razões para o reconhecimento da importância do zinco como micronutriente essencial às plantas esta relacionado às funções vitais que esse nutriente desempenha no metabolismo das plantas, relacionadas ao crescimento e maturação (VITTI et. al, 2008).

A quantidade total de Zn no solo representa a capacidade potencial do solo em fornecê-lo à planta e é em função, principalmente, do material de origem e dos processos que atuaram na sua formação (ABREU et al., 2001). Nas regiões de clima temperado, as predominâncias são de solos jovens, onde o material de origem é predominantemente o fator que afeta a quantidade total do elemento no solo. Onde os processos de intemperização são mais intensos, como nas regiões tropicais, essa relação pode ser modificada por mobilização e redistribuição do elemento. Dessa forma a deficiência de zinco nas plantas pode estar associada à sua ocorrência no material de origem, sendo mais provável ocorrer deficiência em solos derivados de material calcário, tanto de origem grosseira quanto fina, provavelmente com baixos teores de zinco no material de origem (ABREU, 2001).

As deficiências dos micronutrientes B e Zn são os mais freqüentes em solos de zona tropical. A escassez de pesquisas sobre a quantidade a ser utilizada na correção

destes solos, métodos eficientes de aplicação e critérios seguros para o diagnóstico da necessidade de adubação com esses nutrientes, são entraves pelos quais eles têm limitado a produtividade e a qualidade de algumas culturas no Brasil como o citrus e o milho (QUAGGIO & PIZA JUNIOR, 2001).

A maioria dos solos brasileiros são deficientes em fósforo, e a aplicação de fertilizante fosfatado para corrigir sua deficiência pode contribuir para a escassez de Zn, devido ao antagonismo entre esses dois nutrientes (FAGERIA, 1984).

O zinco é responsável pelo desenvolvimento e crescimento das espécies vegetais além de ser ativador enzimático. Em planta com deficiência de zinco, as alterações morfológicas ficam evidentes principalmente, nas partes mais jovens, podemos citar como alterações a clorose internerval de folhas novas, pontos necróticos, folhas menores e lanceoladas e internódios curtos e crescimento atrasado das folhas, causando, portanto, redução do crescimento vegetal e o alongamento do caule (VITTI et. al, 2008).

O uso incorreto de calcário no solo para correção da acidez tem trazido sérios problemas nutricionais relacionados à deficiência de micronutrientes, principalmente de manganês e zinco. O zinco, boro e molibdênio, são apontados como os micronutrientes que tem recebido maior atenção por parte dos pesquisadores (MELLO et al., 1992; SILVEIRA; DYNIA; ZIMMERMAN, 1996).

A deficiência de Zn está intimamente relacionada com o metabolismo de N. Quando o Zn é deficiente, a concentração de proteínas é diminuída, devido a redução na síntese de aminoácidos. O suprimento de Zn rapidamente induz a síntese de proteínas. Este efeito da deficiência deste micronutriente inibi a síntese de proteínas.

A forte inibição do crescimento em decorrência da inibição da síntese de proteínas sob deficiência de Zn resulta em um consumo mais baixo de carboidratos, o que, por sua vez, diminui a fotossíntese e propicia maior produção de radicais de O^{2-} , os quais não são removidos e levam a sintomas mais fortes de deficiência de Zn, particularmente sob alta intensidade luminosa (KIRKBY et. al. 2007).

Quanto à eficiência das fontes, Obrador et al. (2003) observaram que o zinco quelatizado foi mais eficiente que o sulfato de zinco na produção de milho. Entretanto, Slaton et al. (2005) não verificaram diferença entre as fontes orgânica (Zn-lignosulfonato) e inorgânica ($ZnSO_4$) em cultivos de condições de campo.

O milho adubado com fontes de zinco resultou em maior produção quando o zinco foi fornecido quelatizado do que na forma de sulfato de zinco (OBRADOR et al.,

2003). Entretanto, Slaton et al. (2005) não verificaram diferença entre as fontes orgânica (Zn-lignosulfonato) e inorgânica (ZnSO₄) em condições de campo.

O aumento da produtividade de feijão em solos deficientes de Zn requer aplicação de Zn. A quantidade do nutriente a ser aplicada para corrigir a deficiência de Zn nas culturas depende do teor desse micronutriente no solo, das condições climáticas, da espécie vegetal e até mesmo do cultivar (FAGERIA et al., 2002). A preocupação em se definir a dose de Zn também com base no cultivar reside no fato de que cada um possui seu potencial de produção associado ao nível tecnológico de cultivo.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus de São Cristóvão- SE, no Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA). O local apresenta, como coordenadas geográficas Latitude 10° 54' S e Longitude 37° 04' O. Segundo a classificação de Köppen o clima do município de São Cristóvão é do tipo A's, ou seja, clima quente e chuvoso, com precipitação média anual normal em torno de 1.400mm, com temperaturas máxima de 30°C e, mínima, de 23°C, com média de 26°C.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, disposto em arranjo fatorial 5 x 4, sendo os tratamentos compostos por cinco fontes (A– H₂O; B- Manipueira¹ (2 mL dm⁻³), C– manipueira² (4 mL dm⁻³); D– manipueira³ (8 mL dm⁻³); E- EDTA) com quatro níveis de zinco (0,0; 1,3; 2,6 e 5,2 mg dm⁻³ de Zn), aplicados no solo, com quatro repetições e cinco plantas por repetição.

4.3. Obtenção de quelato biológico

Após a coleta em casa de farinha localizada no município de Itabaiana, a manipueira foi levada ao laboratório de Remediação de Solo/UFS e colocada em baldes de polietileno para repouso por duas horas para decantação do amido e, posteriormente, o mesmo foi removido. Após separação do amido foi retirada uma amostra de 0,5 litro

de manipueira e enviada ao laboratório para quantificação dos teores de nutrientes cujos resultados estão na Tabela 2.

TABELA 2. Teores de nutrientes constatare na manipueira. São Cristóvão (SE), 2010.

N	C	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Cu	Fe	C/N	C/P
----- mg L ⁻¹ -----												
1950	26492	198	1060	661	408	99	17	2,4	1,3	6,6	14	133

O restante da manipueira foi armazenada em recipiente plástico com capacidade de 2,0 L. Posteriormente, a manipueira foi mantida para fermentação (fase acidogênica) em temperatura ambiente para volatilização do ácido cianídrico (HCN).

O pH da manipueira foi mantido entre 5,0 e 5,5 com aplicação diárias de NaOH a 1N. O pH entre 5,0 e 5,5 é o ideal para atividade das bactérias acidogênicas e enzimas amilolíticas (Barana, 1995). Após término da fermentação acidogênica, realizou-se o teste qualitativo para ácidos orgânicos na manipueira. As avaliações dos ácidos orgânicos da manipueira foram realizadas no laboratório do CERAT (Centro de Raízes e Amidos Tropicais) da UNESP, seguindo a metodologia descrita por Silva (1977), e quantificados por cromatografia, cujos resultados estão na Tabela 3.

TABELA 3. Teores de ácidos orgânicos da manipueira, após fermentação acidogênica. São Cristóvão (SE), 2010.

Ácido láctico	Ácido acético	Ácido propiônico
----- g L ⁻¹ -----		
3,58	5,42	5,7

4.4. Produção de micronutrientes quelatizados e preparo dos tratamentos

A partir dos teores de macro e micro nutrientes quantificados no tratamento com maior concentração de manipueira (8 ml dm⁻³), foram realizados os balanceamentos dos nutrientes nas fontes H₂O, Manipueira 2 mL dm⁻³, Manipueira 4 mL dm⁻³ e no EDTA, para que todos os tratamentos ficassem homogêneos nutricionalmente. No balanceamento nutricional foram utilizados com os seguintes sais: H₃BO₃ (ácido bórico), CuSO₄.5H₂O (sulfato pentahidratado de cobre), FeSO₄.7H₂O (sulfato heptahidratado de ferro), MnSO₄.4H₂O (sulfato tetrahidratado de manganês), ZnSO₄.7H₂O (sulfato heptahidratado de zinco), (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O.4H₂O (molibdato de amônio tetrahidratado), KNO₃ (Nitrato de potássio) e uréia.

Posteriormente, os níveis de zinco (0,0; 1,3; 2,6 e 5,2 mg.dm⁻³ de Zn) na forma de sulfato de zinco (ZnSO₄), foram adicionados em ordem crescente de concentração nos tratamentos fontes e o pH da solução foi ajustado em 5,0.

4.5. Instalação e condução do experimento

O solo utilizado para o experimento foi proveniente do campus Rural da Universidade Federal de Sergipe, da camada arável 0 a 20 cm de profundidade. Do solo coletado, foi retirada uma amostra composta para determinação dos atributos químicos de acordo com a metodologia descrita por Silva et al. (1999). As análises químicas de solo foram realizadas no Instituto de Pesquisa de Sergipe (ITPS), cujos resultados estão na Tabelas 4 e 5.

TABELA 4. Análise química do solo, utilizado no experimento. São Cristóvão (SE), 2010.

M. O. (g kg ⁻¹)	pH H ₂ O	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	H+Al cmol _c dm ⁻³	SB	CTC	V (%)
23,00	5,50	12,60	1,05	12,40	5,10	2,87	18,60	21,5	86,50

TABELA 5. Teores de Al³⁺, saturação por Al e teores de micronutrientes (Cu, Zn, Fe e Mn) do solo utilizado no experimento. São Cristóvão (SE), 2010.

Al (mmol _c dm ⁻³)	M (%)	Cu	Zn	Fe	Mn
0,00	0,00	4,42	10,41	334,84	320,51

O solo foi peneirado em malha de 4 mm, seco ao ar e acondicionado em sacos de plásticos de 16 L⁻¹. Posteriormente, foi realizada a calagem, com adição de calcário dolomítico, com a finalidade de aumentar a saturação por bases a 70%. Em seguida, foram realizadas as adubações com 100 mg dm⁻³ de P, 100 mg dm⁻³ de K na forma de super triplo e cloreto de potássio, respectivamente de acordo com o resultado da análise de solo e recomendação da cultura. O solo com o calcário e os adubos foram transferidos para 80 vasos com capacidade de 5 dm⁻³ e em seguida, incubado por 30 dias mantendo-se umidade de aproximadamente 80% da capacidade de retenção de água do solo, por 30 dias. Durante o período de incubação os vasos foram irrigados diariamente,

a quantidade de água fornecida aos vasos definida por meio da determinação do peso de quatro vasos, e determinando a média de evaporação da água.

Após os 30 dias de incubação do solo, foi realizada a semeadura do feijoeiro da cultivar Pérola, utilizando-se seis sementes por vaso. Seguidamente, foi realizada uma adubação de semeadura, com 50 mg dm^{-3} de N, na forma de uréia. Após sete dias da emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando duas plantas por vaso. Aos 25 dias após a emergências do feijoeiro foi realizada uma adubação de cobertura com 100 mg dm^{-3} de N para cada unidade experimental (vaso) na forma de ureia.

O controle fitossanitário preventivo foi realizado por meio de duas pulverizações aos 25 e 35 dias após as emergências do feijoeiro com o fungicida benzimidazol (500 g ha^{-1}) para controle da podridão da raiz (*Fusarium solani*).

A condição climática da casa de vegetação não foi controlada. A irrigação dos vasos foi realizada periodicamente, por meio da pesagem de quatro vasos em cada fonte, fornecendo-se posterior a quantidade de água suficiente para elevar a capacidade de campo (CC) a 100% sempre que o nível atingia 80%.

Aos 45 dias após a emergência, quando a maioria das plantas estavam no estágio fenológico de floração (R_6) foi retirado os tratamentos para avaliação.

As plantas foram seccionadas no colo separando-se a parte aérea do sistema radicular. Em seguida, foram realizadas as determinações de massa seca da parte aérea e do sistema radicular e teor de nutrientes na parte aérea.

4.6. Parâmetros avaliados

A) Massa seca radicular:

Na retirada das plantas no estágio R_6 , as raízes obtidas do feijoeiro foram separadas do solo por lavagem em água corrente sobre peneiras de 0,5 mm. Os sistemas radiculares, posteriormente, foram acondicionados em sacos de papel e secados em estufa, com circulação forçada de ar, por três dias a 65°C , até atingir peso constante. Posteriormente, foi determinada a massa seca do sistema radicular (g. planta^{-1}).

B) Massa seca da parte aérea:

A parte aérea do feijoeiro seccionada na altura do colo foi lavada com água corrente, e seguidamente acondicionada em sacos de papel e levadas para secagem em

estufa com circulação forçada de ar, por três dias a 65⁰C, até peso constante. Subsequente foi pesada e determinada a massa seca da parte aérea (g planta⁻¹).

C) Teores de nutrientes no sistema radicular e parte aérea do feijoeiro

Após a determinação da massa seca radicular e parte aérea, as amostras de raízes foram moídas e avaliadas quimicamente para determinação dos teores de N, P, Fe, Cu, Mn e Zn, segundo metodologia descrita por Miyazawa et al. (1999).

D) Quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea do feijoeiro

Com os dados de massa seca e teores de nutrientes da parte aérea, foi determinada a quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea pela multiplicação dos valores de teores de nutrientes pelos valores de massa seca.

E) Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa estatístico Sisvar e as médias das variáveis das fontes, foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para doses de zinco e para o desdobramento da interação doses de zinco dentro de fontes foram realizadas análise de regressão polinomial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Massas secas da raiz, da parte aérea e total

Os tratamentos H₂O, manipueira² e manipueira³ apresentaram média de massa seca radicular significante, maior do que os tratamentos EDTA e manipueira¹, os quais tiveram maior média na massa seca da parte aérea (Tabela 6). O aumento da massa seca da parte aérea nas fontes EDTA e manipueira¹ e massa seca da raiz, na fonte manipueira², podem ser explicados em razão de uma possível quelatização de alguns nutrientes pelo ácido diethylenetriaminepentaacetate do EDTA e pelos ácidos orgânicos como lático, acético e propiônico, contidos na manipueira (Tabela 3), e, conseqüentemente, melhorado a absorção pelo feijoeiro, haja vista a disponibilidade desses nutrientes na solução do solo.

TABELA 6. Valores médios da massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total, no período de florescimento do feijoeiro, em função das doses de zinco. São Cristóvão (SE) - 2010.

Fonte (tratamentos)	Massa seca radicular	Massa seca da parte aérea	Massa seca Total
----- g planta ⁻¹ -----			
H ₂ O	7,15 a	13,26 b	20,41 a
Manipueira 1 (2 mL.dm ⁻³)	4,77 b	15,27 a	20,05 a
Manipueira 2 (4 mL.dm ⁻³)	6,40 a	12,70 b	19,10 a
Manipueira 3 (8 mL.dm ⁻³)	6,41 a	12,94 b	19,35 a
EDTA	4,95 b	15,17 a	20,13 a
ANOVA			
----- Valor de F -----			
Fonte (F)	23,26**	14,73**	2,05 ^{ns}
Dose de zinco (DZ)	11,28**	1,26 ^{ns}	7,42**
F x DZ	5,20**	3,74**	2,84**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%. **, * e ns, significativo a 1% e 5%, e não significativo, respectivamente.

Verifica-se resposta negativa e linear para a produção de massa seca do sistema radicular com o aumento das doses de zinco para a fonte H₂O e na manipueira¹ (2 mL.dm⁻³), e, positiva quadrática, na manipueira³ (8 mL.dm⁻³), na qual, houve incremento na massa seca das raízes até a dose de 2,28 mg dm⁻³ Zn de solo (Figura 2). Na fonte EDTA e manipueira² (4 mL.dm⁻³), não houve efeito significativo da interação entre fontes e doses de zinco. Na ausência de aplicação de zinco verificou-se que, na

fonte H₂O, as plantas de feijoeiro aumentaram a produção da massa seca radicular em relação aos outros tratamentos. Estes resultados podem ser explicados conforme Tiffney e Niklas (1985), os quais relataram que os sistemas radiculares podem, portanto, alterar sua configuração geométrica de forma a adquirir a habilidade para explorar o solo em busca de recursos (grande crescimento em extensão à custa de menor ramificação), ou a habilidade de adquirir os recursos encontrados de maneira eficiente (sistema radicular profundamente ramificado à custa de menor crescimento em extensão). Dessa forma, tem-se verificado maior relação massa seca radicular/massa seca da parte aérea, provavelmente, como estratégia da planta para aumentar a capacidade de absorção de nutrientes em condições de baixa disponibilidade destes (ROSOLEM et al., 1999; ARAÚJO, 2000; CRUSCIOL, 2001).

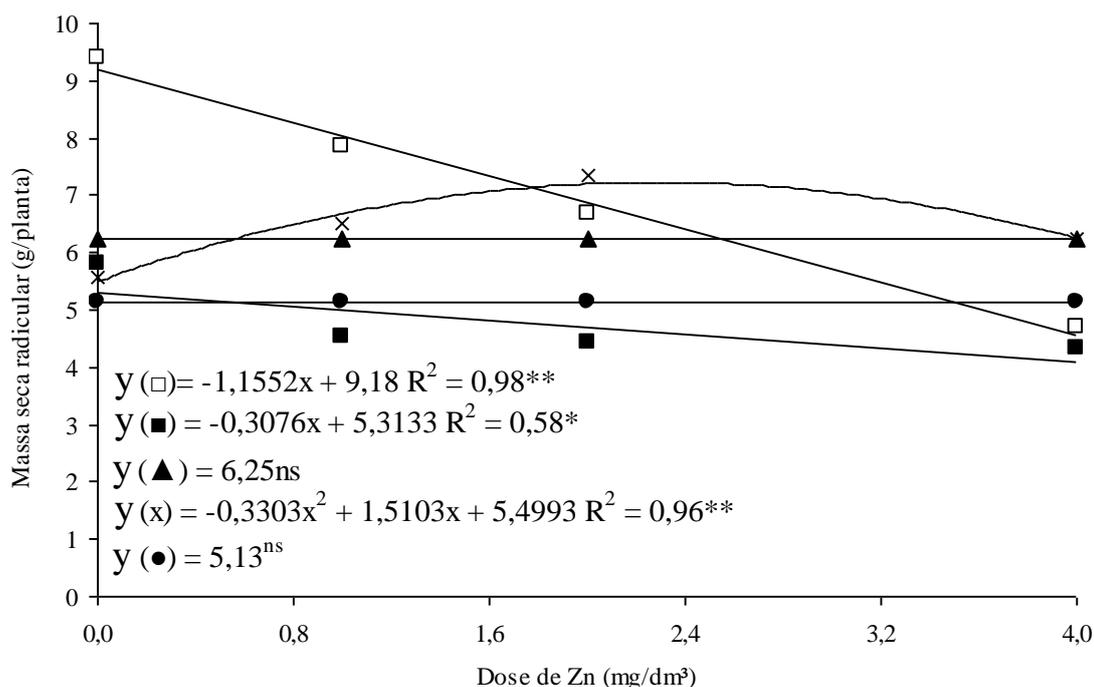


Figura 2. Massa seca radicular do feijoeiro em razão das fontes de H₂O (□), Manipueira¹ (■), Manipueira² (▲), Manipueira³ (x) e EDTA (●) e de zinco aplicadas no solo. **, * significativos a <0,05 e <0,01%, respectivamente.

Quanto à massa seca da parte aérea (Figura 3), observou-se resposta negativa para as fontes manipueira² e positiva para manipueira¹ com o aumento das doses de zinco. Já para as fontes H₂O e EDTA, não houve efeito significativo da interação entre fontes e doses de zinco. Na ausência das doses de zinco, a fonte EDTA apresentou a maior produção de massa seca da parte aérea, sendo esse o menor valor obtido na fonte H₂O. Santos (2000), trabalhando com feijoeiro em casa de vegetação, verificou que os ácidos orgânicos obtidos do resíduo do branqueamento de argilas foram tão eficientes quanto o EDTA, na quelatização de micronutrientes, atuando diretamente na absorção e translocação de macro e micronutrientes, com reflexo positivo na produção de grão.

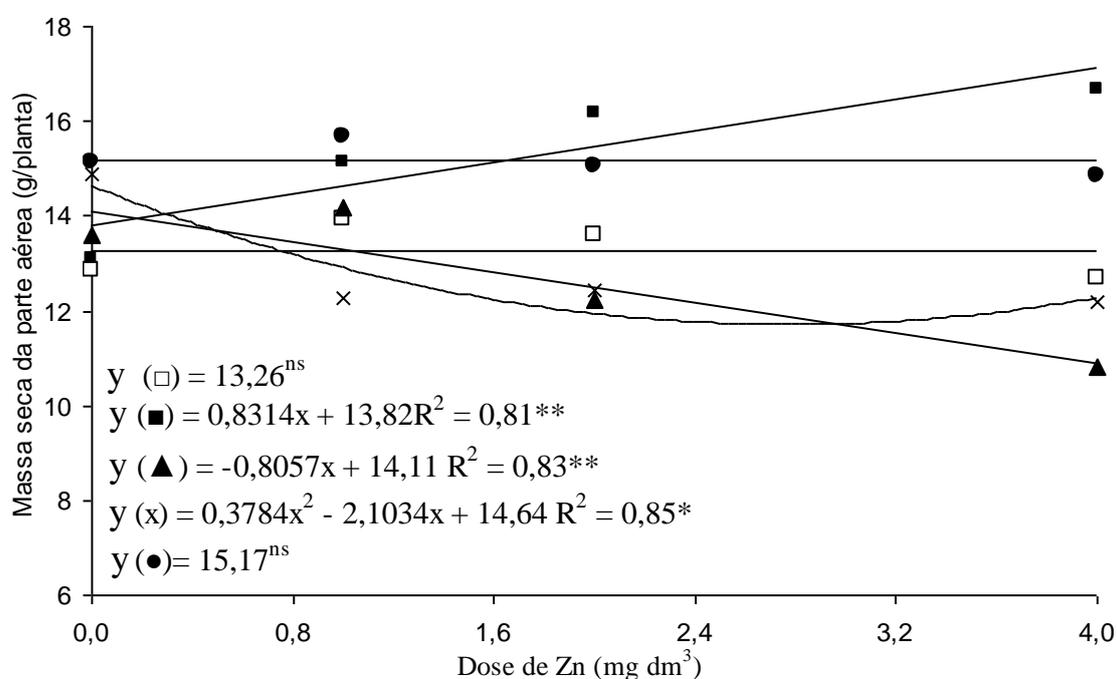


Figura 3. Massa da parte aérea do feijoeiro em razão das fontes de H₂O (□), Manipueira¹ (■), Manipueira² (▲), Manipueira³ (x) e EDTA (●) e de zinco aplicadas no solo. **, * significativos a <0,05 e <0,01%, respectivamente.

Para a variável massa seca total do feijoeiro (Figura 4), verificou-se que as fontes manipueira¹ e manipueira³ não foram afetadas pela interação entre fontes e doses de zinco. Enquanto que as fontes H₂O, manipueira² e EDTA apresentaram resposta linear e negativa com o aumento das doses de zinco.

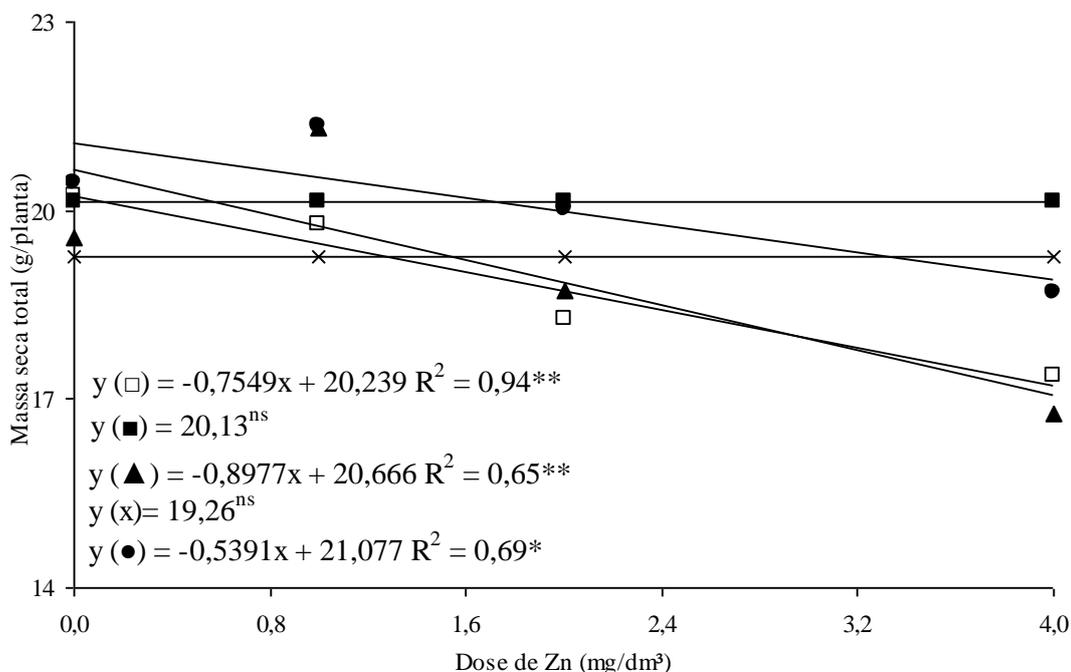


Figura 4. Massa total (raízes + parte aérea) do feijoeiro em razão das fontes de H₂O (□), Manipueira¹ (■), Manipueira² (▲), Manipueira³ (x) e EDTA (●) e de zinco aplicadas no solo. **, * significativos a <0,05 e <0,01%, respectivamente.

5.2. Teores de N, P, Fe, Cu, Mn e Zn na parte aérea do feijoeiro

Houve efeito significativo dos tratamentos para todos os nutrientes, exceto para o Fe e Mn. Notam-se, ainda, efeitos significativos para as doses de zinco, para P, Fe e Zn, e, para interação entre os fatores, não houve efeitos significativos para os teores de nutrientes (Tabela 7).

Quanto ao teor de P, os maiores teores foram verificados para os tratamentos EDTA, manipueira³ e H₂O, com menores teores para os tratamentos na manipueira¹ e manipueira² (Tabela 7). Para os teores dos micronutrientes Cu e Zn, verificou-se que no tratamento H₂O houve os menores teores, em comparação com os demais tratamentos. Os maiores teores de nutrientes verificados na parte aérea do feijoeiro para os tratamentos manipueira 1, 2 e EDTA, podem ser explicados como possível quelatização

dos nutrientes em razão dos ácidos orgânicos contidos na manipueira (Tabela 3). Tendo em vista que os quelatos são geralmente solúveis e dissociam-se muito pouco quando em solução, isto é, o ligante tende a permanecer ligado ao íon, além de permanecerem em solução em condições na qual, normalmente, estes se insolubilizariam (Mortvedt, 1985). Segundo Santos (2000), alguns ácidos orgânicos naturais (ácido láctico, acético, propiônico, tartárico, isobutírico e poliflavonóides) são agentes quelatizantes e podem ser utilizados na produção de nutrientes quelatizados.

TABELA 7. Teores de N, P, Fe, Cu, Mn, e Zn na parte aérea, no período de florescimento do feijoeiro, em função de doses de zinco. São Cristóvão (SE) - 2010.

Fonte	N	P	Fe	Cu	Mn	Zn
-----g kg ⁻¹ -----						
H ₂ O	14,17 ab	6,31 a	63,91 a	3,09 b	16,59 a	51,50 c
Manipueira 1	13,04 b	5,58 b	65,04 a	5,31 a	16,19 a	56,38 bc
Manipueira 2	12,59 b	5,50 b	68,72 a	4,59 a	16,81 a	63,16 a
Manipueira 3	14,75 ab	6,25 a	73,00 a	4,96 a	17,20 a	58,82 ab
EDTA	16,03 a	6,30 a	76,62 a	4,98 a	18,38 a	63,32 a
ANOVA						
-----Valor de F-----						
Fonte (F)	6,45**	6,43 ^{ns}	2,66*	7,48**	2,14 ^{ns}	16,07**
Dose de zinco (DZ)	1,66 ^{ns}	3,20*	4,49**	2,42 ^{ns}	0,33 ^{ns}	38,66**
F x DZ	0,93 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,88*

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%.

** , * e ns, significativo a 1% e 5%, e não significativo, respectivamente.

Na parte aérea os teores de P não foram afetados pela interação (Figura 5), apresentando resposta positiva e quadrática com o aumento das doses de zinco até 3,77 mg. dm⁻³ de solo. O incremento na absorção do P pelo feijoeiro pode ser explicado devido ao aumento dos teores de zinco no solo. Pois o mesmo está diretamente relacionado com a estrutura e funções de diversos processos enzimáticos na planta, como redução do nitrato, síntese de ácido indol acético (AIA), síntese de RNAses e proteínas (Malavolta et al., 1997), além de aumentar a quantidade de clorofila e melhorar o arranjo das células apicais radiculares (RODRIGUES, 1990), conseqüentemente, aumentando a absorção do P. No entanto, a partir da dose 3,7 mg. dm⁻³ de Zn no solo, houve uma tendência no final da curva de redução da absorção do

P, este comportamento pode ser explicado pela elevada disponibilidade de Zn, o qual pode induzir a redução na absorção do P, devido a insolubilização do mesmo pelo zinco na superfície das raízes (reduzindo a absorção), uma segunda hipótese é a inibição não competitiva da absorção do P pelo Zn (MALAVOLTA et al, 1997).

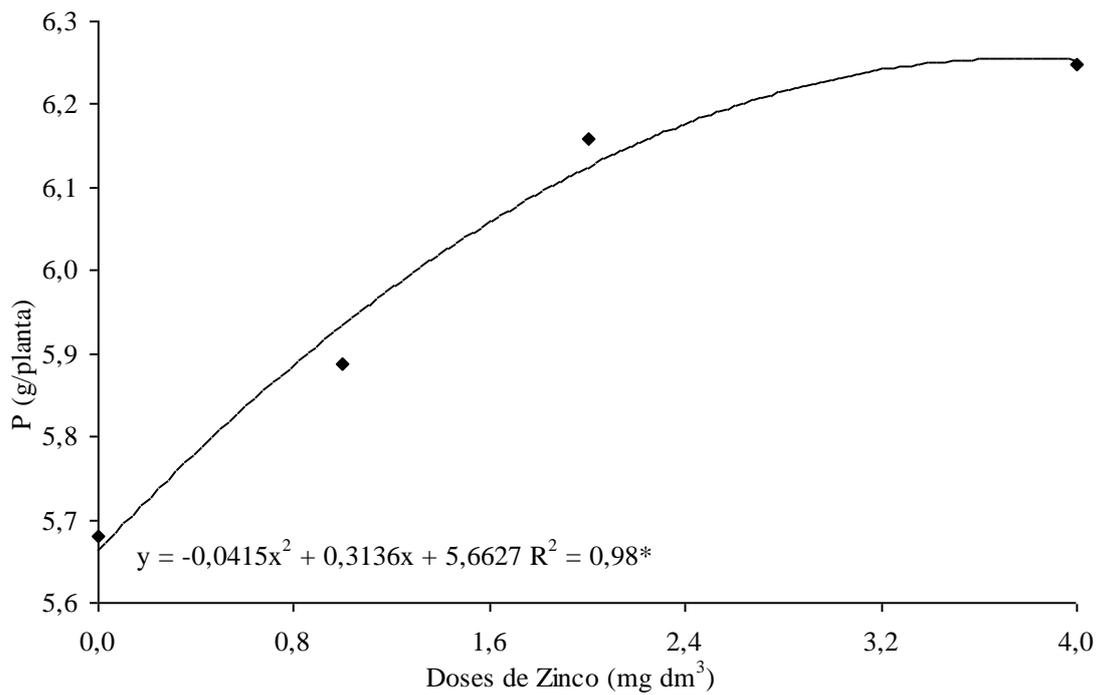


Figura 5. Teor de P na parte aérea do feijoeiro em razão das doses zinco aplicadas no solo. * significativos a <0,05.

O teor de Fe na parte aérea do feijoeiro (Figura 6) não foi afetado pela interação entre fontes e doses de zinco, apresentando resposta linear e positiva para o aumento das doses de zinco no solo.

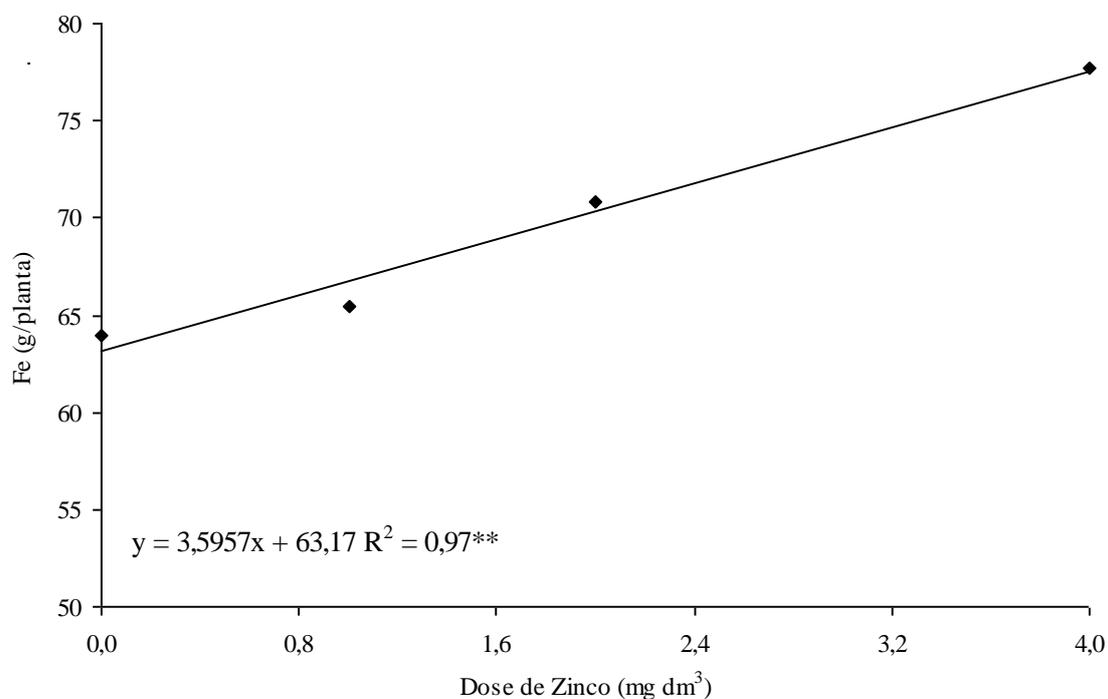


Figura 6. Teor de Fe na parte aérea do feijoeiro em razão das doses zinco aplicadas no solo. ** significativos a <0,01.

Com relação o teor de Zn na parte aérea do feijoeiro (Figura 7), as aplicações de doses de zinco dentro das fontes proporcionaram resposta positiva e linear. Na ausência de aplicação do Zn, as fontes manipueira³ e EDTA apresentaram teores maiores de Zn na parte aérea do feijoeiro em comparação com a fonte H₂O. Com o aumento das doses de zinco, nota-se que as fontes EDTA, manipueira¹, manipueira² e manipueira³ apresentaram superioridade na absorção do Zn em comparação à fonte H₂O. Estes aumentos nos teores de zinco na parte aérea do feijoeiro nas fontes manipueira¹, manipueira² e manipueira³ estão diretamente relacionados aos ácidos orgânicos contidos na mesma (Tabela 3). Santos (2000 e 2003), trabalhando com ácidos orgânicos dos resíduos industriais do branqueamento de argila do processo de produção do caulim, verificou que os ácidos orgânicos têm a mesma eficiência na quelatização de nutrientes em comparação com o EDTA.

Desta forma, analisando as figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 pode se inferir que os ácidos orgânicos da manipueira apresentam capacidade de quelatizar nutrientes. No entanto, novos estudos devem ser realizados com aplicação em campo e em outras culturas, bem como, verificar o período de eficiência destes ácidos aplicados no solo.

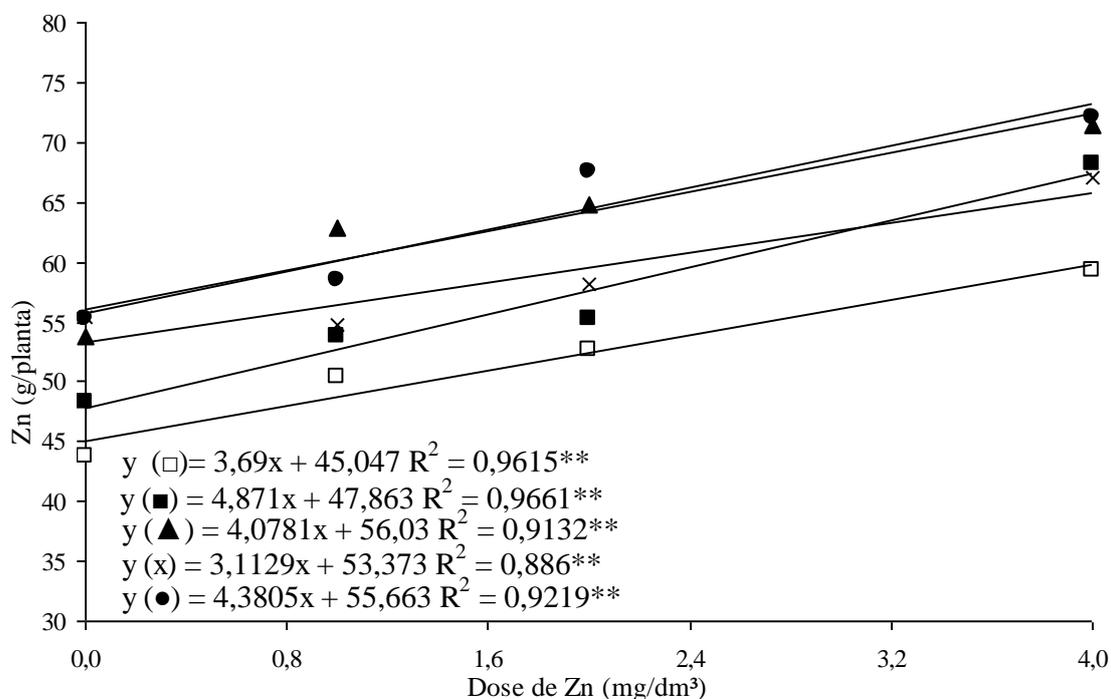


Figura 7. Teor de Zn na parte aérea do feijoeiro em razão das fontes de H₂O (□), Manipueira¹ (■), Manipueira² (▲), Manipueira³ (x) e EDTA (●) e de zinco aplicadas no solo. **, * significativos a <0,05 e <0,01%, respectivamente.

5.3. Quantidade acumulada de N, P, Fe, Cu, Mn e Zn

As quantidades acumulada de N, P, Fe, Cu, Mn e Zn na parte aérea do feijoeiro são apresentadas na Tabela 8. Nota-se que não houve significância para todos os nutrientes, para as doses de zinco e, para a interação dos tratamentos, somente houve significância para a quantidade acumulada de Zn.

A fonte EDTA apresentou a maior quantidade acumulada de N na parte aérea do feijoeiro, enquanto as menores quantidades acumulada de N, P e Cu foram observadas na manipueira² (Tabela 8). Para a quantidade acumulada de Fe e Mn, os maiores valores foram obtidos com a fonte EDTA, diferindo da manipueira¹. Quanto à quantidade acumulada de Zn, notam-se os maiores valores nas fontes EDTA e manipueira¹ e, o

menor, valor na fonte H₂O. Esses comportamentos estão diretamente relacionados com a produção da massa seca e com os teores de nutrientes da parte aérea do feijoeiro nas fontes H₂O, manipueira¹, manipueira², manipueira³ e EDTA.

De maneira geral, as quantidades acumuladas de nutrientes na parte aérea do feijoeiro sempre estiveram menores na fonte H₂O, exceto para o P (Tabela 8). Ficando bem mais evidente na quantidade acumulada de Zn na parte aérea do feijoeiro. Com isto, pode se concluir que o EDTA, Manipueira¹, Manipueira², Manipueira³, apresentaram eficiência no acúmulo de 28, 21, 15 e 10%, respectivamente, superior à fonte H₂O.

TABELA 8. Quantidade acumulada de N, P, Fe, Cu, Mn e Zn na parte aérea do feijoeiro, no período de florescimento, em função de doses de zinco. São Cristóvão (SE) - 2010.

Fonte	N	P	Fe	Cu	Mn	Zn
-----g kg ⁻¹ -----						
H ₂ O	188,25bc	83,89 ab	850,38 b	41,00 d	220,68 b	682,04 d
Manipueira 1	197,51 b	85,77ab	1001,1ab	80,83 a	247,33ab	870,61ab
Manipueira 2	160,66 c	69,27c	868,04 b	58,21 c	214,09 b	796,38bc
Manipueira 3	191,77bc	81,25 bc	938,97 b	63,79 bc	221,86 b	759,54cd
EDTA	243,27 a	95,59 a	1159,81a	75,48 ab	279,03 a	959,50 a
ANOVA						
-----Valor de F-----						
Fonte (F)	12,60**	9,41**	5,88**	13,98**	7,95**	15,40**
Dose de zinco (DZ)	2,48 ^{ns}	1,01 ^{ns}	2,13 ^{ns}	2,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	10,81**
F x DZ	1,67 ^{ns}	2,58 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,83 ^{ns}	3,40**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%.

**, * e ns, significativo a 1% e 5%, e não significativo, respectivamente.

Com relação às quantidades acumuladas de Zn na parte aérea do feijoeiro (Figura 8), as fontes apresentaram resposta positiva e linear para as doses de zinco, exceto para manipueira³ que foi quadrática. Na ausência da adição de zinco, os menores valores de acúmulo desse nutriente foram verificados na fonte H₂O e, os maiores valores, na fonte EDTA. Com o aumento das doses de zinco, os menores valores de acúmulo de Zn foram verificados na fonte H₂O e, os maiores valores, na fonte manipueira¹. O comportamento verificado dos acúmulos de Zn na massa seca do feijoeiro, discutido acima, está diretamente relacionado ao acúmulo de massa seca da parte aérea e dos teores de nutrientes (Figuras 3 e 7).

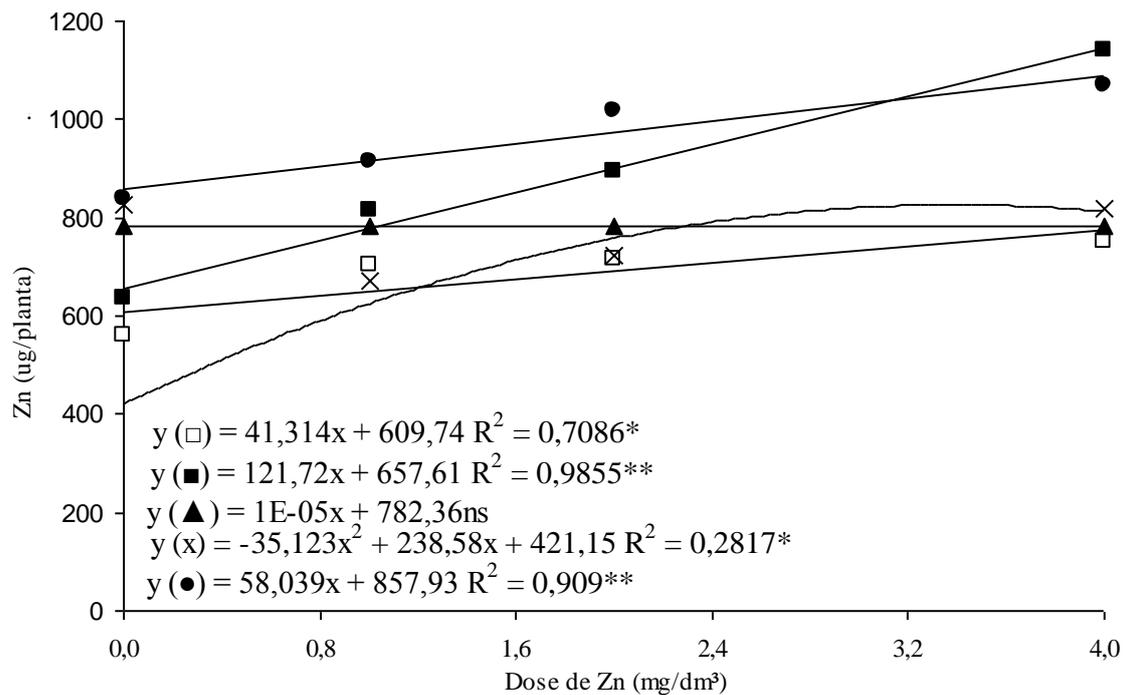


Figura 8. Zinco acumulado na parte aérea do feijoeiro em razão das fontes de H₂O (□), Manipueira¹ (■), Manipueira² (▲), Manipueira³ (x) e EDTA (●) e de zinco aplicadas no solo. **, * significativos a <0,05 e <0,01%, respectivamente.

6. CONCLUSÕES

- A manipueira apresenta-se como fonte de matéria orgânica para a cultura do feijoeiro;
- A manipueira apresentou-se eficiente na quelatização dos nutrientes estudados;
- As aplicações de manipueira no solo resultaram em teores crescentes de zinco e seu acúmulo na parte aérea do feijoeiro;

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ABREU, C.A. Disponibilidade e avaliação dos elementos catiônicos: zinco e cobre,. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P da; RAIJ, B. v.; ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal, CNPq; FAPESP; Potafos, 2001, p.124-150.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Editorial Nordan-Comunidad, 1999. Montivideo. 338 p.

ALTIERI, M., MASERA, O. Desenvolvimento rural sustentável na América Latina: construindo de baixo para cima. m: ALMEIDA, J., NAVARRO, Z. (Coord.). **Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre : UFRGS, 1997. p.72-105.

ANDRADE, G. G. **Uso do Resíduo Tóxico Originado do Processamento da Mandioca na Suplementação Alimentar de Bovinos**. Santo Antônio, RN, 2003, SEAPAC, 18p.

AMINOAGRO; <http://www.aminoagro.agr.br/dicas.php>. Acessado em: 02/02/2010.

AQUARONE, E, B, W.; LIMA, U.A., 1990. **Biotechnologia**: tópicos de microbiologia industrial. v. 2. São Paulo: E. Blücher.

ARAÚJO, A. P. Eficiência vegetal de absorção e utilização de fósforo, com especial referência ao feijoeiro. In: NOVAIS, R. F., ALVAREZ, V. V. H., SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, v.1, 2000. p.163-212.

BARANA, A.C. Estudo de carga de manipueira na fase metanogênica de reator anaeróbio de fluxo ascendente e leito fixo. Botucatu, 1996. 82p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

BOTELHO, M.S.; POLTRONIERE,C.M.; RODRIGUES, E. L. F. J. **Manipueira: um adubo orgânico para a agricultura familiar**. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, Botucatu-SP, 2009. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Mandioca.

BRANCO, S.M. A dinâmica de populações microbiológicas na estabilização aeróbica de resíduos orgânicos de fecularia de mandioca. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.1, n.2, p.140-162, 1967.

BRUM, A.J. **Modernização da agricultura: trigo e soja**. Petrópolis :Vozes, 1988. 200p.

CEREDA, M.P.; FIORETTO, R.A. Potencial de utilização da água residual de fecularias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2., 1981, Vitória. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPF, 1981. v.2, p.174-181.

CEREDA, M. P. Valorização de resíduos como forma de reduzir custos de produção. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 1996. Águas de São Pedro. **Anais ...**, Botucatu: CERAT, 1996. v.1.

CEREDA, M. P. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. Série culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 340p.

CONWAY, G.R. **The Properties of Agroecosystems**. *Agricultural Systems*. 24:95-117.1987.

COSTA, S. S.R. Aplicação de quelatos de zinco em um solo deficiente cultivado com milho em casa de vegetação. **Dissertação** de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Câmpus de Jaboticabal. 44p, 2008.

CRUSCIOL, C. A. C. **Crescimento radicular, nutrição e produção de cultivares de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e de fósforo**. Botucatu, 2001, 111p, Dissertação (Livre-Docência em Agricultura), Faculdade de Ciência Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, 'Júlio de Mesquita Filho

EMBRAPA, Sistema de produção. Disponível em: www.cnpaf.embrapa.br/feijão
Acessado em, jan.2010.

EMDAGRO; <http://www.emdagro.se.gov.br>, Acessado em: 15/02/2010.

EPSTEIN, E.;BLOOM, A.J. Mineral nutrition of plants: principles e perspectives. 2.ed. Sunderland, Sinauer Associates, 2005. 380 p.

FAGERIA, N.K. Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz. Rio de Janeiro: Campus - Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 341p.

FAGERIA, N.K. et al. Micronutrients in crop production. *Adv. Agron.*, San Diego, v. 77, p. 185-268, 2002.

FIORETTO, R. A. Uso da manipueira em fertirrigação. In: **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. Ed. Paulinia, São Paulo, 1994. p. 51 – 79.

FIORETTO, R.A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M.P (coord): **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. Vol IV. São Paulo: Fundação CARGILL, 2001. p.67 – 79.

IBGE, Sítio Cidades-Sergipe-Poço Verde. IBGE:SERGIPE .Disponível em www.ibge.gov.br/cidades. Acessado em dez.2009.

KIRKBY, E.A; ROMHELD,V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções absorção e mobilidade. **Encarte técnico: Informações Agronômicas**. International Nutrition Institute, n. 118, 2007. p.24.

- LAUFENBERG, G., 2003. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, 87, pp.167-198
- LOPES, A. 5. Micronutrientes: filosofias de aplicação, fontes, eficiência agrônômica e preparo de fertilizantes. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. Anais... Piracicaba, POTAFOS/CNPQ, 1991. p. 357-390.
- MACHADO, A. M. C; PEDROTTI, A. Perspectiva Energética para Pequenas Unidades Fabris: Casas de Farinha do Município de Campo do Brito – Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**. vol. 4, n. 2, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed., ver. e atual. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARTEN, G. C. **Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem Assessment**. *Agricultural Systems*. 26:291-316.1988.
- MELLO, E. F. R. Q.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PREVEDELLO, B. M. S.; KOEHLER, H. S. Avaliação dos teores de zinco no solo e em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, p.373-380, 1992.
- MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Solos, 1999. p.171-223.
- MORTVEDT, J. J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes. Presença de elementos tóxicos. In: Simpósio sobre micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura, 1999, Jaboticabal. 1999.
- MORTVEDT, J.J. Micronutrients fertilizer technology. In: MORTVEDT, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M. & WELCH, R.M., eds. *Micronutrients in agriculture*. 2 ed. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p.523-548.
- MOTTA, L.C. **Utilização de resíduos de industrialização de farinha de mandioca em digestão anaeróbia**. Tese de Mestrado da Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu: UNESP, 1986.
- OBRADOR, A.; NOVILLO, J.; ALVARES, J.M. Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. **Soil Science Society of America Journal**, 30 Madison, v.67, p. 564-572, 2003.
- OLIVEIRA, I.P. DE; FAGERIA, N.K. Calagem e Adubação. In: Moreira, J.A.A.; Stone, L.f.; Biava, M. **Feijão: o produtor pergunta a Embrapa responde**. P. 39-53, 2003.

PANTAROTO, S.; CEREDA, M.P. Linamarina e sua decomposição no ambiente. In: CEREDA, M.P (coord): **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. Vol IV. São Paulo: Fundação CARGILL, 2001. p.38 - 47.

PONCHIO, C.O.; BALLIO, L.A.C. Fontes de enxofre e micronutrientes para a agricultura Brasileira. In: ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 17., 1988, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 265-276.

PONTE, J.J. 1999. **Cartilha da manipueira – uso do composto como insumo agrícola**. 1ª ed. Fortaleza, Ce.

PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 2ª ed. Fortaleza: Secretaria de Ciências e Tecnologia do Estado do Ceará (SECITECE), 2002. 52 p.

QUAGGIO, J. A.; PIZA JUNIOR, C. T. Micronutrientes para frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. (Ed.). **Micronutrientes tóxicos e metais pesados na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. p. 459-491.

RODRIGUES, A. de A.; CAMPOS, O.F. de. Resíduos industriais da raiz da mandioca na alimentação de bovinos. In: CEREDA, M.P (coord): **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. Vol IV. São Paulo: Fundação CARGILL, 2001. p. 240 – 258.

ROSOLEM, C. A., WITACHER, J. P. T., VANZOLINE, S., RAMOS, V. J. The significance of root growth on cotton nutrition in na acidic low-P soil. **Plant and Soil**. v.212, p.185-190, 1999.

SAMPAIO, B.M.L. **Viabilidade do processo de tratamento anaeróbico de resíduos da industrialização da mandioca em sistemas de duas fases**. 1996, 176f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SANTOS, R. C.; PACCOLA, A. A eficiência de adubação com micronutrientes quelatizados por resíduo biológico na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS - FERTBIO, 25., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2000b. p.2 (Trabalho destaque - 892).

SANTOS, R. C. Comportamento do fertilizante biológico residual quelatizado em comparação ao EDTA, no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Botucatu, 2000. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista “UNESP”.

SARAIVA, Z. F.; SAMPAIO, C. S.; SILVESTRE, G. M.; QUEIROZ, M. F. M.; NOBREGA, H. P. L.; GOMES, M. B. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.11, n.1, p.30–36, 2007.

PONTE, J. J. Utilização de manipueira como defensivo agrícola. *Fitopatol. Venez.*, v.5, n.1, p.2-5, 1992.

SILVEIRA, P. M.; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.20, p.198-204, 1996.

TAKAHASHI, M.; CEREDA, M.P. Métodos de avaliação do rendimento de manipueira na produção de metano. In: **Congresso Brasileiro de Mandioca 4.**, Balneário Camboriú, 1986.

TIMOFIECSYK, F. R.; PAWLOWSKY, U., 2000. Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos: Revisão. *B. CEPPA*, 18 (2), pp. 221-236.

TIFFNEY, B. H., NIKLAS, K. J. Clonal growth in land plants: a palaeobotanical perspective. In: JACKSON, J. B. C., BUSS, L. W., COOK, R. E. (Ed.). **Population biology and evolution of clonal organisms**. New Haven: Yale University Press, 1985. p.35-66.

UNESP. Avaliação de corretivos e fertilizantes. www.agr.feis.unesp.br/salatier/afc/Ad_Foliar09.ppt. Acessado em: 25/02/2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Adubação Foliar. Disponível em: www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/workADUBACAO%20FOLIAR%2009.pdf. Acessado em: 05/12/2009.

VIEITES, R. L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, EMBRAPA, v.33, n.8, 1998.

VIEITES, R.L.; BRINHOLI, O. Utilização da manipueira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.13, n.1, p.61-66, 1994.

VITTI, C. G.; SERRANO, de E. G. C. O Zinco na agricultura. **Revista DBO Agrotecnologia**, 2008.

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. Anais... Piracicaba. POTAFOS/CNPQ, 1991. p. 39 1-412.

ANEXO



FIGURA 9. Vista parcial do experimento em casa de vegetação



FIGURA 10. Germinação uniforme de sementes da Cv. Pérola



FIGURA 11. Mudanças de feijão aos 15 dias após germinação



FIGURA 12. Estádio fenológico de floração R_6 aos 40 dias



FIGURA 13. Preparo das doses dos tratamentos



FIGURA 14. Manipueira diluída para aplicação dos tratamentos



FIGURA 15. Armazenamento da manipueira



FIGURA 16. Comprimento da gavinha do feijoeiro



FIGURA 17. Aplicação dos tratamentos



FIGURA 18. Lavagem do sistema radicular do feijoeiro em peneira de malha de 50mm.



FIGURA 19. Sistema radicular do feijoeiro após colheita do experimento.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)