



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA

**O EFÉITO DE DIFERENTES ADUBAÇÕES ORGÂNICAS EM
CULTIVARES DE BANANEIRA, VISANDO O CONTROLE DOS
NEMATÓIDES *Meloidogyne javanica* E *Meloidogyne incognita* EM
MICROPARCELAS E CASA DE VEGETAÇÃO**

LENISA CEZAR VILAS BOAS

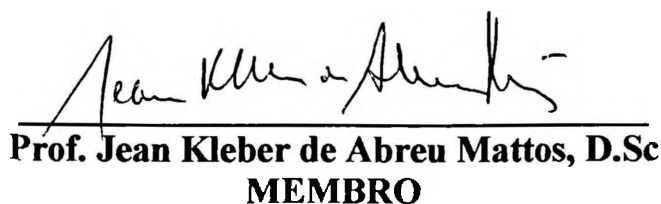
**Dissertação apresentada ao Departamento de
Fitopatologia do Instituto de Ciências
Biológicas da Universidade de Brasília, como
requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre
em Fitopatologia.**

**Brasília – DF
2004**

Trabalho apresentado junto ao Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob a orientação do Professor Juvenil Enrique Cares, com apoio institucional do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Aprovada em 20 de fevereiro de 2004 por:


Prof. Juvenil Enrique Cares, Ph.D
ORIENTADOR


Prof. Jean Kleber de Abreu Mattos, D.Sc
MEMBRO


Prof. Shiou Pin Huang, Ph.D
MEMBRO

DEDICATÓRIA

Às pessoas que mais amo nesta vida: meu filho Bruno, meus pais e meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me permitiu a vida.

Às pessoas que mais me apoiaram no decorrer desta jornada, me incentivando e me acolhendo nas horas de maior dificuldade: minha família.

Ao meu orientador Prof. Juvenil Enrique Cares, pela orientação, paciência e compreensão.

A Dra. Renata Cesar Vilardi Tenente pelos ensinamentos, amizade, dedicação, colaboração e apoio nos trabalhos realizados.

À CAMPO Biotecnologia LTDA em nome do Dr. Sebastião Pedro da Silva Neto, pelo fornecimento das mudas de bananeira, pelas análises de solo e dos adubos, pelos conhecimentos técnicos partilhados, pelas sugestões e pelo subsídio às idas a congressos objetivando apresentação de trabalhos e ampliar ainda mais os meus conhecimentos.

Aos professores do Departamento de Fitopatologia pelos conhecimentos transmitidos, contribuindo para o meu enriquecimento científico e pessoal.

A todo pessoal de apoio do Laboratório de Fitopatologia da UnB, em especial ao César, pela paciência e ajuda prestada durante os períodos de maior dificuldade no início dos trabalhos.

Ao pessoal da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, Carlos, Sr. Fábio, Chico e Arlindo pela colaboração e trabalho dedicado.

À MOA International em nome de Celso Katsuhiko Tomita pelo fornecimento do composto bioativo Bokashi-MOA e do composto orgânico-MOA.

Ao colega Dílson da Cunha Costa e Antônio Carlos Gomes da Embrapa Cerrados pelas análises estatísticas.

Aos meus amigos de curso, Luciana, Andréa, Lidiane, Elizângela, Artur e Milton pela amizade, pelo apoio e pelos momentos de descontração.

A toda equipe do Laboratório de Nematologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, que disponibilizaram seu tempo para me ajudar na execução dos trabalhos, Marli Prates, Marcos Borzuk, Ciro Souza, Ana Carolina Brasil, Ivoneide Sousa, Adrian Sue, Alexandre Peron e Valdeci Gomes.

A Wesley Rodrigues pelas fotos e colaboração.

A todos os meus amigos pela compreensão, pelo apoio e amizade ao longo de todos estes anos.

Ao meu filho Bruno por entender que por muitas vezes a minha ausência foi necessária.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que de certa forma contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	
Figura 1. Vista geral do experimento em microparcelas no campo	27
Figura 2. Vista geral do experimento em casa de vegetação	30
Figura 3. Efeito dos tratamentos na altura da parte aérea das plantas no campo	35
Figura 4. Efeito dos tratamentos no peso da parte aérea das plantas no campo	36
Figura 5. Efeito dos tratamentos no peso do sistema radicular das plantas no campo.	37
Figura 6. Efeito dos tratamentos no número de nematóides recuperados nas plantas no campo	38
Figura 7. Efeito dos tratamentos no índice de reprodução do nematóide nas plantas no campo	38
Figura 8. Efeito dos tratamentos na altura da parte aérea das plantas em casa de vegetação	42
Figura 9. Efeito dos tratamentos no peso da parte aérea das plantas em casa de vegetação	42
Figura 10. Efeito dos tratamentos no peso do sistema radicular das plantas em casa de vegetação	43
Figura 11. Efeito dos tratamentos no número de nematóides recuperados nas plantas em casa de vegetação	43
Figura 12. Efeito dos tratamentos no índice de reprodução do nematóide nas plantas em casa de vegetação	44
RESUMO	1
ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO	5
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
MATERIAL E MÉTODOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÕES	47
LITERATURA CITADA	48
ANEXOS	
Tabela 1. Análise química do solo	58
Tabela 2. Análise química do esterco bovino	59
Tabela 3. Análise química do esterco de galinha	60
Tabela 4. Análise química do substrato de fibra de coco	61

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes adubações orgânicas em duas cultivares de bananeira, Grande Naine e Prata Anã, visando o controle dos nematóides de galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* em microparcelas no campo e em condições controladas de casa de vegetação, respectivamente. O trabalho foi conduzido nas dependências da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, DF.

O primeiro experimento foi conduzido em microparcelas e utilizou-se como adubação orgânica, os esterco bovino e de galinha, Bokashi-MOA, farelo de mamona, composto orgânico-MOA e substrato de fibra de coco GOLDEN MIX®. O efeito da matéria orgânica foi avaliado sobre os parâmetros altura e peso da parte aérea das plantas, peso do sistema radicular, número de ovos/juvenis de *M. javanica* recuperados no solo e nas raízes e o índice de reprodução do nematóide. Dentre os tratamentos utilizados, o esterco de galinha, o composto orgânico-MOA e o farelo de mamona foram os que obtiveram os melhores resultados com relação ao peso de parte aérea e ao peso do sistema radicular de ambas cultivares. Com relação ao número de nematóides recuperados e o índice de reprodução do nematóide, não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha, mas o tratamento com a fibra de coco foi o que apresentou os maiores números.

O segundo experimento, conduzido em casa de vegetação, usou como adubação orgânica para as duas cultivares os esterco bovino e de galinha, o Bokashi-MOA e o composto orgânico-MOA. Foram consideradas duas testemunhas: a inoculada e a sem nematóide. Os parâmetros avaliados foram os mesmos do primeiro experimento, para a espécie *M. incognita*. Entre os tratamentos utilizados, o composto orgânico-MOA e o esterco bovino foram os melhores, com relação à altura e peso da parte aérea das plantas. O tratamento que obteve o maior peso do sistema radicular das plantas foi o Bokashi, porém, não diferiu estatisticamente dos tratamentos e nem das testemunhas. Com relação ao

número de ovos e juvenis recuperado de *M. incognita* e o índice de reprodução do nematóide, o tratamento com esterco de galinha foi o que obteve a maior quantidade de nematóides, e o maior índice de reprodução, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos, inclusive da testemunha. Nos dois experimentos, ficou evidenciado que há necessidade da adubação orgânica em clones de bananeira visando um melhor desenvolvimento das plantas. Por apresentar baixos índices de reprodução dos nematóides nos dois experimentos, pode-se inferir que a população de nematóides utilizada pode não ter elevada virulência às cultivares de bananeira visto que até as testemunhas apresentaram baixa multiplicação dos nematóides.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of different organic manure on two banana cultivars, Grande Naine and Prata Anã, aiming to control the root knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and *M. Incognita* respectively, under field microplots and greenhouse conditions. The assays were carried out at University of Brasilia Biological Experimental Station.

The first assay was conducted in field microplots, previously fertilized with cow or chicken manure, or Bokashi-MOA compost, or castor bean trifle, or MOA organic compost, or coconut fibre substract GOLDEN MIX®. The parameters evaluated included plant hight, fresh shoot and root weight, numbers of *M. javanica* eggs + juveniles recovered from soil and roots, and nematode reproduction rate. Among the treatments, the ones with chicken manure, with MOA organic compost and with the castor bean trifle supported the best results related to root and shoot weight for both cultivars. With regards the numbers of nematodes and the reproduction rate, no significant differences were detected among treatments and control plots although the coconut fibre allowed the highest nematode multiplication.

In the second experiment, under greenhouse, both cultivars were treated with one of the following organic fertilizers, chicken or cattle manure, Bokashi-MOA or MOA organic compost. Two control treatments were considered, with or without nematode inoculation. The parameters evaluated were the same as described above for the first assay. *Meloidogyne incognita* was the species inoculated in this experiment. The treatments, with MOA organic compost and with cattle manure gave the best responses for plant hight and shoot weight. While the highest root weight was recorded for plants treated with Bokashi, but no significant differences were observed among treatments and controls. The highest numbers of nematodes recovered, as well as the reproduction rate were attributed to

the treatment with chicken manure. Significant differences among treatments and controls were observed.

For both experiments, the results showed the importance of organic amendments for growing banana plants. The poor nematode reproduction ratios showed for both assays, suggested that low virulence nematode populations of both species were used in this work, since inoculated control plants showed very low reproduction rate.

I – INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais populares do Brasil, comprovado pelo fato do Brasil ser o segundo maior produtor do mundo, com produção de 6.369.447 toneladas e área plantada de 508.524 hectares (IBGE, 2002). A bananeira diferencia-se das demais espécies de plantas frutíferas, pois apresenta um fluxo contínuo de produção a partir do primeiro ano de cultivo, atraindo produtores, que obtém o retorno do capital investido rapidamente. Está presente na dieta alimentar dos brasileiros, não só por seu alto valor nutritivo como por seu custo relativamente baixo. Apresenta ainda um papel social muito importante, fixando a mão-de-obra rural no campo. Ao longo de suas fases de crescimento e produção, a bananeira e seus frutos são afetados com grande intensidade por problemas fitossanitários, que contribuem decisivamente para o decréscimo na produtividade e na qualidade dos frutos que são produzidos no Brasil e em outros países envolvidos com essa cultura.

Os fitonematóides são os principais patógenos do sistema radicular da bananeira. Nematóides semi-endoparasitas, endoparasitas migratórios e endoparasitas sedentários são importantes parasitas desta cultura. Entre esses, os endoparasitas migratórios são os que causam maiores prejuízos. As perdas induzidas pelos nematóides de galhas na bananicultura ainda não são bem conhecidas, pouco se sabe a respeito da extensão dos danos que esses parasitas causam, de maneira que estudos mais aprofundados se fazem necessários para o melhor esclarecimento sobre as perdas na produção causadas por espécies de um dos mais importantes gêneros de nematóides, *Meloidogyne* Goeldi, 1887. Entre as espécies de *Meloidogyne* encontradas em diferentes regiões produtoras de banana, *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood 1949 são as espécies de *Meloidogyne* de mais ampla ocorrência (Gowen & Quénehervé, 1990) e, os seus danos em cultivos de bananas são diretamente proporcionais ao aumento de suas populações, fertilidade e tipo de solo. Ocorre redução do tamanho, peso e atraso na maturação dos cachos, pouco perfilhamento

e morte das plantas (Davide & Marasigan, 1992; Patel *et al.*, 1996; Costa *et al.*, 1997, 1998).

Considerando os problemas associados aos métodos de controle de fitonematóides na bananicultura, como o controle químico, podemos destacar o alto custo dos produtos, os resíduos nos frutos, intoxicação humana pela exposição aos produtos, contaminações de fontes de água e destruição da microbiota do solo (Gomes, 1996). Métodos alternativos de controle como o escalpeamento de rizomas antes do plantio, tratamento térmico, plantio em solos virgens, inundação e pousio, foram investigados por Stephens (1995) sem resultados totalmente satisfatórios.

Dentre os métodos de controle de nematóides, destacam-se a multiplicação *in vitro*, resistência genética e controle biológico. A utilização de mudas multiplicadas *in vitro* pode ser classificada como método preventivo e é eficiente em áreas virgens, garantindo a isenção da doença nos primeiros anos de cultivo. Entretanto, o trânsito de máquinas e implementos, veículos e embalagens utilizadas no transporte dos frutos, entre lavouras e o uso de mudas contaminadas, contribuem para disseminar os fitonematóides para áreas isentas de tais patógenos.

O controle biológico seria um método alternativo ao controle químico, cuja eficiência depende de fatores ainda em estudo, bem como a conscientização e aceitação por parte dos produtores. A resistência genética é um dos métodos mais eficientes, prático e econômico para a cultura da banana no controle de nematóides. A utilização de clones pré-selecionados em programas de melhoramento associados ao uso da matéria orgânica se apresentam como métodos promissores de controle dos fitonematóides.

A adição de adubos orgânicos aos solos tropicais proporciona a melhoria das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, obtendo-se boas respostas das plantas à aplicação (Alves, 1997). Primavesi (1981) relata os benefícios da matéria orgânica para o solo e para as plantas e dentre eles podemos citar: solubilização de nutrientes nos solos minerais, alta capacidade de troca de cátions (CTC), liberação

lenta de fósforo, nitrogênio, enxofre e água, melhora a nutrição das plantas em micronutrientes pela formação de quelatos, aumenta a capacidade de retenção de água, melhora a estrutura do solo, melhora a capacidade tampão do solo, reduz a toxidez de pesticidas e outras substâncias, favorece o controle biológico pela maior população microbiana, entre outras.

Os adubos orgânicos, como tortas de mamona e de cacau, esterco de animais e compostos diversos, em geral, são pobres em macronutrientes, apresentando o nitrogênio em maior quantidade quando comparado aos outros nutrientes. Porém, os adubos orgânicos contribuem com micronutrientes, como boro, zinco, cobre, manganês e ferro, fornecendo uma fertilização mais equilibrada para a bananeira (Kiehl, 1985).

Portanto, estudos mais aprofundados relacionados ao controle dos fitonematóides, incluindo os formadores de galhas nas raízes em bananeira se fazem necessários, utilizando a matéria orgânica, sendo este o objetivo principal deste trabalho.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

a) Nematóides na bananicultura

Na cultura da banana (*Musa* spp.) são relatadas 146 espécies de nematóides parasitas de plantas ou associados à cultura, distribuídos em 43 gêneros (Gowen & Quénéhervé, 1990). Dentre estes, os fitonematóides mais prejudiciais são os envolvidos na destruição das raízes alimentadoras e das que compõem o sistema de apoio da planta, resultando na diminuição da eficiência de absorção de água e nutrientes pelas raízes e no acamamento de plantas à medida que os cachos se aproximam da colheita (Araya, 1995).

Danos nas raízes e nos rizomas, causados pela invasão de nematóides, seguidos por certos fungos e bactérias, são os mais sérios problemas nas cultivares AAA, do subgrupo Cavendish, depois da doença da sigatoka negra. As bananas do grupo com o genoma AAB são também seriamente afetadas por nematóides (Stover & Simmonds, 1987). A nível econômico, os efeitos têm sido altamente depressivos na produtividade e na vida útil dos bananais.

Os nematóides mais devastadores e amplamente distribuídos, incluindo o Brasil, são os endoparasitas migratórios *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne 1949, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev & Stekhoven, 1941 e *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb, 1893) Golden 1956. Espécies do gênero *Meloidogyne* e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940 também se destacam pela magnitude de seus efeitos na produção de banana e estão amplamente disseminados no Brasil.

Os nematóides causadores de galhas do gênero *Meloidogyne* são os nematóides fitoparasitas mais freqüentes nas zonas tropicais, subtropicais e temperadas (Eisenback & Triantaphyllou, 1985). As espécies de *Meloidogyne* se manifestam por uma alteração profunda no metabolismo das plantas infectadas, deformação do sistema radicular, formação de galhas, nanismo e clorose na parte aérea, podendo levar as plantas à morte (Lordello, 1988; Costa *et al.*, 1997). Estes

danos são diretamente proporcionais ao aumento de suas populações. O incremento ou o decréscimo de determinada população irá, entretanto, depender da cultivar de bananeira, do tipo de solo, idade da cultura e condições climáticas que atuem direta ou indiretamente sobre o nematóide ou sobre o hospedeiro (Quénéhervé, 1988, 1989 a, b).

O nematóide de galhas tem parte de sua vida no interior das raízes, onde se encontram principalmente as fêmeas adultas sedentárias, que são de cor branca, brilhantes, globosas, providas de um pescoço mais ou menos longo, com o tamanho do corpo variando de 0,5 a 2mm. Os ovos são depositados envoltos em uma massa gelatinosa, em média de 400 ovos por fêmea. Dos ovos eclodem os juvenis infectivos, os quais podem parasitar os tecidos da mesma planta ou migrar para o exterior, podendo perecer quando as condições ambientais são adversas (Lordello, 1988).

Quando os juvenis penetram os tecidos, estes introduzem em células do parênquima vascular, um produto das glândulas esofagianas, que hipertrofia as células, convertendo-as em massas protoplasmáticas multinucleadas, conhecidas como células gigantes, que servem de alimentação aos nematóides durante todo o ciclo de vida. Portanto, o tempo que decorre desde a penetração do juvenil até a fase adulta está em torno de 17 dias. Entretanto, a planta hospedeira influi profundamente sobre o ciclo de vida dos nematóides de galhas, existindo espécies de plantas muito favoráveis e outras desfavoráveis, podendo interferir no período do ciclo vital do parasita (Lordello, 1988).

As plantas com "meloidoginose" apresentam, na parte aérea, sintomas similares àqueles causados por outros patógenos de raízes ou fatores abióticos que resultam em baixa disponibilidade de água para a planta (Lordello, 1988). Frequentemente, as plantas exibem sintomas de deficiência de nutrientes e atrofia e, tendem a murchar nas horas mais quentes do dia. As folhas são menores, de coloração verde-clara a amarelada, devido à baixa taxa de fotossíntese. Os sintomas mais característicos da doença, entretanto, aparecem no sistema radicular

que são as galhas. O ataque de nematóide resulta em desvitalização da ponta da raiz, que para de crescer. Isto ocasiona danos no sistema vascular, devido à menor capacidade exploratória do mesmo (Taylor & Sasser, 1978), o que resulta em distúrbios na parte aérea (Agrios, 1988; Dropkin, 1989). O tamanho da galha depende não só da espécie de *Meloidogyne*, mas também da planta hospedeira e das condições ambientais durante o desenvolvimento dessa cultura.

Segundo Dropkin (1989), uma das conseqüências mais importantes da infecção por *Meloidogyne* spp. é o aumento da susceptibilidade a outros organismos patogênicos, como fungos e bactérias.

Meloidogyne incognita e *M. javanica* são as espécies de nematóides que ocorrem com freqüência em todos os estados brasileiros onde se cultivam bananeiras. Infestações mais expressivas ocorrem na Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Rio de Janeiro e São Paulo, devendo-se tal dispersão à comercialização indiscriminada de mudas infestadas entre os bananicultores ou pela introdução do parasita nas áreas, através de outras plantas hospedeiras (Zem, 1982).

Devido à ampla distribuição nos cultivos de banana, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 têm sido a causa de grandes destruições das raízes nas regiões mais áridas do Brasil, podendo seus danos ser comparáveis aos de *R. similis*, em determinadas áreas (Costa-Manso *et al.*, 1994; Moreira, 1995).

A distribuição mundial dos nematóides de galhas na cultura da banana abrange todos os países onde há plantação dessa frutífera. Stover & Simmonds (1987) relatam que com exceção de algumas partes de Honduras (Vale Sula), Guatemala (Vale Montagua) e Colômbia (Urabá), a maioria das áreas na América Central e do Sul e Caribe requerem a aplicação de nematicidas para expressarem produtividade máxima, o mesmo ocorrendo na África e nas Filipinas.

Observações similares foram feitas por Gowen & Quénehervé (1990), em que a aplicação de nematicidas nas cultivares do subgrupo Cavendish,

proporcionou uma melhoria na produção de banana, que variou de 7 a 70% em Taiwan.

A região produtora do Norte de Minas Gerais, na década de 1990, surgiu como grande pólo de desenvolvimento de bananicultura irrigada. A produção de banana do subgrupo Cavendish foi inviabilizada nesta região em poucos anos, devido aos parasitas e patógenos desta cultura. As lavouras foram inicialmente estabelecidas com material propagativo contaminado de procedência do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. Os solos arenosos, associados às altas temperaturas predominantes na região, provavelmente favoreceram a rápida multiplicação dos nematóides. Na região de Petrolândia, em Pernambuco, níveis elevados de infestação de *M. incognita* em bananais plantados com cv. Nanica, levou à redução de perfilhamentos, tamanho, peso e atraso na maturação dos cachos (Costa *et al.*, 1997).

As informações disponíveis com relação às perdas induzidas pelos nematóides de galhas são escassas, pois na maioria das vezes essas perdas devem-se à associação deste nematóide com outros parasitas do sistema radicular (Tenente, 2003).

Davide & Marasigan (1985) em experimento de campo para medir as perdas causadas por *Meloidogyne* spp. em bananeira, verificaram que um nível de inóculo de 1000 juvenis de segundo estágio por planta resultou em uma perda na produção de 26,4% em bananais do subgrupo Cavendish, enquanto que para os níveis de 10.000 e 20.000 juvenis resultou em perda de 45,4% e 57,1% na produção final, respectivamente, quando comparadas a plantas não inoculadas.

Um dos métodos mais promissores para o controle de nematóides é o uso da resistência genética incorporada a uma cultivar comercial de banana portadora de outros atributos desejáveis tais como: grande número de pencas, dedos compridos, cachos bem formados, resistência a pragas e partenocarpia (Costa, 2000). Estudos citológicos feitos por Shepherd & Alves (1984) revelam que a banana é uma planta cuja natureza poliplóide do genoma favorece a ocorrência de

mutações, o que em parte explica o grande número de clones observados dentro de uma mesma cultivar. As variações de natureza genética que influenciam os caracteres fenotípicos de alguns clones devem estar relacionadas com sua respectiva resistência genética a nematóides.

b) Adubação de bananeiras e o uso da matéria orgânica

Na bananicultura, o programa de adubação deve ser conduzido sempre de forma preventiva, tendo que ser feita de modo que a planta já no início do desenvolvimento de suas raízes tenha os adubos à sua disposição. A bananeira deve ser tratada como uma planta de vida relativamente curta que necessita assimilar e armazenar os nutrientes, desde o início de seu crescimento. Para produzir cachos comerciáveis é preciso cuidar que os adubos devem ser aplicados de modo a atender suas necessidades fisiológicas. A mais importante delas diz respeito ao nitrogênio que é o principal responsável pelo seu crescimento interno (Moreira, 1987). Segundo o mesmo autor, a melhor forma de fornecer nitrogênio às bananeiras seria através da matéria orgânica. É durante a fase inicial que a bananeira mais necessita da matéria orgânica, para estimular o desenvolvimento das suas raízes.

Em solos argilosos a matéria orgânica é importante, pois ela estimula a desagregação, tornando-os mais arejados, facilitando com isto o desenvolvimento das raízes (Moreira, 1987). Além da matéria orgânica adicionada ao solo possibilitar uma melhora na textura, capacidade de retenção de água, entre outras características físicas, libera ainda compostos químicos com efeitos tóxicos aos nematóides. Dentre as substâncias liberadas no processo de decomposição, estão os ácidos orgânicos, tais como os ácidos acético, butírico e propiônico (Ferraz *et al.*, 2001). Segundo Sayre (1971), a presença desses ácidos no solo é prejudicial aos nematóides parasitas de plantas, mas não àqueles de vida livre.

O manejo de um sistema agrícola afeta diretamente os componentes da biologia do solo e, segundo Siqueira & Franco (1988), Siqueira (1993) e Rovira (1994), atuam diretamente na estrutura do equilíbrio edáfico, modificando a comunidade de micorrizas, rizobactérias, bactérias promotoras de crescimento de plantas e os grupos de bactérias fixadoras de nitrogênio (Smith & Goodman, 1999). O manejo do sistema pode ainda afetar a população e tipos de minhocas e a ocorrência dos patógenos de solo, muitas vezes decorrentes do uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas, causando a compactação do solo, alterando a estrutura física, química e biológica do solo. Desse modo, é evidente que qualquer intervenção no solo, leva a uma alteração em todos os níveis tróficos da edafobiota e nos mecanismos físicos e químicos. Em um sistema de manejo convencional, o teor de matéria orgânica do solo pode ser reduzido em grande proporção (Silva & Resck, 1997).

A matéria orgânica (MO) é um elemento de fundamental importância para a ecologia do solo (Hoper & Alabouvette, 1996; Hoitink & Bohem, 1999), sendo responsável pela reciclagem de nutrientes e pela qualidade física e química do solo. Nestes aspectos, principalmente em solos do cerrado, a maior porção da capacidade de troca catiônica é proveniente da contribuição da MO, por ionização de grupos carboxílicos, enólicos e fenólicos, devido ao aumento do pH do meio, assim contribuindo ao tamponamento do solo contra alterações bruscas de pH, na construção, na manutenção da estrutura e na adsorção e armazenamento de água (Silva & Resck, 1997). Todo esse meio é regido por um mecanismo dinâmico, que sem a incorporação de resíduos orgânicos não desencadearia todos esses processos.

A preocupação com o manejo, a matéria orgânica e a fertilidade do solo, são decisivos, assim como a redução na quantidade e nos custos relativos ao emprego de pesticidas para a produção de alimentos e de outros produtos para a agroindústria tem se constituído num fato em todo o mundo (Longsdon, 1993). Os custos da poluição ambiental e seus prejuízos são adimensionais nos países de grande potencial agrícola. Porém, principalmente com o uso indiscriminado de

pesticidas e do manejo intensivo que agridem a biodiversidade, atualmente tem feito com que pesquisadores se dediquem ao estudo de medidas alternativas, como o emprego de matéria orgânica para induzir a supressividade do solo (Hoitink & Bohem, 1999; Hoitink & Fahy, 1986; Pereira *et al.*, 1996).

c) Controle de patógenos com o uso da matéria orgânica

Os resíduos orgânicos via mineralização biológica são transformados em fertilizantes e em compostos orgânicos que contribuem para a supressividade do solo, controlando doenças causadas por patógenos habitantes ou invasores do solo (Hoitink & Bohem, 1991). Embora o controle biológico seja conhecido a pouco mais de um século, a utilização de resíduos orgânicos na agricultura data de 50 a.C. e talvez constitua no mais antigo exemplo de controle biológico (Thurston, 1992). Uma das primeiras demonstrações experimentais foi realizada no Canadá em 1926, com o controle da sarna da batata com o uso de compostos orgânicos, as quais foram confirmadas por Millard e Taylor no País de Gales (Cook, 1976). Contudo, somente a partir da década de 60 que se despertou uma maior atenção para a utilização de compostos orgânicos visando a obtenção de supressividade a fitopatógenos e ou, a doenças de plantas (Hoitink & Fahy, 1986).

O emprego de compostos orgânicos ao solo tem elevado os níveis de matéria orgânica do mesmo, criando maior estabilidade da biota do solo, favorecendo o controle biológico de doenças de plantas (Hoitink & Bohem, 1991, 1999). Práticas de manejo que favoreçam a constituição de uma comunidade de organismos antagonistas nativos (Zambolim *et al.*, 1996; Hoper & Alabouvette, 1996; Hoitink & Bohem, 1999), bem como a introdução de microrganismos selecionados (Melo, 1998) que proporcionem uma competição por sítios ou que resultem em ações sinérgicas por meio de incorporação de resíduos orgânicos, são importantes para o estabelecimento de um ambiente biológico mais

equilibrado, controlando as doenças do solo (Bettioli *et al.*, 1997; Hoitink & Bohen, 1999).

A adição de matéria orgânica acarreta ainda alterações na rizosfera. Dropkin (1980) relata que a adição de quitina propicia o aumento da população de actinomicetos e reduz patógenos do sistema radicular. Bactérias também aumentam em solos contendo matéria orgânica, o que leva a um aumento no número de nematóides bacteriófagos, e isto, a um aumento na população de fungos nematófagos. Estes fungos atacam, indistintamente, nematóides de vida livre e fitonematóides. Tal ilustração mostra como a dinâmica das populações no solo pode ser alterada de forma a tornar o solo mais supressivo aos fitopatógenos. Segundo O'Brien & Stirling (1991), a adição de mais de 20 t/ha de matéria seca promove a produção de substâncias como amônia e nitritos, as quais podem ser tóxicas aos nematóides.

Os aditivos orgânicos têm sido relatados como eficientes na redução de populações de fitonematóides, devido a produtos de decomposição microbiana, principalmente ácidos graxos e amônia. Podem ainda incrementar a população de fungos predadores e outros inimigos naturais já existentes no solo, proporcionando certo controle biológico dos fitonematóides (Oelhaf, 1978).

A redução do número de galhas e de massas de ovos de *Meloidogyne* tem sido explicada devido à liberação do íon NH_4^+ que apresenta efeito nematicida (Zambolim *et al.*, 2001).

Segundo Zambolim *et al.* (2001), estudos sobre o efeito de fontes de nitrogênio sobre *M. incognita* mostraram que tanto o número de fêmeas maduras quanto o número de massas de ovos produzido por grama de raiz foi maior em plantas que receberam nitrato quando comparadas com aquelas que receberam amônia. Em geral, a aplicação de amônia promove um decréscimo na quantidade de injúrias causadas pelos nematóides, como também no número de ovos produzidos em raízes infectadas. Rodriguez-Kábana (1986) estudando os efeitos dos fertilizantes nitrogenados verificou que estes são efetivos na supressividade a

fitopatógenos e a dose de aplicação destes fertilizantes para se obter efeito supressivo deve ser superior a 150 kg N / ha. No mesmo trabalho o autor cita que a uréia é supressiva a diversas espécies de nematóides, incluindo *Meloidogyne* spp., quando aplicada em doses superiores a 300 kg N / ha.

Jonhson (1971) citado por Santos *et al.* (1981), menciona que altas concentrações de nitrato de amônio (0,10 a 0,15%) no solo reduziram a severidade de ataque de *Meloidogyne* spp. em tomateiro. Huber & Watson (1974) afirmaram que, embora haja uma larga faixa de interações entre o patógeno e seu hospedeiro, geralmente é a forma de nitrogênio disponível para um ou outro que altera a severidade da doença ou a resistência do hospedeiro, em vez da quantidade de nitrogênio aplicada. Segundo esses pesquisadores, o efeito de formas específicas de nitrogênio sobre a severidade de uma doença depende de muitos fatores, e não é o mesmo para todas associações parasita-hospedeiro. Para o caso específico de doenças causadas por nematóides, afirmaram que o efeito do nitrogênio sobre a incidência e severidade da doença mostra-se diretamente relacionado com o desenvolvimento do patógeno, em vez do metabolismo do hospedeiro. Entretanto, Wallace (1973) menciona que, além do efeito direto, os fertilizantes podem afetar fitonematóides por intermédio da planta hospedeira ou, ainda, alterando a microbiota do solo. De fato, tem sido observada a influência da nutrição do hospedeiro sobre a severidade de doenças causadas por nematóides.

Bird (1970) estudando o efeito de deficiência de nitrogênio sobre o crescimento de *M. javanica*, em diferentes níveis de população, mostrou que a taxa de crescimento desse nematóide está relacionada com o estado nutricional da planta hospedeira. Ademais, segundo Kirkpatrick *et al.* (1964), além do aspecto nutricional, qualquer condição fisiológica que altere o vigor da planta pode influenciar a taxa de desenvolvimento e reprodução de fitonematóides.

Akhtar & Mahmood (1994) trabalhando com esterco bovino, uréia, sulfato de amônio e produtos à base de neem para controlar nematóides e avaliar o crescimento de plantas de tomate, verificaram que todos os tratamentos resultaram

em um maior aumento dos nematóides de vida livre e diminuição dos fitoparasitas. O peso da parte aérea das plantas também aumentou em todos os tratamentos.

Em função das características físico-químicas do composto e da interdependência entre fatores bióticos e abióticos, o solo, no qual se dispôs ou incorporou o composto orgânico, pode se comportar como supressivo ou como conducente a doenças de plantas (Chung *et al.*, 1988). Os mecanismos pelos quais a supressão é expressa na interação entre antagonistas e fitopatógenos em compostos orgânicos aplicados ao solo, podem ser resultantes da antibiose, competição ou hiperparasitismo.

Segundo Peacock (1959) citado por Brito (1986), as plantas podem reagir à ação dos fitonematóides de várias maneiras: dificultando ou inibindo a eclosão de juvenis; mascarando substâncias atrativas nas raízes ou lançando exsudatos que repelem os nematóides; impedindo a entrada destes nas raízes; matando o nematóide após sua entrada ou retardando o seu desenvolvimento; inibindo a efetividade das enzimas ou outros constituintes de excreção dos nematóides que causam a formação de células gigantes; e alterando a proporção entre sexos dos nematóides.

Outro possível mecanismo de controle através do uso de compostos orgânicos seria devido à indução de resistência como resultado da ativação de enzimas como peroxidases e superóxido dismutase (Pereira *et al.*, 1996). O uso de composto orgânico, em sua quase totalidade, apresentou efeito supressivo na redução da severidade das doenças e redução da população de patógenos do solo (Pereira *et al.*, 1996). A ação dos compostos orgânicos sobre as doenças de plantas pode variar com a relação patógeno-hospedeiro, a quantidade a ser incorporada ao solo, o estágio de maturação do composto e o próprio tipo de composto.

A maioria dos trabalhos envolve o uso do composto de esterco bovino, sob a forma de vermicomposto ou sob a forma de composto de fazenda onde resíduos de culturas são incorporados. Zambolim *et al.* (1996), estudando o efeito de vários tipos de compostos orgânicos no controle de *M. javanica*, encontraram

que o composto de palha de café foi o mais eficiente na redução do número de galhas e número de massas de ovos por planta, em relação ao composto de lixo urbano, vermicomposto e à casca de eucalipto. Em outro estudo, os mesmos autores encontraram que o composto de fazenda contendo esterco bovino e parte aérea de plantas foi semelhante ao composto de palha de café, na redução do número de galhas e massa de ovos de *M. javanica* por planta. Nesses estudos, o vermicomposto estimulou a reprodução de *M. javanica* nas raízes de tomateiro, porém, foi eficiente para promover aumento de peso da parte aérea do tomateiro.

Szczzech *et al.* (1993) conduziram experimentos com o objetivo de avaliar o efeito supressivo de vermicomposto sobre *Heterodera schachtii* A. Schmidt, 1871 e *M. hapla* Chitwood, 1949. Os experimentos com as duas espécies de nematóides não mostraram efeito inibitório do vermicomposto em seu desenvolvimento ou nas doenças causadas por esses nematóides. O nematóide *M. hapla* foi estimulado, fato evidenciado pelo alto número de galhas nas raízes das plantas crescendo em composto com turfa. Esses trabalhos demonstraram a possibilidade de utilização do composto orgânico como veículo para a introdução de microrganismos antagonistas no solo, com vistas ao controle biológico de patógenos habitantes do solo.

Lahav, citado por Lahav & Turner (1983), observou que a aplicação de até 80 t/ ha/ano de resíduos de estábulos favoreceu o crescimento, antecipou o florescimento e reduziu o tempo entre o florescimento e a colheita da bananeira. Os resíduos por si só incrementaram o rendimento em 33%, sendo sempre vantajosa a aplicação conjunta de fertilizantes minerais com matéria orgânica.

Dubón (1998) trabalhando com controle biológico de *R. similis* em banana verificou que ao utilizar os tratamentos com Furadan 10 g, Nemout, *Paecilomyces lilacinus*, Bokashi + *P. lilacinus* e Bokashi, este último apresentou o maior controle do nematóide (92,65%) se comparado aos demais tratamentos, inclusive a testemunha.

Em trabalhos desenvolvidos com banana na Jamaica, citados por Oschatz (1962), observou-se que a aplicação de 45Kg de esterco/planta aumentou significativamente a produção no segundo ano. Em geral, recomenda-se a aplicação de 10 a 20 litros de esterco de curral por cova, porém, a quantidade e o tipo de material orgânico a ser usado dependerá da disponibilidade e economicidade da aplicação.

A torta de mamona é um subproduto da extração do óleo, é fertilizante de ótimas propriedades, contendo em proporções razoáveis os macronutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas bem como vários micronutrientes, não encontrados nos fertilizantes minerais. A comprovação das suas qualidades nematocidas a tornará mais atraente à agricultura.

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família Euphorbiaceae cultivada no Brasil, de porte arbustivo com sistema radicular constituído de uma raiz pivotante, que pode atingir até 1,5 m de profundidade e as raízes laterais com até 80 centímetros, no sentido horizontal. A mamoneira é uma planta de alto valor econômico, fornecendo resíduos vegetais e frutos. Os resíduos vegetais devolvem ao solo 20 toneladas por hectare de matéria orgânica verde ou 5 toneladas de matéria orgânica seca. Já os frutos da mamoneira são constituídos de sementes e cascas, que também fornecem matéria orgânica e quando são industrializadas, as sementes resultam em óleo e torta ou farelo de mamona. Para cada tonelada de óleo são obtidos aproximadamente 1.300 kg de farelo. Este subproduto é normalmente utilizado como fertilizante, porque a semente de mamona contém substâncias tóxicas que nos processos convencionais de extração do óleo, não são extraídas ou inativadas (Carvalho, L. O. de, <http://www.agrocasacom.br>).

O farelo de mamona, um subproduto do grão de mamona, extraído o óleo, é utilizado como adubo orgânico em vários países, já que tem demonstrado seus benefícios e alta rentabilidade por seus efeitos positivos, como por exemplo: alimenta e fortalece as bactérias, minhocas e pequenos animais, tem efeito contra

insetos; protege de fungos que causam apodrecimento de talo; ao decompor-se, disponibiliza-se todos os elementos nutritivos às plantas de forma lenta e contínua durante seu ciclo; melhora a estrutura de solos compactados que adquirem melhor aeração e de solos soltos que melhoram o poder de retenção de umidade, dando maior resistência às plantas durante os períodos secos; permite manter e restaurar a fertilidade dos solos com um custo mínimo; o húmus deste adubo acelera a liberação de cálcio, potássio, magnésio e minerais do solo que as plantas necessitam (Aboissa <http://www.aboissa.com.br/mamona/index.htm>).

Ritzinger & McSorley (1998), trabalhando com vasos de 380 cm³ de solo, observaram que a adição de 4 g de matéria fresca ou seca, a partir de mucuna e mamona promoveu redução no número de juvenis de *M. arenaria*.

Lear (1959) citado por Moraes (1977), trabalhando em estufa, utilizando vasos com aproximadamente 2 l de solo em que foi adicionado respectivamente, 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 10,0 g de torta de mamona foram inoculados com um mesmo número de juvenis de *M. javanica*, e plantados com tomateiro. O número de galhas foi reduzido de 217 para 87, à medida que a quantidade de torta aumentou. Essa ação nematicida foi atribuída aos ácidos orgânicos originados durante a decomposição da gordura residual da torta.

Segundo Moraes & Lordello (1977), a incorporação de substâncias orgânicas a solos altamente infestados com *M. exigua* Goeldi, 1887 pode reduzir a densidade populacional desse organismo. Após a aplicação de diferentes doses de torta de mamona, os mesmos autores verificaram que a partir de 1,5% o controle foi eficiente, entretanto deve-se aguardar um período de 30 dias após a incorporação para realizar o plantio, evitando-se assim, a fitotoxidez causada pela elevação da temperatura oriunda da fermentação da matéria orgânica e, talvez, por subprodutos resultantes dessa fermentação como a ricina.

III - MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um em microparcelas a campo e outro em casa de vegetação visando controlar os nematóides de galhas *M. javanica* e *M. incognita* respectivamente, usando alguns tipos de materiais orgânicos. Para o experimento em microparcelas, foram usados como matéria orgânica os esterco bovino, galinha, farelo de mamona, substrato de fibra de coco GOLDEN MIX®, Bokashi-MOA (Mokiti Okada Association) e composto orgânico-MOA. Em casa de vegetação foram utilizados os esterco bovino, galinha, Bokashi-MOA e composto orgânico-MOA.

Composto orgânico e compostagem

A matéria prima e os procedimentos utilizados na compostagem seguem os conceitos e práticas da agricultura natural que são fundamentadas nas Normas de Agricultura Natural MOA (Miyasaka *et al.* 1997; Tomita, 1997, 2001a) e, também se baseando em métodos adaptados de técnicas de produção de compostos do sistema de agricultura orgânica, estabelecidas em 1984, pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (National Research Council, 1989). Tais técnicas foram desenvolvidas por meio dos conhecimentos do Fitopatologista inglês, Albert Howard em 1943, que desenvolveu as técnicas de produção de compostos, a partir de resíduos agrícolas, obtidos de uma forma empírica dos nativos de Indore, na Índia.

O composto orgânico-MOA foi obtido de uma meda de composto orgânico montada no pátio de compostagem a céu aberto do Centro de Produção de Agricultura Natural/ ABAS, em Brazlândia – DF, e seguiu-se a metodologia usada por Tomita (1997, 2001a, b). A matéria prima e a quantidade utilizada para o preparo do composto inclui: bagaço de cana-de-açúcar (10t), solo de barranco do

Centro de Produção de Agricultura Natural (2t), farelo de mamona (1t), farelo de arroz (2t), resíduo de leguminosas (2t) e 45% de água (v/v).

Composto Bioativo (Bokashi)

O Bokashi é um derivado do composto orgânico acima, porém mais apurado, de alta efetividade e especificidade em fatores nutricionais e biológicos. É considerado um composto bioativo, resultante dos processos de mineralização e estabilização biológica dos resíduos orgânicos num curto espaço de tempo, em torno de 10 dias. Tanto a velocidade de decomposição quanto o estabelecimento das comunidades de microrganismos termófilos são rápidos. Em dois dias, na fase de aquecimento, o composto pode atingir 66 a 70°C, em razão dos substratos terem uma composição com baixa relação C/N, até abaixo de 15. A produção do composto bioativo Bokashi-MOA seguiu a metodologia usada por Tomita (2001b), com os ingredientes a seguir: terra virgem (1000 kg), composto (250 kg), resíduo de leguminosas (250 kg), farelo de arroz (200 kg), farinha de osso (100 kg), cinza (100 kg), farelo de mamona (50 kg), rapadura (10 kg), amido de milho (5 kg), fubá (5 kg) e 45% de água (v/v).

Estercos bovino, de galinha e farelo de mamona

Os esterco bovino, de galinha e o farelo de mamona foram adquiridos em lojas de produtos agropecuários, sendo os dois primeiros já curtidos.

Substrato de fibra de coco

O substrato de fibra de coco GOLDEN MIX®, um produto comercial (AMAFIBRA - Fibras e Substratos Agrícolas da Amazônia – LTDA), é constituído de fibras resultantes do processamento industrial da casca do coco, que atuam como microesponjas que, por capilaridade, podem absorver várias vezes seu próprio peso em água, assegurando uma elevada capacidade de retenção de água disponível e mantendo uma boa aeração. Estas propriedades, segundo o fabricante, evitam um rápido murchamento das plantas e ao mesmo tempo permitem uma ótima drenagem. O uso deste produto no presente trabalho se justifica pelas propriedades informadas pelo fabricante, incluindo: elevada porosidade total e capacidade de aeração; ótima capacidade de retenção de água disponível; produto não sujeito aos riscos da compostagem; excepcional propriedade de “remolhabilidade”; estrutura física altamente estável; proporciona ótimo enraizamento e crescimento de mudas; material homogêneo e de baixa densidade aparente; livre de sementes de ervas daninhas, pragas e doenças; fácil mecanização dos processos; embalado de forma comprimida (2:1) proporcionando economia no frete e no armazenamento; produto ecológico e renovável.

(a) Efeito de adubações orgânicas visando o controle de *Meloidogyne javanica* em microparcels

O experimento foi conduzido em microparcels nas dependências da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, no período de 12 de julho a 5 de novembro de 2003. Os clones de bananeira testados, Grande Naine 34 (AAA) e Prata Anã 54 (AAB), foram produzidos *in vitro* e aclimatados pela CAMPO – Biotecnologia de Paracatu, MG. O inóculo foi obtido de plantas de bananeira infectadas e multiplicado em plantas de tomate cv. Santa Cruz em casa de vegetação. A extração dos ovos das plantas de tomate para inoculação nos clones de bananeira foi feita segundo a técnica de Hussey & Barker (1973) modificada, onde procedeu-se a lavagem das raízes e a trituração das mesmas em liquidificador com hipoclorito de sódio 0,5% por 2 minutos, seguido da lavagem em peneiras de 0,149 mm (100 mesh) e 0,025 mm (500 mesh) de porosidade. A suspensão foi recuperada em becker e o número de ovos e juvenis foi determinado sob microscópio estereoscópio. A inoculação dessas plantas foi feita na fase em que atingiram cinco folhas expandidas, com uma idade aproximada de 100 dias.

Cada microparcela foi constituída de um cilindro de concreto de 40 cm de abertura por 150 cm de comprimento enterrado de modo a manter a borda superior a 20 cm acima da superfície do solo. Cada cilindro foi preenchido a uma profundidade de 60 cm, com um volume aproximado de 43 l de solo esterilizado com brometo de metila e corrigido com 1 kg de calcário dolomítico, 30 dias antes do plantio das mudas. Como adubação mineral de fundação foi colocado superfosfato simples (500 g/planta). Foram usados como adubação orgânica (tratamentos), esterco bovino, esterco de galinha, composto orgânico-MOA, Bokashi-MOA, farelo de mamona e substrato de fibra de coco GOLDEN MIX®.

Os adubos orgânicos foram misturados ao solo em cada microparcela de acordo com os tratamentos nas quantidades de 6 kg de esterco bovino, 2 kg de esterco de galinha, 1 kg de Bokashi, 1 kg de farelo de mamona, 10 kg de fibra de

coco e 1 kg de composto orgânico. Esperou-se um período de 30 dias após a incorporação do adubo para o plantio das mudas de bananeira.

A testemunha não recebeu qualquer tratamento com adubo orgânico. Foi feita adubação mineral nas microparcelsas para todos os tratamentos, inclusive a testemunha, com sulfato de amônia (30g/planta/ semana). O cloreto de potássio foi colocado a partir dos 30 dias da inoculação dos nematóides na quantidade de 48g/planta/semana. Foram inoculados 10.000 ovos/juvenis do nematóide por planta.

As plantas foram mantidas no campo por um período de 60 dias após a inoculação dos nematóides para posterior avaliação dos parâmetros pré-determinados.

Para as microparcelsas, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial, com sete tratamentos, incluindo a testemunha, em cinco repetições para as duas cultivares, perfazendo um total de 70 microparcelsas. Cada microparcelsa constituiu uma unidade experimental. A avaliação do efeito da matéria orgânica no controle dos nematóides foi feita através da determinação do número de juvenis de segundo estágio e ovos de nematóides presentes nas raízes e no solo. A extração dos nematóides de todo o sistema radicular foi feita usando o método de Hussey & Barker (1973), modificado, descrito anteriormente.

Em relação às amostras de solo (200cc cada), foram quantificados os nematóides pelo método da flutuação-sedimentação-peneiramento, onde se colocou cada amostra em um balde plástico, separadamente, misturando-se bem a suspensão durante 1 minuto e deixou-se em repouso por mais 1 minuto, passando esta suspensão pelas peneiras de 0,149 mm e 0,025 mm de porosidade. A suspensão de nematóides, tanto da extração das raízes quanto do solo, foi colocada no Funil de Baermann modificado, onde se colocou uma folha de papel toalha cortada em peneiras de plástico com malhas de nylon. O tubo de Duran foi colocado em uma mangueira cirúrgica, acoplada à haste do funil de vidro. A seguir

colocou-se água destilada e água oxigenada (2%) no funil. Esperou-se um período de 96 horas para o recolhimento das amostras e quantificação do número de ovos e juvenis presentes através da análise em microscópio estereoscópio.

Os parâmetros avaliados neste experimento foram: altura da planta (da base até a ponta da folha vela), pesos frescos das raízes e da parte aérea das plantas; o número de nematóides e o índice de reprodução do nematóide calculado dividindo-se a população final pela população inicial do nematóide ($IR = P_f / P_i$). Foi feita a análise de variância e a comparação de médias através do teste de Tukey (1%) com os dados foram transformados em $\log(x + 1)$ (Zonta & Machado, 1984).



Figura 1. Vista geral do experimento em microparcelas, na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, DF.

(b) Efeito de adubações orgânicas visando o controle de *Meloidogyne incognita* em casa de vegetação

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília no período de 8 de outubro de 2003 a 20 de janeiro de 2004. Os clones testados, Grande Naine 34 (AAA) e Prata Anã 54 (AAB), foram produzidos *in vitro* e aclimatados pela CAMPO–Biotecnologia de Paracatu, MG. A obtenção, multiplicação e preparo do inóculo ocorreram como descrito em III(a).

O solo foi esterilizado com brometo de metila e colocado em vasos plásticos com dois litros de capacidade. Cada vaso recebeu como adubação química de fundação 10 g de superfosfato simples e 20 g de calcário dolomítico. Foram utilizados como adubação orgânica (tratamentos), o esterco bovino, o esterco de galinha, o Bokashi-MOA e o composto orgânico-MOA. Neste trabalho foram considerados dois tipos de testemunha, a inoculada e a não inoculada, ambas sem adubação orgânica.

Os adubos orgânicos foram colocados em cada vaso de acordo com o tratamento na seguinte proporção: 1 litro de esterco bovino, 300 ml de esterco de galinha, 200 ml de Bokashi e 200 ml de composto orgânico.

Foi feita adubação mineral nos vasos para todos os tratamentos, inclusive as testemunhas, com sulfato de amônia (1,2 g/planta/semana), enquanto que o cloreto de potássio foi colocado a partir dos 60 dias da inoculação dos nematóides na quantidade de 2g/planta/semana.

Foram inoculados aproximadamente 7.000 ovos/juvenis por planta. As plantas foram mantidas em casa de vegetação por um período de 100 dias após a inoculação dos nematóides para posterior avaliação dos parâmetros pré-determinados.

O delineamento experimental na casa de vegetação foi o de blocos casualizados em esquema fatorial e constou de seis tratamentos, incluindo as testemunhas, com cinco repetições cada, dois clones de bananeira, perfazendo um

total de 60 vasos. A avaliação do efeito da matéria orgânica no controle dos nematóides foi feita através da determinação do número de juvenis/ovos do nematóide presente nas raízes e no solo. A extração dos nematóides das raízes e do solo foi feita como descrito anteriormente (III a).

Os parâmetros avaliados neste experimento foram os mesmos considerados no experimento anterior.

Foi feita a análise de variância juntamente com a comparação das médias pelo teste de Tukey (5%) tendo os dados sido transformados em $\log(x + 1)$ somente para o número de nematóides recuperados no solo e nas raízes (Zonta & Machado, 1984).



Figura 2. Vista geral do experimento em casa de vegetação na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Efeito de adubações orgânicas visando o controle de *Meloidogyne javanica* em microparcelas

Os resultados do efeito de adubações orgânicas visando o controle de *M. javanica* em microparcelas encontram-se nas Figuras 3 a 7. Neste experimento, todas as repetições da cultivar Grande Naine nos tratamentos com esterco bovino e o Bokashi-MOA foram perdidas e a testemunha sobrou apenas uma planta, enquanto que para a cultivar Prata Anã, as repetições perdidas foram as da testemunha e quatro plantas no tratamento com Bokashi, não sendo obtidos em ambos os casos, resultados com relação à altura da parte aérea e peso da parte aérea. Nos tratamentos acima, as plantas não se desenvolviam e apresentaram amarelecimento e seca progressiva das folhas até a morte. A causa da morte das plantas foi desconhecida, visto que até as testemunhas morreram, o que mostra que a adubação orgânica não foi a responsável pelas mortes. Apesar das plantas terem morrido, o solo continha restos radiculares, que foram pesados e extraídos os nematóides para a quantificação. Na Figura 3 encontram-se os resultados do efeito dos tratamentos dentro de cada cultivar de bananeira com relação à altura da parte aérea das plantas.

Podemos observar que para a cultivar Grande Naine (Figura 3a), o tratamento com esterco de galinha foi o que proporcionou o melhor resultado com relação à altura da parte aérea, tendo diferido estatisticamente a nível de 1% pelo Teste de Tukey da testemunha e dos tratamentos com o esterco bovino e com o Bokashi, cujas plantas morreram. O farelo de mamona e o composto orgânico-MOA, também foram estatisticamente superiores à testemunha, mostrando que esses tratamentos também influenciaram no crescimento vegetativo das plantas, contribuindo assim para a normalidade do seu estado fisiológico.

Na cultivar Prata Anã (Figura 3b), o farelo de mamona foi o que conferiu a maior altura de parte aérea, o qual diferiu estatisticamente apenas dos tratamentos

com Bokashi e conseqüentemente da testemunha, cujas plantas morreram precocemente. Dentro desta cultivar, o efeito dos tratamentos foi mais homogêneo com relação ao desenvolvimento da planta, visto que as alturas das plantas foram mais aproximadas se comparadas às da cultivar Grande Naine. Comparando-se as médias de altura de plantas entre as cultivares Grande Naine e Prata Anã para cada tratamento, não se obteve diferença significativa a nível de 1% pelo teste de Tukey entre as duas cultivares, exceto para esterco bovino em que as plantas da cultivar Grande Naine morreram.

Na Figura 4, encontram-se os resultados referentes ao peso da parte aérea de ambas cultivares. Para a cultivar Grande Naine (Figura 4a), o esterco de galinha foi o melhor tratamento, tendo diferido estatisticamente (Tukey 1%) da testemunha, do Bokashi e do esterco bovino em que as plantas morreram. Os tratamentos com o farelo de mamona e com o composto orgânico, iguais entre si, foram estatisticamente superiores à testemunha, ao Bokashi e ao esterco bovino cujas plantas morreram.

Na cultivar Prata Anã (Figura 4b) também semelhante ao que ocorreu com a altura da parte aérea, o tratamento com farelo de mamona foi o de maior peso de parte aérea, aproximando-se do tratamento com esterco de galinha, diferindo estatisticamente (Tukey 1%) apenas da testemunha e do Bokashi em que as plantas morreram.

Na Figura 5, encontram-se os resultados referentes ao peso do sistema radicular das cultivares. Dentre os tratamentos aplicados à cultivar Grande Naine (Figura 5a), o que proporcionou o maior peso do sistema radicular também foi o tratamento com esterco de galinha como ocorreu para o peso de parte aérea e a altura de planta. Este tratamento diferiu estatisticamente (Tukey 1%) de todos os outros tratamentos com exceção do composto orgânico e do farelo de mamona.

Os resultados para o peso do sistema radicular da cultivar Prata Anã. (Figura 5b) mostram que os tratamentos com farelo de mamona e esterco de galinha foram os que conferiram maiores valores de peso ao sistema radicular, mas

diferiram estatisticamente (Tukey 1%) somente da testemunha e do Bokashi. Os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si.

Para os parâmetros avaliados de altura de parte aérea, peso de parte aérea e peso do sistema radicular, o tratamento com esterco de galinha destacou-se para ambas cultivares, obtendo ótimas respostas das plantas. Os baixos valores dos parâmetros avaliados para os tratamentos com esterco bovino, com Bokashi e com a testemunha para as duas cultivares se justificam pela morte de grande parte das plantas avaliadas.

Nas Figuras 6 e 7 encontram-se os resultados do número de ovos/juvenis de *M. javanica* recuperados do solo e das raízes de ambas cultivares e o índice de reprodução do nematóide respectivamente. O maior número de nematóides encontrado foi no tratamento com fibra de coco que não diferiu de nenhum dos outros tratamentos estudados (Figura 6).

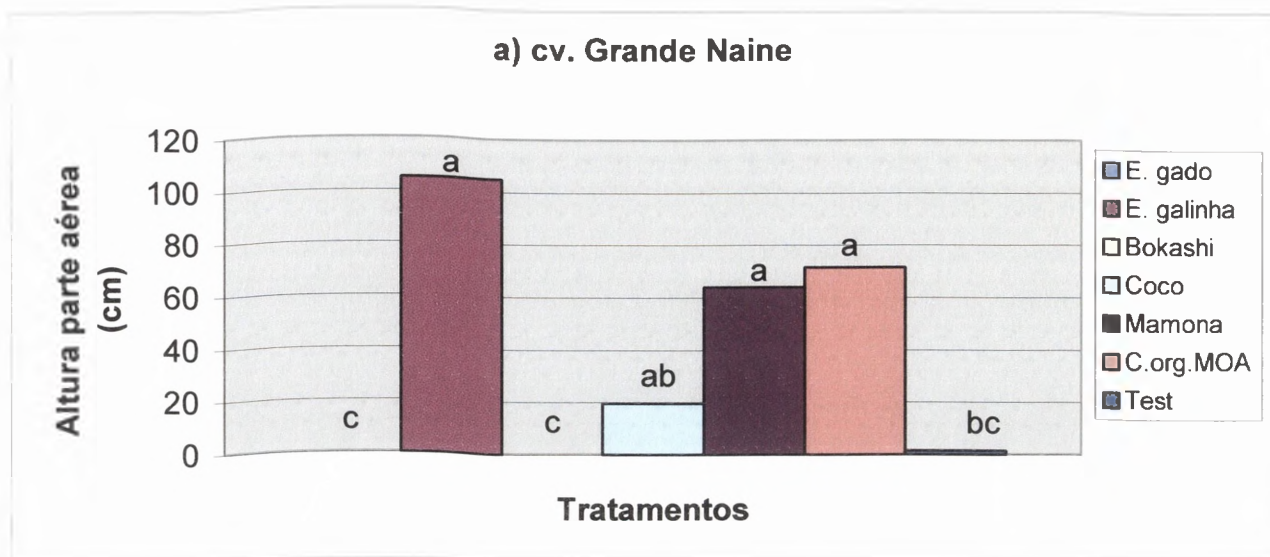
Na Figura 7, para o índice de reprodução do nematóide, pode-se verificar que o tratamento com o substrato de fibra de coco foi o que apresentou o maior índice de reprodução do nematóide, superando até mesmo a testemunha. Tal resultado possivelmente seja devido a uma das propriedades do substrato, de possuir elevada porosidade total e capacidade de aeração (informação pessoal do fabricante), e com isso, pode ter contribuído para a maior multiplicação do nematóide, melhorando as condições do solo ao seu estabelecimento. Com relação ao desenvolvimento das plantas, o desempenho deste substrato não foi satisfatório neste experimento, podendo neste caso não ter sido suficiente o suprimento nutricional aplicado às plantas. Embora o tratamento com o substrato de fibra de coco tenha apresentado o maior índice de reprodução de *M. javanica*, não houve diferença estatística (Tukey 1%) entre este e os demais tratamentos aplicados, sendo que somente o farelo de mamona apresentou o índice menor que um, indicando a baixa reprodução do nematóide.

O tratamento com Bokashi não foi eficiente no controle do nematóide e também não contribuiu para um bom desenvolvimento da planta, discordando de

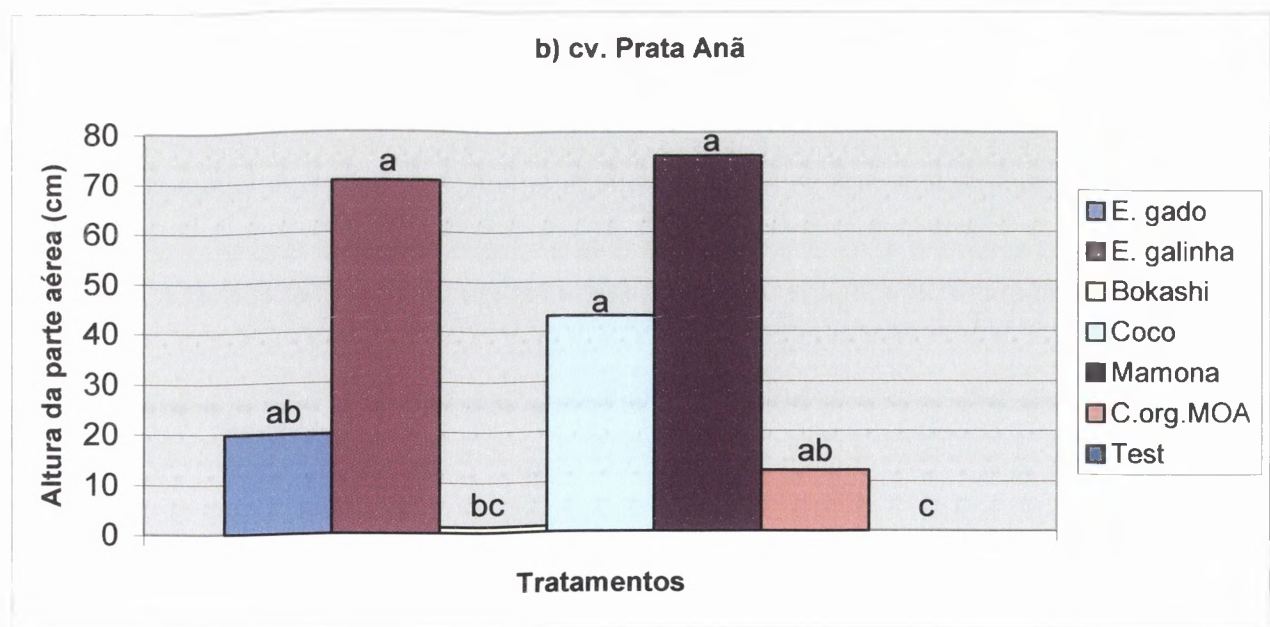
trabalhos da literatura como Dubón (1998), que trabalhando com controle biológico de *R. similis* em bananeira, verificou que o Bokashi foi o tratamento que melhor controlou o nematóide (92,65%) comparando-se a outros tratamentos. Segundo Tomita (informação pessoal), a baixa eficiência do Bokashi pode ser atribuída à mistura com adubos químicos, o que resultaria em baixo desempenho do mesmo, o qual expressaria melhor o seu potencial se introduzido isoladamente nas plantas.

Como mencionado anteriormente, o tratamento com esterco de galinha, foi o tratamento que proporcionou o melhor desenvolvimento das plantas, porém, com um índice de reprodução do nematóide relativamente elevado (IR=1,94), demonstrando que o esterco de galinha pode ter contribuído para o aumento da tolerância da planta ao nematóide, mas não impediu a sua reprodução.

O composto orgânico-MOA foi um dos tratamentos que melhor influenciou no desenvolvimento da planta e que resultou em um baixo índice de reprodução do nematóide. Com isso, demonstrou ser um tratamento potencialmente eficiente no controle de *M. javanica* e, também favorável ao desenvolvimento das cultivares de bananeira Grande Naine e Prata Anã. Da mesma maneira, o tratamento com farelo de mamona, principalmente na cultivar Prata Anã, propiciou um ótimo desenvolvimento das plantas e com o menor índice de reprodução do nematóide entre todos os tratamentos (IR=0,92), demonstrando o seu potencial para o controle de *M. javanica* em bananeira no campo, concordando com alguns trabalhos na literatura para outros patossistemas (Lear, 1959; Moraes & Lordello, 1977; Ritzinger & McSorley, 1998;). O fato da testemunha sem matéria orgânica ter apresentado um alto índice de reprodução e o desenvolvimento precário tanto da raiz quanto da parte aérea das plantas, comparada à maioria dos tratamentos, ressalta a importância da matéria orgânica no desenvolvimento de bananeiras, bem como o seu potencial no controle de fitonematóides na cultura da banana.

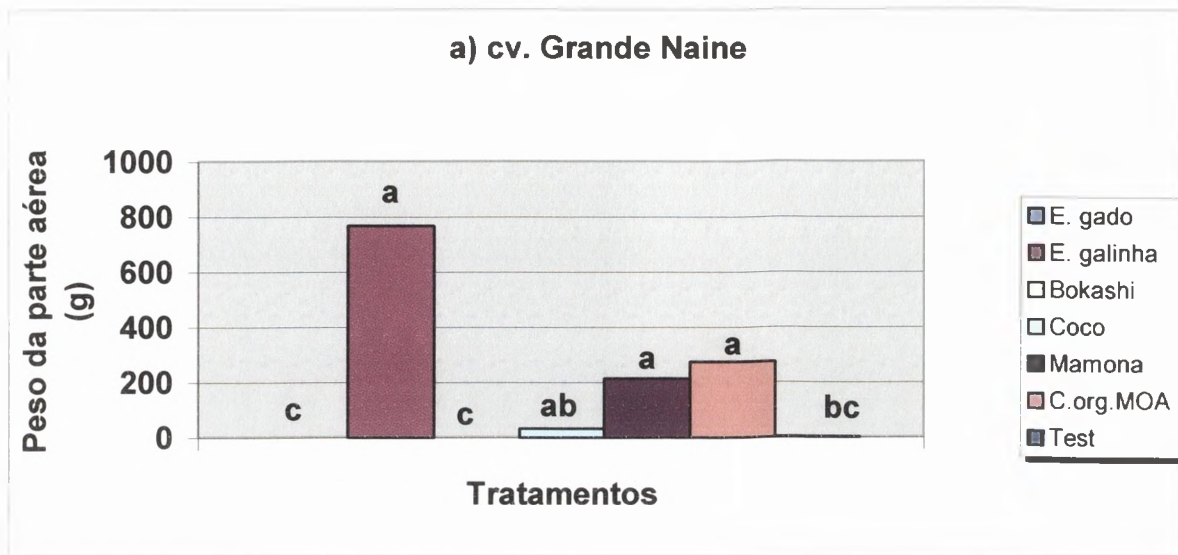


Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 43,094%

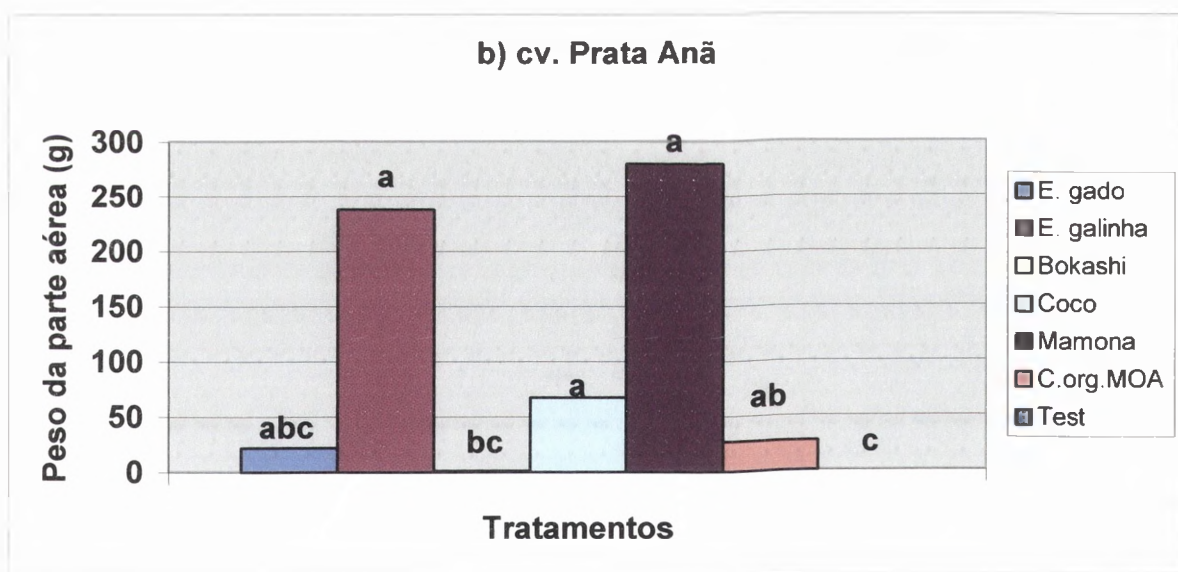


Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 43,094%

Figura 3. Efeito da matéria orgânica na altura da parte aérea de duas cultivares de bananeira infectadas por *Meloidogyne javanica* em microparcelas.

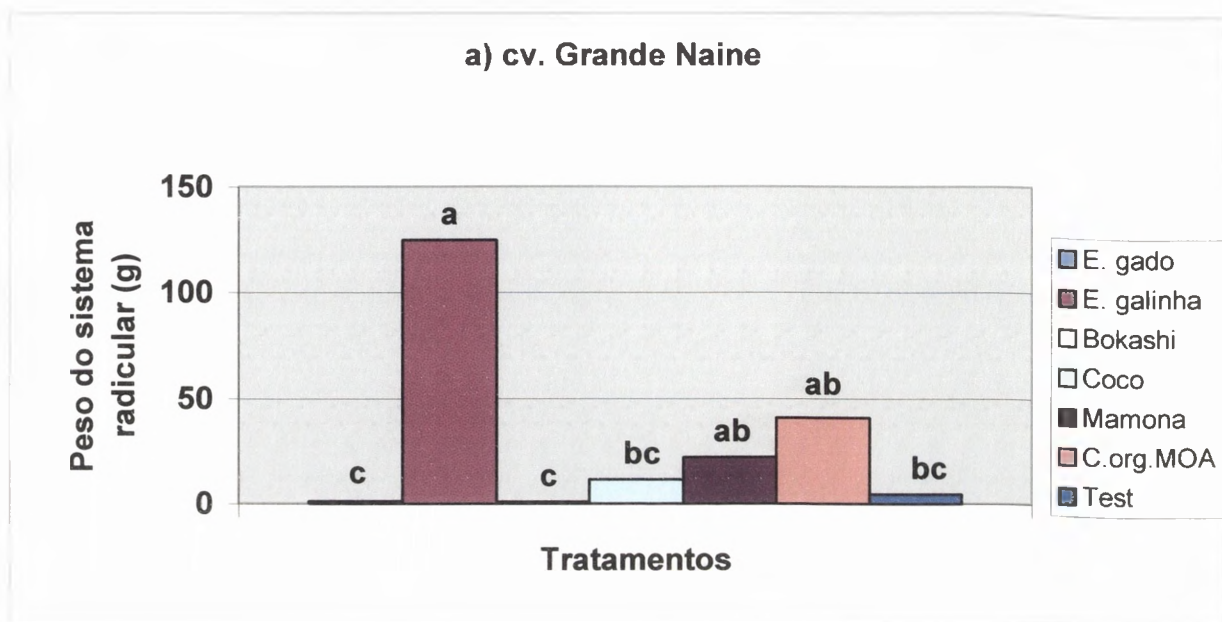


Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 44,411%.

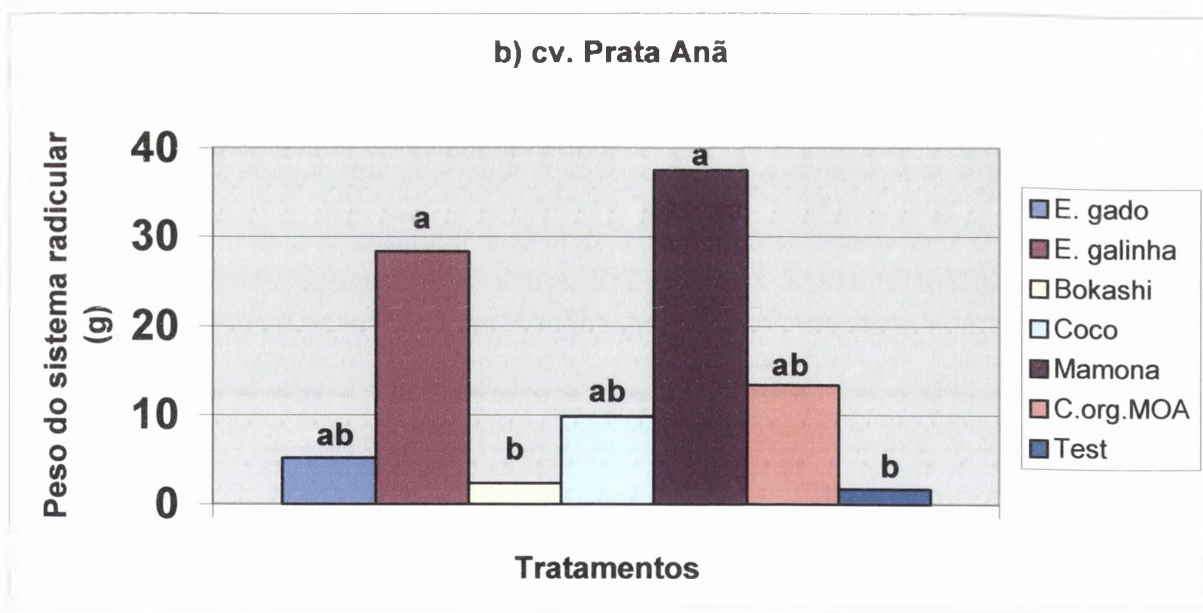


Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 44,411%.

Figura 4. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica e da inoculação com *Meloidogyne javanica* no peso da parte aérea de duas cultivares de bananeira em microparcelas no campo.

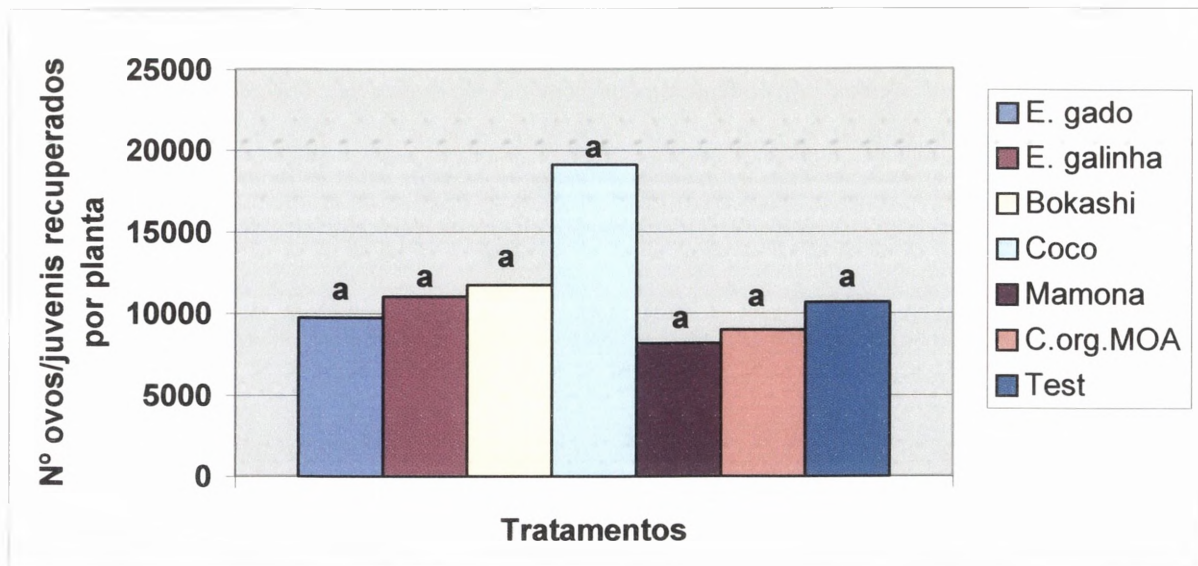


Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 38,834%.



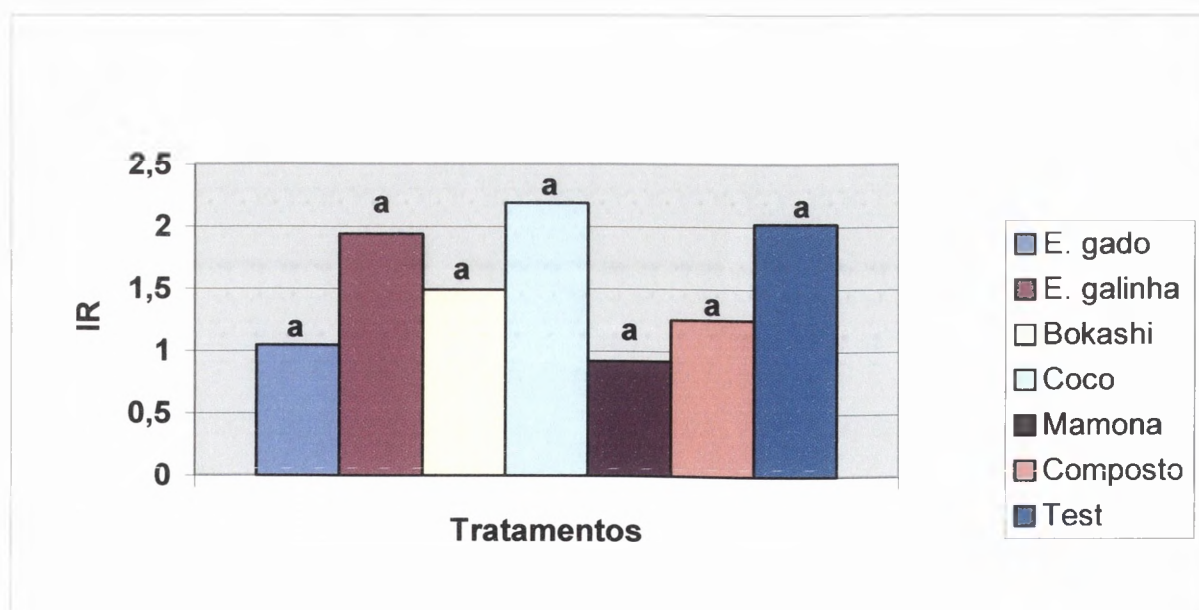
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 38,834%.

Figura 5. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica e da inoculação com *Meloidogyne javanica* no peso do sistema radicular de duas cultivares de bananeira em microparcels no campo.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 8,447%.

Figura 6. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica no número de ovos/juvenis de *Meloidogyne javanica* recuperados no solo e raízes de duas cultivares de bananeiras inoculadas com o nematóide em microparcels em campo.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 1% pelo Teste de Tukey. CV= 120,907%.

Figura 7. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica no índice de reprodução (IR) de *Meloidogyne javanica* em bananeiras das cultivares Grande Naine e Prata Anã, previamente inoculadas com o nematóide em microparcels em campo.

b) Efeito de adubações orgânicas visando o controle de *Meloidogyne incognita* em casa de vegetação

Os resultados do efeito de adubações orgânicas visando o controle de *M. incognita* em casa de vegetação encontram-se nas Figuras 8 a 12. Neste experimento, a análise estatística não detectou diferença entre as cultivares, portanto, todos os resultados foram avaliados sobre as médias obtidas das duas cultivares, sem separação.

Na Figura 8, observamos os resultados referentes à altura da parte aérea das cultivares. Para este parâmetro, o tratamento que obteve o melhor resultado (92,7cm) foi o composto orgânico-MOA. Entretanto o mesmo diferiu estatisticamente apenas da testemunha inoculada, que apresentou a menor altura (62,9cm) da parte aérea entre ambas cultivares.

Na Figura 9 encontram-se os resultados do peso da parte aérea das plantas, onde o tratamento com esterco bovino foi o que proporcionou o maior peso (263,3g), seguido pelo composto orgânico. O esterco bovino diferiu estatisticamente apenas das testemunhas, inoculada e não inoculada, sendo que estas não diferiram entre si.

Na Figura 10 estão os resultados referentes ao peso do sistema radicular das cultivares Grande Naine e Prata Anã. O Bokashi foi o tratamento que proporcionou o maior peso (43,3g) do sistema radicular das plantas. Este tratamento não diferiu estatisticamente dos demais, inclusive das testemunhas. Apesar de não ter sido o tratamento com Bokashi, o responsável pelo melhor desenvolvimento da parte aérea das plantas, este demonstrou ser eficiente no desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Nas Figuras 11 e 12, encontram-se os resultados referentes ao número de nematóides recuperados nas raízes e no solo e o índice de reprodução de *M. incognita*, respectivamente. Na Figura 11, onde se encontra o número de nematóides recuperados, o maior foi o do esterco de galinha, com 812,55, que

diferiu estatisticamente (Tukey 5%) dos outros cinco tratamentos estudados sob condições de casa de vegetação. Esses cinco tratamentos, não diferiram entre si.

Com relação ao índice de reprodução (IR), o tratamento com esterco de galinha foi o que obteve o maior índice (0,128). Este tratamento, se comparado aos demais, foi o que obteve o pior desenvolvimento da planta, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, sugerindo assim que o nematóide pode ter sido o responsável pelo baixo desenvolvimento das plantas.

O composto orgânico proporcionou um bom desenvolvimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular das plantas, mas resultou em população do nematóide superior aos demais, com exceção do esterco de galinha. Isto sugere que a planta aumentou sua tolerância a *M. incognita*.

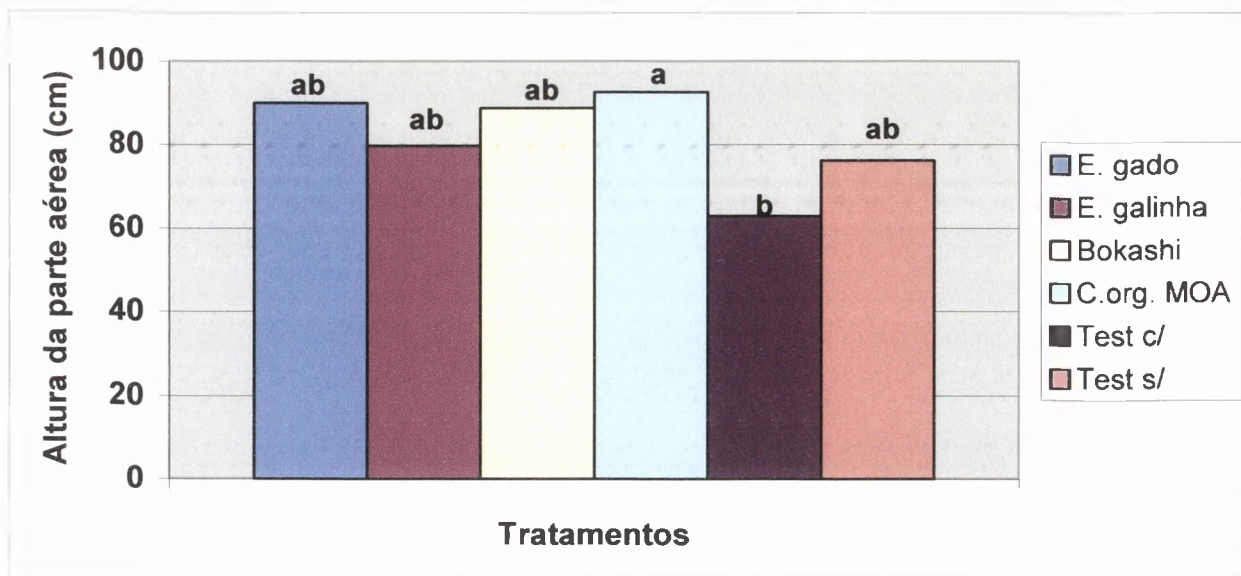
O Bokashi além de ter sido o responsável pelo maior peso do sistema radicular da planta e de ter proporcionado um bom desenvolvimento da parte aérea, nele foi obtido o menor índice de reprodução (IR=0,023) entre os tratamentos em condições de casa de vegetação, mostrando-se promissor ao controle de *M. incognita*.

O esterco bovino apresentou resultados similares, se comportando como um bom tratamento para o desenvolvimento da planta, mas que ainda resultou em um índice de reprodução (IR=0,028) superior aos dos outros tratamentos, mostrando que este contribuiu para aumentar a tolerância da planta ao nematóide.

A testemunha que não foi inoculada proporcionou um melhor desenvolvimento da planta quando comparada à testemunha inoculada, mostrando nesse caso, que o nematóide afetou o crescimento da planta. A testemunha inoculada foi a que apresentou o menor índice de reprodução de *M. incognita* (IR=0,017) combinado ao pior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das cultivares, sugerindo que o mau desenvolvimento das raízes tenha prejudicado a reprodução dos nematóides.

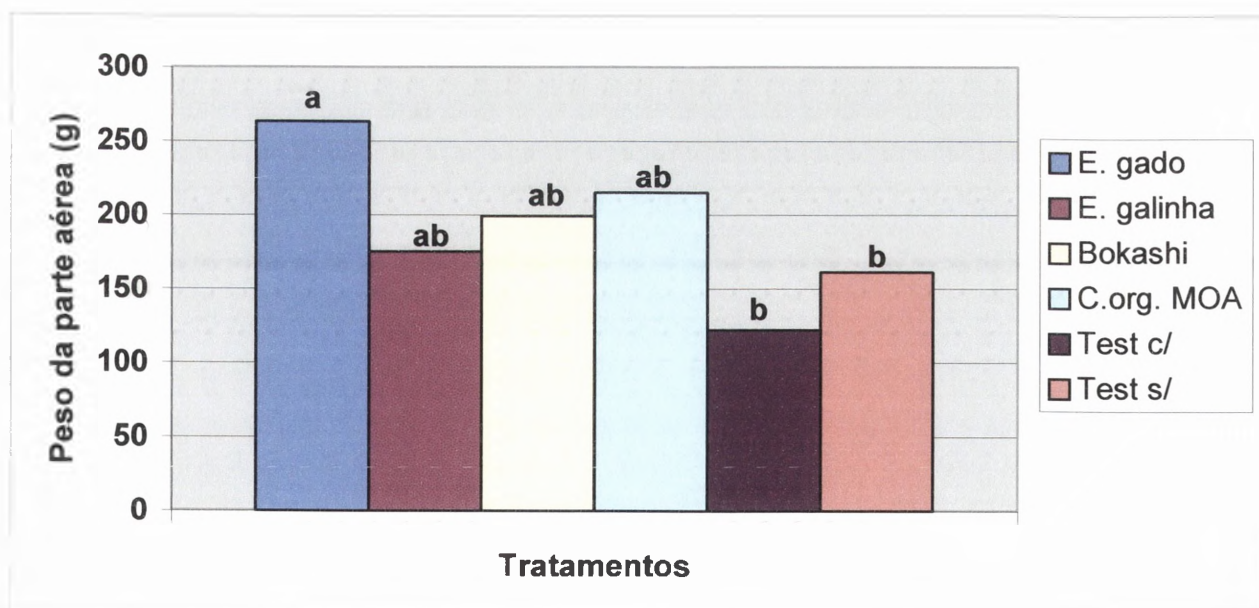
Portanto, neste experimento, todos os tratamentos apresentaram melhores resultados que as testemunhas no que diz respeito ao desenvolvimento da planta,

tanto da parte aérea quanto da raiz, demonstrando que a adubação orgânica contribuiu de modo significativo para um melhor desenvolvimento das plantas.



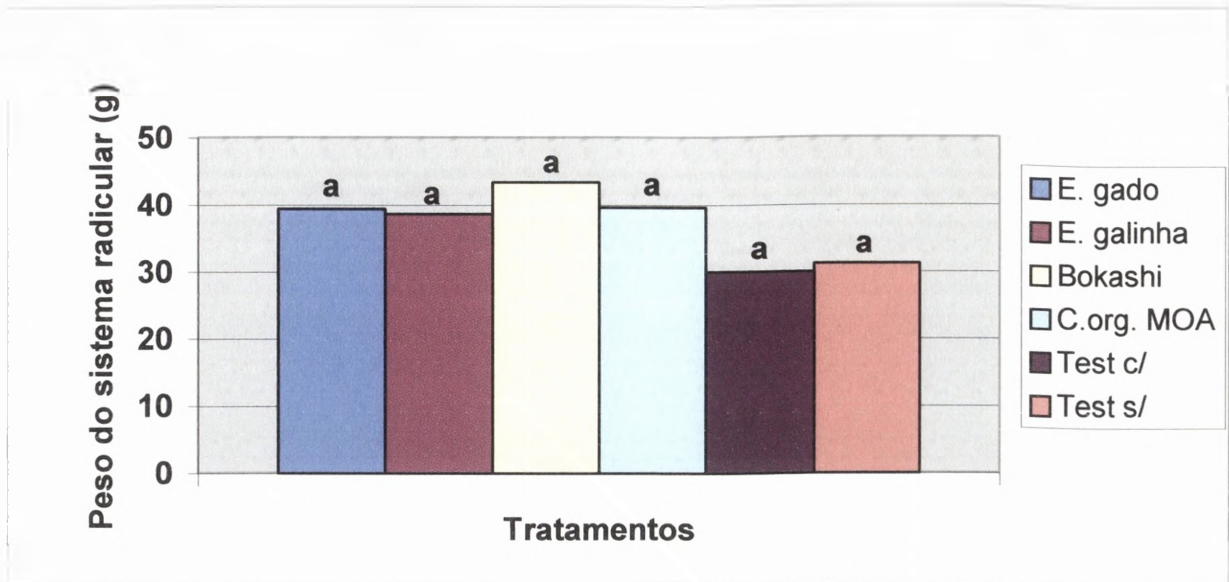
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey. CV= 27,091%.

Figura 8. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica e da inoculação com *Meloidogyne incognita* na altura da parte aérea de bananeiras das cultivares Grande Naine e Prata Anã, em casa de vegetação.



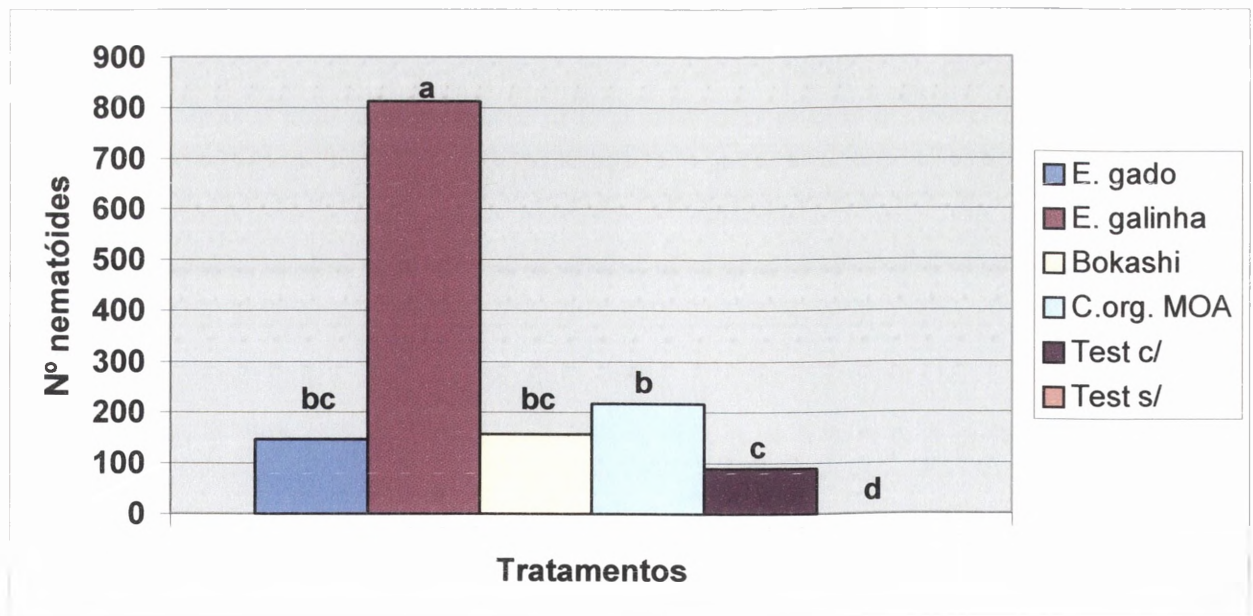
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey. CV= 38,522%.

Figura 9. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica e da inoculação com *Meloidogyne incognita* no peso da parte aérea de bananeiras das cultivares Grande Naine e Prata Anã, em casa de vegetação.



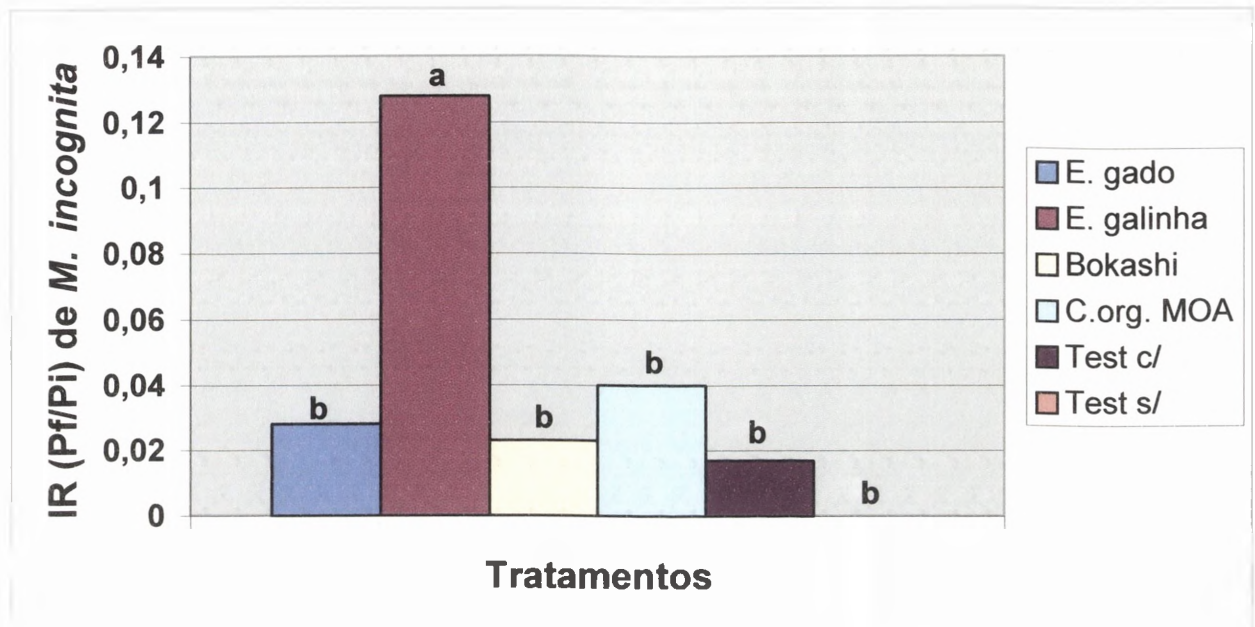
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey. CV= 45,615%

Figura 10. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica e da inoculação com *Meloidogyne incognita* no peso do sistema radicular de bananeiras das cultivares Grande Naine e Prata Anã, em casa de vegetação.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey. CV= 11,948%.

Figura 11. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica no número de nematóides recuperados na raiz e no solo de bananeira das cultivares Grande Naine e Prata Anã inoculadas com *Meloidogyne incognita* em casa de vegetação.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey. CV= 78,639%.

Figura 12. Efeito dos tratamentos com matéria orgânica no Índice de Reprodução (IR) de *Meloidogyne incognita* em bananeiras das cultivares Grande Naine e Prata Anã inoculadas com o nematóide em casa de vegetação.

Comparando os resultados dos dois experimentos, com *M. javanica* (microparcelas) e *M. incognita* (casa de vegetação) para os tratamentos em comum: esterco bovino e de galinha, Bokashi, composto orgânico-MOA e testemunha inoculada, verificou-se que no experimento de casa de vegetação, as plantas dos tratamentos com Bokashi, esterco bovino e a testemunha não foram perdidas. Para altura da parte aérea das cultivares no experimento em microparcelas, a testemunha foi significativamente diferente dos tratamentos com esterco de galinha, farelo de mamona e composto orgânico-MOA para a cultivar Grande Naine. Para a cultivar Prata Anã, a testemunha diferiu estatisticamente de todos os tratamentos, com exceção do Bokashi. No experimento em casa de vegetação, ainda com relação à altura da parte aérea para as duas cultivares, a

testemunha inoculada diferiu estatisticamente somente do composto orgânico-MOA.

No experimento de microparcelsas, resultados similares foram mostrados para o peso da parte aérea, com diferenças estatísticas da testemunha em relação aos tratamentos com esterco de galinha, farelo de mamona e composto orgânico-MOA, para a cultivar Grande Naine e do esterco de galinha, substrato de fibra de coco, farelo de mamona e composto orgânico-MOA para a cultivar Prata Anã. Entretanto, quando se comparou a testemunha com os tratamentos no experimento em casa de vegetação, a diferença significativa se deu apenas para o esterco bovino.

Em relação à reprodução do nematóide, expressa em número de indivíduos, e pelo índice de reprodução, não houve de um modo geral diferença significativa entre tratamentos, para os experimentos em microparcelsas e em casa de vegetação. A exceção foi o IR para esterco de galinha no experimento com *M. incognita* em casa de vegetação, que foi maior em relação aos demais tratamentos.

O baixo índice de reprodução dos nematóides tanto no experimento de campo quanto em casa de vegetação, pode ser explicado pela adição dos adubos químicos, que, segundo alguns autores, possuem efeito nematicida. Segundo Zambolim *et al.* (2001), a aplicação de superfosfato pode produzir mudanças bioquímicas, tais como aumento na quantidade de vitamina C, óleos vegetais, polifenóis, peroxidase e amônia, criando-se um ambiente desfavorável aos nematóides, promovendo uma redução na fecundidade e redução na população do fitonematóide. Segundo o mesmo autor, a redução do número de galhas e de massas de ovos de *Meloidogyne* tem sido explicada devido à liberação do íon NH_4^+ que apresenta efeito nematicida e este pode ser encontrado no sulfato de amônio, adubo utilizado no experimento.

Cofcewicz *et al.* (2003) estudando a ocorrência do nematóide de galhas parasitando bananeiras no Brasil, concluiu que, dentre as amostras analisadas, *M. javanica* ocorre com maior frequência (61,7%), seguido por *M. incognita* (32,2%),

M. arenaria (4,3%) e *Meloidogyne* spp. (1,8%). Em 80% das amostras analisadas as populações encontravam-se misturadas, prevalecendo *M. javanica* e *M. incognita* em condições de campo. No mesmo trabalho, com o uso de técnicas moleculares, os autores verificaram uma alta variabilidade intraespecífica dos nematóides, sendo que para *Meloidogyne javanica* essa variabilidade foi de 29,1%, para *Meloidogyne incognita* 19,5% e *M. arenaria* 40,2%. Essa alta variabilidade intraespecífica sugere a ocorrência de populações mais virulentas e de populações menos virulentas do nematóide, que talvez explique o baixo índice de reprodução obtido nos dois experimentos contidos neste trabalho.

Fica aqui demonstrado que, embora os experimentos executados utilizassem espécies diferentes do nematóide de galhas, os resultados em geral foram semelhantes, para ambas cultivares, mostrando mais uma vez a necessidade do uso de compostos orgânicos no cultivo de bananeira para a nutrição da planta e para desfavorecer o ataque de fitonematóides.

V – CONCLUSÕES

- O farelo de mamona resultou em excelente resposta das plantas no campo quanto ao seu desenvolvimento e também resultou no menor IR de *M. javanica*;
- O esterco de galinha possibilitou um excelente desenvolvimento das cultivares Grande Naine e Prata Anã no campo, porém, com um IR de *M. javanica* relativamente elevado;
- O substrato de fibra de coco GOLDEN MIX® resultou no maior índice de reprodução de *M. javanica* entre todos os tratamentos no campo, também no pior desenvolvimento das plantas;
- O Bokashi-MOA não foi eficiente no controle de *M. javanica* e *M. incognita* nos dois experimentos, porém, possibilitou um ótimo desenvolvimento das plantas sob condições de casa de vegetação;
- O composto orgânico-MOA reduziu a população de *M. javanica* no campo e, nos dois experimentos possibilitou um ótimo desenvolvimento das plantas;
- A testemunha no experimento de campo apresentou um índice relativamente alto de reprodução do nematóide e o desenvolvimento precário das plantas;
- O esterco bovino em casa de vegetação mostrou-se eficiente quanto ao desenvolvimento da planta e propiciou baixa multiplicação de *M. incognita*;
- Todos os tratamentos, em casa de vegetação, superaram as testemunhas para altura de parte aérea, peso de parte aérea e peso do sistema radicular, mostrando a eficiência dos adubos orgânicos no desenvolvimento de bananeiras Grande Naine e Prata Anã;
- O índice de reprodução de *M. incognita* em casa de vegetação foi muito baixo para todos os tratamentos;
- A adubação orgânica foi eficiente nos dois experimentos, contribuindo para um melhor desenvolvimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular de ambas cultivares;

LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G.N. Plant pathology. 3º ed. San Diego, California. Academic Press, 803 p. 1988.
- AKHTAR, M. & MAHMOOD, I. Poblaciones de nematodos y crecimiento de tomate en suelos enmendados con compostas de estiercol vacuno, urea, sulfato de amonio y productos a base de neem. *Nematropica* 24: 169-173. 1994.
- ALVES, E.J.(org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF. 585 p. 1997.
- ARAYA, M. Efecto depressivo de ataques de *Radopholus similis* en banano *Musa* AAA. *Corbana* 20(43): 3-6. 1995.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R. & GALVÃO, J.A.H. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. EMBRAPA-CNPMA, Jaguariúna – SP. 22p. 1997.
- BIRD, A.F. The effect of nitrogen deficiency on the growth of *Meloidogyne javanica* at different population levels. *Nematologica* 16: 13-21. 1970.
- BRITO, J. A. Antagonismo de gramíneas a *Meloidogyne javanica* e sua reação a *M. incognita* raça 3 e a *Pratylenchus brachyurus*. Tese de mestrado. Viçosa, UFV. 56 p. 1986.
- CHUNG, Y.R.; HOITINK, H.A.J.; DICK, W.A. & HERR, L.J. Effects of organic matter decomposition level and cellulose amendment on the inoculum potential of *Rhizoctonia solani* in hardwood bark media. *Phytopathology* 78: 836-840. 1988.
- COFCEWICZ, E. T; CARNEIRO, R.M.D.G.; CASTAGNONE-SERENO, P. & QUENÉHERVÉ, P. Diversidade de populações de *Meloidogyne* spp. em bananeiras no Brasil e nas Antilhas e sua patogenicidade a cultivares de *Musa*

- spp. In: XXIV Congresso Brasileiro de Nematologia, Petrolina, PE. p. 171 (Resumo). 2003.
- COOK, R.J. The oxygen – ethylene cycle and the value of compost. *Compost Science* 3:23-25. 1976.
- COSTA, D.C. Nematoses em banana e abacaxi no Brasil: danos e manejo. Congresso Brasileiro de Nematologia. Anais do 22 Congresso Brasileiro de Nematologia – Uberlândia: UFU/ICIAG p. 50-58. 2000.
- COSTA, D.C.; SILVA, S.O.; ALVES, F.R. & SANTOS, A.C. Avaliação de danos e perdas à bananeira cv. Nanica causadas por *Meloidogyne incognita* na região de Petrolândia-PE. *Nematologia Brasileira* 21:21. 1997. (Resumo).
- COSTA-MANSO, E.S.B.G.; TENENTE, R.C.V.; FERRAZ, L.C.B.; OLIVEIRA, R.S. & MESQUITA, R. Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil. EMBRAPA, Brasília, DF, Brasil. 488 p. 1994.
- DAVIDE, R.G. & MARASIGAN, L.Q. Yield loss assessment and evaluation of resistance of banana cultivars to the nematodes *Radopholus similis* Thorne and *Meloidogyne incognita* Chitwood. *Philippine Agriculturist* 68: 335-349. 1985.
- DAVIDE, R.G. & MARASIGAN, L.Q. Yield loss assessment and evaluation of resistance of banana cultivars to the nematodes *Radopholus similis* and *Meloidogyne incognita*. In: DAVIDE, R.G. (ed.). *Studies on nematodes affecting bananas in the Philippines*. Los Banos, Laguna: Philippine Agriculture and resources Research Foundation, Inc. p. 17-37; 79-93. 1992.
- DROPKIN, V.H. Nematode Control. In: DROPKIN, V.H. (ed.). *Introduction to Plant Nematology*. John Wiley e Sons, New York, p. 257-278. 1980.
- DROPKIN, V.H. *Introduction to plant nematology*. 2 ed. John Wiley e Sons. New York. 304p. 1989.

- DUBÓN, H. Control biológico del nemátodo del volcamiento (*Radopholus similis*) en el cultivo de banano (*Musa* AAA). Trabalho de graduação. EARTH. Guácimo, Costa Rica. 76 p. 1998.
- EISENBACK, J.D. & TRIANTAPHYLLOU, H.H. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. Manual of Agricultural Nematology. In: Nickle, W. R. (ed), Marcel Dekker, Inc, New York, NY. p. 191-274. 1985.
- FERRAZ, S.; DIAS, C.R. & FREITAS, L.G. Controle de nematóides com práticas culturais. In: Manejo Integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa – MG. p. 1-51. 2001.
- GOMES, J.T. Dispersion and level of root infestation by the "burrowing nematodes *Radopholus similis* "Cobb in some banana plantations of El Oro province, Ecuador. In: XII ACORBAT Meeting. Abstract. Junta Agroempresarial Dominicana, Inc. 1996. Santo Domingo Republica Dominicana. p. 88. 1996.
- GOWEN, S. & QUÉNÉHERVÉ, P. Nematode of banana, plantains and abaca. In: Luc, M.; Sikora, R.A. & Bridge, J. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. England, Wallingford,. CAB. International p. 431-460. 1990.
- HOITINK, H.A.J. & BOHEM, M.J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate – dependent phenomenon. Annual Review of Phytopathology 37: 93–114. 1999.
- HOITINK, H.A.J. & BOHEM, M.J. Interactions between organic matter decomposition level, biocontrol agents and plant pathogens in soilborne disease. In: Anais da IV REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS. ANAIS, Campinas, SP. p. 63-76. 1991.
- HOITINK, H.A.J. & FAHY, P.C. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. Annual Review of Phytopathology 24: 93-114, 1986.

- HOPER, H. & ALABOUVETTE, C. Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soil to plant diseases. *European Journal of Soil Biology* 32: 41-58. 1996.
- HUBER, D.M. & WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. *Annual Review of Phytopathology* 12: 139-165. 1974.
- HUSSEY, R.S. & BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57: 1025-1028. 1973.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, SP: Ceres. 492 p. 1985.
- KIRKPATRICK, J.D.; VAN GUNDY, S.D. & MAI, W.F. Interrelationships of plant nutrition growth and parasitic nematodes. *Plant Analysis and Fertilizer Problems* 4:189-255. 1964.
- LAHAV, E. & TURNER, D. Banana nutrition. Bern, Switzerland: International Potash Institute, 62 p. (IPI-Bulletin 7). 1983.
- LEAR, B. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. *Plant Disease Reporter* 43: 459-460. 1959.
- LOGSDON, G. Using compost for plant disease control. *Biocycle* 33: 36. 1993.
- LORDELLO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. 6^a ed. São Paulo, Nobel. p.161-170. 1988.
- MELO, I.S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: Melo, I.S. & Azevedo, J.L. Controle Biológico. Embrapa – CNPMA, Jaguariúna – SP. p. 17-67. 1998.
- MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y. & OKAMOTO, H. Agricultura natural. Sebrae, Cuiabá – MT. 69 p. 1997.
- MORAES, M.V. Teste preliminar para a determinação do poder nematicida das tortas. Sociedade Brasileira de Nematologia Publicações. Piracicaba –SP, nº 2, p. 193-196. 1977.

- MORAES, M.V. de & LORDELLO, L.G.E. Uso de torta de mamona no controle de nematóides em solo para viveiro de café. Sociedade Brasileira de Nematologia Publicações. Piracicaba –SP, nº 2, p. 267-271. 1977.
- MOREIRA, R. Como conviver com os nematóides em bananeiras. In: Congresso de Nematologia Tropical. Proceedings. Caldas Novas, Brasil, p.186-190. 1995.
- MOREIRA, R.S. Banana: teoria e prática de cultivo. Campinas-SP, Fundação Cargill. p. 243-249. 355p. 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Alternative agriculture. National Academy Press, Washington. 448 p. 1989.
- O'BRIEN, P.C. & STIRLING, G.R. Plant Nematology for Pratical Agriculturalists. 3^a ed. Queensland Government of Primary Industries, Brisbane, 54 p. 1991.
- OELHAF, R.C. Organic agriculture: economic and ecological comparisons with conventional methods. Montclair, N.J: Allanheld, Osmum and Co. Publishers. 271 p. 1978.
- OSCHATZ, H. Nuevos conocimientos y esperiencias en el abonamiento del banano. Boletin Verde, Hannover, n. 14, p. 1-28. 1962.
- PATEL, B.A.; VYAS; R.V.; PATEL. D.J. & PATEL, R.S. Susceptibility of banana cultivars to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp). Infomusa 5:26-27. 1996.
- PEREIRA, J.C.R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. & CHAVES, G.M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. Revisão Anual de Patologia de Plantas 4: 353-379. 1996.
- PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel. 3^a ed. p. 109-135. 1981.

- QUÉNÉHERVÉ, P. Population of nematodes in soils under banana cv. Poyo in the Ivory Coast, 2. Influence of soil texture, Ph and organic matter on nematode populations. *Revue de Nematologie* 11: 245-251. 1988.
- QUÉNÉHERVÉ, P. Population of nematodes in soils under banana cv. Poyo in the Ivory Coast, 4. Seasonal dynamics of populations in mineral soil. *Revue de Nematologie* 13: 149-160. 1989a.
- QUÉNÉHERVÉ, P. Population of nematodes in soils under banana cv. Poyo in the Ivory Coast, 3. Seasonal dynamics of populations in mineral soil. *Revue de Nematologie* 12: 160-170. 1989b.
- RICCI, M.S.F.; RODRIGUES, V.G.S. & SOUZA, V.F. Efeito de diferentes adubos orgânicos no crescimento de mudas de cupuaçu e pupunha. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia. Boletim de pesquisa, 18. 12 p. 1997.
- RITZINGER, C.H.S.P. & McSORLEY R. Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. *Nematropica* 28: 173-185. 1998.
- RODRIGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology* 18: 129-135. 1986.
- ROVIRA, A.D. The effect of farming practices on the soil biota. In: Pankhurst, C.E.; Doube, B.M.; Gupta, V.V.S.R. & Grace, P.R. (eds.). *Soil biota / management in sustainable farming systems*. Csiro, Australia. p.81-87. 1994.
- SANTOS, J.M.; FERRAZ, S. & OLIVEIRA, L.M. Efeitos de fertilizantes nitrogenados na formação de galhas em raízes de mudas de cafeeiro atacadas por *Meloidogyne exigua* e na eclosão de suas larvas. *Fitopatologia Brasileira* 6:457-463. 1981.
- SAYRE, R.M. Biotic influences in soil environment. In: ZUCKERMAN, B.M.; MAI, W.F. RODHE, R.A. (eds). *Plant Parasitic Nematodes*. Vol. I. Academic Press, New York. p. 235-256. 1971.

- SHEPHERD, K. & ALVES, E.J. The banana breeding programme at the Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Bahia. Fruits. Paris: Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes 39:154-157. 1984.
- SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: Vargas, M.A.T. & Hungria, M. (eds.). Biologia dos solos dos cerrados. EMBRAPA – CPAC, Planaltina – DF. p. 467-524. 1997.
- SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo – fundamentos e perspectivas. MEC – ESAL- FAEPE- ABEAS, Brasília, DF. p. 235. 1988.
- SIQUEIRA, J.O. Biologia do solo. ESAL/FAEPE, Lavras – MG. p.230. 1993.
- SMITH, P.K. & GOODMAN, R.M. Host variation for interaction with beneficial plant-associated microbes. Annual Review of Phytopathology 37: 473-491. 1999.
- STEPHENS, C.S. Banana nematodes: past, present and future. In: Congresso de Nematologia Tropical. Proceedings. Caldas Novas, Brasil, p.172-175. 1995.
- STOVER, R.H. & SIMMONDS, N.W. Bananas 3^o ed. New York: Longman, 468 p. 1987.
- SZCZECH, M.; RONDONANSKY, W.; BRZESKI, M.W.; SMOLINSKA, V. & ROTOWSKY, J.F. Suppressiv effects of a commercial earthworm compost on some root infecting pathogens on cabbage and tomato. Biological Agriculture and Horticulture 10:47-52. 1993.
- TAYLOR, A.L. & SASSER, J.N. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species), International Meloidogyne Project, North Caroline State University Graphics, North Caroline, USA, 111p. 1978.
- TENENTE, R.C.V. Interação entre nematóides e *Fusarium oxysporum* F. sp. *cubeense*. ANAIS. In: V Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura e I Workshop do Genoma Musa, Novembro de 2003, Paracatu, MG. p. 122-126. 2003.

- THURSTON, H.D. Organic soil amendments. In: Thurston, H.D. (ed.). Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. Boneder, Westween Press, p. 100–108. 1992.
- TOMITA, C.K. Matéria orgânica e compostagem. In X Semana do produtor rural de Taquara Brasília, DF. p. 8 (Apostila).1997.
- TOMITA, C.K. O cultivo do morango orgânico. In: Anais do I Workshop de Olericultura Orgânica na Região Agroeconômica do Distrito Federal, Brasília, p. 119-124. 2001 (a).
- TOMITA, C.K. Manejo da matéria orgânica no controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia) Universidade de Brasília, Brasília. 104 p. 2001 (b).
- TOMITA, C.K.; OLIVEIRA, J.C. & FILHO, A.C. Danos associados ao gênero *Fusarium* como patógeno radicular em culturas de soja e feijão nos Cerrados. In: 1st International Symposium on Tropical Savana / VIII Simpósio sobre o Cerrado. Brasília, p. 263-267. 1996.
- WALLACE, H.R. Nematode ecology and plant disease. New York, Edward Arnold, 228 p. 1973.
- ZAMBOLIM, L.; SANTOS, M.A.; BECKER, W.F. & CHAVES, G.M. Agro-waste soil amendments for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. Fitopatologia Brasileira 21: 250-253. 1996.
- ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.. & VALE, F.X.R. Efeito da nutrição mineral sobre doenças de plantas causadas por patógenos de solo. In: Manejo Integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa – MG. p. 347 - 408. 2001.
- ZEM, A.C. Problemas nematológicos em bananeiras (*Musa spp.*) no Brasil (contribuição ao seu conhecimento e controle). Piracicaba, SP: ESALQ, USP, 40 p. Tese Doutorado. 1982.

ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. SANEST – Sistema de análise estatística.
IAC. Campinas. 1984

Sites citados:

Aboissa Óleos Vegetais <http://www.aboissa.com.br/mamona/index.htm>
consultado em 18/08/2002.

CARVALHO, L.O. http://www.agrocasas.com.br/Arquivos_culturas/Culturas/MAMONA.htm consultado em 17/08/2002.

IBGE www.ibge.gov.br consultado em 21/07/2003.

ANEXOS

Tabela 1. Análise do solo da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília - Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal / CAMPO-Centro de Análises Agrícolas.

Macronutrientes e pH		Valores	
pH	água	6,2	
pH	CaCl ₂	5,7	
M. O.		2,8 dag/Kg	
P		47,1 mg/dm ³	
P _{resina}		-	
K		101,0 mg/dm ³	
S		2,8 mg/dm ³	
Ca ²⁺		3,5 cmol _c /dm ³	
Mg ²⁺		0,9 cmol _c /dm ³	
Na ²⁺		-	
Al ³⁺		0,0 cmol _c /dm ³	
H + Al		3,6 cmol _c /dm ³	
CTCt		8,3 cmol _c /dm ³	
V		57,0 %	
m		0,0%	
Relações			
Ca / Mg		3,9	
Ca / K		13,5	
Mg / K		3,5	
Saturação do Complexo de Troca		(%)	
K		3,0	
Ca		42,0	
Mg		11,0	
H + Al		44,0	
Na		0,0	
Micronutrientes		(mg/dm³)	
B		0,2	
Zn		17,1	
Fe		52,0	
Mn		23,0	
Cu		1,5	
Análise Granulométrica			
Areia	Silte	Argila	Classe Textural
18%	26%	56%	Argila

Tabela 2. Resultados analíticos do fertilizante orgânico Esterco bovino - Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal/CAMPO-Centro de Análises Agrícolas.

pH em água	8,0
pH em CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	7,7
Material inerte	0,0 %
Umidade a 65° C	54,0 %
Umidade total a 105° C	55,5 %
Carbono Orgânico Total	17,3 %
Carbono Orgânico Oxidável	0,0%
Resíduo mineral total	30,7 %
Resíduo mineral solúvel	6,3 %
Resíduo mineral insolúvel	24,4 %
Nitrogênio total	13,0 g.Kg ⁻¹
Relação C / N (total)	13,3
P	2,4 g.Kg ⁻¹
K	9,2 g.Kg ⁻¹
Cálcio ²⁺	9,3 g.Kg ⁻¹
Mg ²⁺	3,9 g.Kg ⁻¹
S	1,5 g.Kg ⁻¹
B	56,0 mg.Kg ⁻¹
Zn	74,0 mg.Kg ⁻¹
Fe	20387,0 mg.Kg ⁻¹
Mn	691,0 mg.Kg ⁻¹
Cu	22,0 mg.Kg ⁻¹

Observações: Nutrientes e Carbono Orgânico determinado na matéria seca a 65°C.
Matéria Orgânica = Carbono orgânico x 1,724.

Tabela 3. Resultados analíticos do fertilizante orgânico Esterco de galinha - Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal / CAMPO-Centro de Análises Agrícolas.

PH em água	8,8
pH em CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	8,7
Material inerte	0,0 %
Umidade a 65° C	31,5 %
Umidade total a 105° C	35,3 %
Carbono Orgânico Total	23,0 %
Carbono Orgânico Oxidável	0,0 %
Resíduo mineral total	37,3 %
Resíduo mineral solúvel	33,7 %
Resíduo mineral insolúvel	3,6 %
Nitrogênio total	23,8 g.Kg ⁻¹
Relação C / N (total)	9,7
P	25,3 g.Kg ⁻¹
K	36,2 g.Kg ⁻¹
Cálcio ²⁺	145,0 g.Kg ⁻¹
Mg ²⁺	12,2 g.Kg ⁻¹
S	6,0 g.Kg ⁻¹
B	70,0 mg.Kg ⁻¹
Zn	441,0 mg.Kg ⁻¹
Fe	10691,0 mg.Kg ⁻¹
Mn	444,0 mg.Kg ⁻¹
Cu	480,0 mg.Kg ⁻¹

Observações: Nutrientes e Carbono Orgânico determinado na matéria seca a 65°C.
 Matéria Orgânica = Carbono orgânico x 1,724.

Tabela 4. Análise química do substrato de fibra de coco feita nos EUA pelo método da “pasta de saturação” (SME).

pH, macro e micronutrientes	valores
pH	6,15
Sais Solúveis	0,57 mmhos/cm
Nitrato (N-NO₃)	3,01 ppm
Amônia (N - NH₄)	0,00 ppm
P	5,21 ppm
K	150,0 ppm
Ca²⁺	1,44 ppm
Mg²⁺	1,18 ppm
S	16,7 ppm
B	0,245 ppm
Fe	0,144 ppm
Mn	0,023 ppm
Cu	0,011 ppm
Zn	0,017 ppm
Mo	0,000 ppm
Al	0,000 ppm
Na	12,0 ppm
Cl	131,0 ppm

Fonte: AMAFIBRA