



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MANEJO AGROECOLÓGICO DA CULTURA DO INHAME:
PRODUTIVIDADE, QUALIDADE, CONTROLE DE NEMATÓIDES E
MANCHAS FOLIARES**

MARLON DA SILVA GARRIDO

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
MARÇO - 2005

MANEJO AGROECOLÓGICO DA CULTURA DO INHAME:
PRODUTIVIDADE, QUALIDADE, CONTROLE DE NEMATÓIDES E
MANCHAS FOLIARES

MARLON DA SILVA GARRIDO

Engenheiro Agrônomo
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2003.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr^a. ANA CRISTINA FERMINO SOARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2005

FICHA CATALOGRÁFICA

G241 Garrido, Marlon da Silva

Manejo agroecológico da cultura do inhame: produtividade, qualidade, controle de nematóides e manchas foliares/ Marlon da Silva Garrido. - Cruz das Almas, Ba, 2005.

73p.: il.; tab.; graf.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, 2005.

1. Inhame – agroecologia. 2. inhame – adubação. Inhame – epidemiologia. 4. inhame – nematóide. I. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia. II. Título.

CDD 20. ed. 635.23

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares
Escola de Agronomia – UFBA
(Orientador)

Prof. Dr. João Luiz Coimbra
Escola de Agronomia de Barreiras – UNEB

Dr. Francisco Ferraz Laranjeira
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em

.....
Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrárias em

.....

Aos meus pais
Clóvis Câmera Garrido
e
Lindaura da Silva Garrido
dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À minha família, sempre presente, pelo apoio, carinho, educação e exemplo.

À Luciene do Nascimento Mendes, pelo apoio constante em todos os momentos.

Aos amigos Clarice, Tácio e Taciano pelo total incentivo e palavras amigas nos momentos difíceis.

A minha orientadora, professora Dr^a Ana Cristina Fermino Soares, pelo apoio e competente orientação neste trabalho.

Ao meu co-orientador, Dr. João Luiz Coimbra, meu agradecimento pelas sugestões e co-orientação.

Ao pesquisador Dr. Francisco Ferraz Laranjeira, pela competente co-orientação e dedicação no desenvolvimento do trabalho epidemiológico.

A Dr^a Jane Oliveira Perez, pelo incentivo e momentos de lazer.

As minhas irmãs Carlinha e Cássia pelo amor e afeto.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Fitopatologia, Nailson, Marizete, Marília, Gisele, Lindemberg, Maiara e Suane.

Aos amigos Ruberval e Onildo, pelos momentos de descontração e incentivo.

Aos colegas do curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Nali, Rodrigo, Saulo, Rosely, Adriana, Elisângela, Genilda e Andréa.

Ao Coordenador do Mestrado em Ciências Agrárias, professor Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho, pelo incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos, apoio que facilitou a realização deste trabalho.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio ao desenvolvimento e divulgação das pesquisas com a cultura do inhame.

Aos professores do Mestrado em Ciências Agrárias da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, aos colegas e funcionários, pelo incentivo.

Aos professores Luciano Soares de Vasconcelos Sampaio e Antônio Wellington Bastos de Almeida, pelo incentivo à iniciação científica.

À Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, pelos desafios e realizações proporcionados.

"No início faça o imprescindível,
depois, o possível
e, de repente estará fazendo o
impossível".

São Francisco de Assis.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	01
Capítulo 1	
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE TÚBERAS DE INHAME DA COSTA PRODUZIDAS COM ADUBOS VERDES NO NORDESTE DO BRASIL.....	11
Capítulo 2	
MANEJO DA CROTALÁRIA E DO GUANDU NO CONTROLE DE NEMATOSSES ASSOCIADAS À CULTURA DO INHAME.....	36
Capítulo 3	
SEVERIDADE E PROGRESSO DE MANCHAS FOLIARES CAUSADAS POR <i>Curvularia eragrostidis</i> e <i>Phyllosticta</i> sp. EM CULTIVO DE INHAME CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES NO RECÔNCAVO DA BAHIA.....	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

MANEJO AGROECOLÓGICO DA CULTURA DO INHAME: PRODUTIVIDADE, QUALIDADE, CONTROLE DE NEMATÓIDES E MANCHAS FOLIARES.

Autor: Marlon da Silva Garrido

Orientadora: Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: A agroecologia preza os princípios da preservação e ampliação da biodiversidade dos agroecossistemas, os quais constituem as bases para se atingir a sustentabilidade do ecossistema. A cultura do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) vem se destacando no Nordeste brasileiro como uma alternativa promissora para os pequenos e médios produtores da região. Este trabalho teve o objetivo de avaliar sistemas de manejo agroecológico da cultura do inhame, com a utilização de adubos verdes, e seus efeitos nas características produtivas, na taxa de retorno financeiro e nas principais doenças associadas a esta cultura. Foram montados três experimentos com os seguintes adubos verdes: crotalária (*Crotalaria juncea*) (CJ), guandu (*Cajanus cajan*) (CC) e a combinação de ambos (CJ + CC). Em condições *in vitro*, avaliou-se o efeito nematostático e nematicida dos extratos da parte aérea fresca e seca de CJ, CC e CJ + CC. No segundo trabalho, conduzido em casa de vegetação, avaliou-se o efeito da incorporação ao solo da parte aérea de CJ, CC e CJ + CC, na infectividade de *Scutellonema bradys*, utilizando-se o tomateiro como planta hospedeira. E, em condições de campo, avaliou-se o efeito do cultivo e incorporação ao solo de CJ, CC e CJ + CC, nas entrelinhas do plantio do inhame, na qualidade e produtividade das túberas, no índice de retorno financeiro da cultura, no manejo de fitonematóides e na severidade da queima das folhas. Os extratos da matéria fresca de CJ e CC apresentaram efeito nematicida de 100% e 40% a *S. bradys*, respectivamente. A incorporação de CJ ao solo inibiu a infectividade de *S. bradys* em mudas de tomateiro. O plantio de CJ e CJ + CC, nas entrelinhas do inhame, demonstrou ser eficiente no manejo de *S. bradys* e de *Rotylenchulus reniformis*. O sistema de cultivo de inhame com CC na entrelinhas proporcionou maior produtividade total de túberas (33,13 t/ha), produtividade de túberas padrão (22,96 t/ha), túberas comerciais (32,24 t/ha) e o maior lucro

operacional (US\$5.707,88). O modelo Logístico é o que melhor se ajustou à curva de progresso da mancha foliar causada pela *Curvularia eragrostidis*, nas condições do Recôncavo da Bahia. As taxas de progresso dessa mancha foliar são similares para os sistemas de cultivo de inhame com adubos verdes. O cultivo convencional de inhame apresenta taxa de progresso da doença 37% superior ao cultivo com adubos verdes. Existe baixa correlação entre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para as manchas foliares causadas por *C. eragrostidis*, *Phyllosticta* sp. e o conjunto das lesões causadas por ambos os patógenos, em relação ao peso, diâmetro e comprimento das túberas de inhame.

Palavras chave: *Scutellonema bradys*, *Dioscorea cayennensis*, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*, casca preta, mancha foliar.

**AGROECOLOGICAL MANAGEMENT OF YAM CROP:
YIELD, TUBER QUALITY, CONTROL OF NEMATODES AND LEAF SPOT
DISEASES**

Author: Marlon da Silva Garrido

Advisor: Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: Agroecology is based on the preservation and increase of agroecosystems biodiversity, which constitutes the base to achieve sustainability. The yam (*Dioscorea cayennensis* Lam.) crop has been pointed out in the Northeastern region of Brazil, as a promising crop for small and average farmers. This work had the objective of evaluating agroecological management of yam plantations, with the utilization of green manure, and its effect on the productive characteristics, in the financial return index, and in the major diseases associated with this crop. Three experiments were carried out with the following leguminous plants as green manure: crotalaria (*Crotalaria juncea*) (CJ), pigeon pea (*Cajanus cajan*) (CC), and the combination of both (CJ + CC). Under in vitro conditions, the first experiment evaluated the nematostatic and nematicide effect of extracts from fresh and dry matter of aerial part of CJ, CC, and CJ + CC. The second experiment was carried out under greenhouse conditions, to evaluate the effect of soil incorporation of CJ, CC, and CJ + CC in the infectivity of *Scutellonema bradys*, using tomato plants as the host plant. The third experiment was carried out in the field, to evaluate the effect of intercropping and incorporation of CJ, CC, and CJ + CC to soil, in the quality, yield, financial return index, management of yam parasitic nematodes, and severity of leaf spots. The extracts from fresh matter of CJ and CC presented a nematicide effect of 100% and 40% to *S. bradys*, respectively. Soil incorporation of CJ inhibited the infectivity of *S. bradys* in tomato seedlings. Planting CJ and CJ + CC between the yam planting lines, was shown to be an effective method for the management of *S. bradys* and *Rotylenchulus reniformis*. The yam crop system with CC between the yam planting lines promoted the highest total tuber yield (33.13 t/ha), yield of tubers with quality for exportation (22.96 t/ha), commercial tubers (32.24 t/ha), and the highest operational profit (US\$5,707.88). Logistic was the model that best described the progress of yam leaf spot, for the Recôncavo region of Bahia. Rates of disease progress were

similar for the crop systems with green manure. The conventional crop system presented a disease progression index of 37 % superior to that of the green manure crop systems. A low correlation was observed between the area under the disease progress curves for the leaf spot caused by *C. eragrostidis*, *Phyllosticta* sp., and the combination of leaf spots caused by both pathogens, with regard to the yam tuber weight, diameter, and length.

Key-words: *Scutellonema bradys*, *Dioscorea cayennensis*, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*, dry rot, leaf spot diseases

INTRODUÇÃO

Agroecologia

A agroecologia pode ser definida como uma estrutura metodológica de trabalho para a compreensão mais profunda, tanto da natureza dos agroecossistemas como dos princípios segundo os quais eles funcionam, constituindo uma abordagem integral dos princípios agronômicos, ecológicos e sociais, para a compreensão e avaliação dos efeitos das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo (Altieri, 2000).

Na agroecologia, os princípios da preservação e ampliação da biodiversidade dos agroecossistemas agrícolas constituem as bases para se atingir a auto-regulação e sustentabilidade do ecossistema (Altieri et al., 1987). A consorciação de culturas agrícolas com leguminosas tem sido considerada uma forma simples de aumentar a biodiversidade nos sistemas de produção agrícola (Gualberto et al., 2003). A prática do cultivo de leguminosas, em consórcio ou rotação com culturas agrícolas é conhecida como adubação verde (Osterroht, 2002).

Manejo de adubos verdes

Uma alternativa viável para a melhoria dos sistemas de produção agrícola, em termos de produtividade e qualidade do solo, para os pequenos produtores do Nordeste brasileiro é a utilização de adubos verdes, que consiste na aplicação na superfície ou incorporação ao solo de biomassa vegetal não decomposta, oriunda de plantas cultivadas no local ou importadas de outras áreas.

A adubação verde tem, como finalidade, preservar e/ou restaurar as características físicas, químicas e biológicas do solo, em terras agricultáveis (Osterroht, 2002). A utilização de adubos verdes, além de fornecer nutrientes, cria um microclima que minimiza o stress da planta nos períodos mais quentes do ano,

favorecendo a germinação das sementes, como por exemplo, as de inhame (*Dioscorea alata* Lam.) no campo (Buderman, 1990). A integração de leguminosas como adubos verdes, em sistemas de plantio com baixo investimento em insumos agrícolas, melhora a produtividade e contribui para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Fischler e Wortmann, 1999).

Contudo, nos sistemas de plantio com adubação verde, é fundamental a escolha de espécies vegetais que sejam bem adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região. No Nordeste Brasileiro, a mucuna preta (*Stylobium aterrimum* L.), mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), feijão guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp) e crotalária (*Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*), têm sido as mais indicadas por apresentarem alta produtividade de fitomassa, precocidade fenológica e não favorecerem a incidência de pragas e doenças (Choudhury, et al., 1991). O feijão guandu e a *C. juncea* se destacam pelo grande potencial para a recuperação de áreas degradadas, sendo seu cultivo intercalado ou consorciado, essencial para a formação de sistemas de cultivo agroecológicos (equilibrados), por possuírem elevada produtividade de massa seca da parte aérea, melhorando significativamente as características físicas, químicas e biológicas dos solos (Alvarenga, 1995; Amabile, 1996).

A cultura do inhame

A cultura do inhame, também conhecida como inhame da Costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.), vem se destacando no Nordeste brasileiro como uma alternativa promissora para os pequenos e médios produtores, devido ao seu grande potencial de exportação e consumo interno (Garrido & Mendes, 1999).

Sua propagação é feita de forma vegetativa, com túberas sementes cortadas em pedaços de aproximadamente 200 g, plantadas em camaleões com 0,50 m de altura e espaçamento de 1,20 m entre camaleões e 0,40 m entre plantas. A maioria dos produtores no Nordeste utilizam adubo orgânico na fertilização da cultura e o sistema de tutoramento em varas para a condução das plantas (Santos, 1996).

Na última década, o agronegócio internacional do inhame vem tendo um aumento expressivo, contribuindo para a expansão de áreas cultivadas na região. Em termos de produção e área plantada, os países africanos, principalmente a Nigéria, Gana e Costa do Marfim, dominam o panorama internacional (FAO, 2003).

No cenário Sul Americano, o Brasil destaca-se como principal produtor, com uma área colhida de 25mil hectares e produção de 225mil toneladas, estando a exploração econômica concentrada na região Nordeste. Os principais Estados produtores são a Paraíba, Pernambuco e Bahia, que respondem por 90% da produção nacional.

Contudo, os reduzidos investimentos em ciência e tecnologia têm ameaçado esta posição do Brasil no cenário Sul Americano (Mesquita, 2001). A baixa produtividade brasileira (9,7 t/ha) é justificada pelo baixo nível tecnológico empregado no manejo da cultura. Este fato também é observado em outros países, a exemplo da Jamaica, onde Sue & Wickham (1998) atribuem a baixa produtividade alcançada nas lavouras ao baixo nível tecnológico empregado no cultivo do inhame.

Diferenças significativas na produtividade do inhame da Costa foram obtidas no município de Maragogipe, na Bahia, com a utilização de tecnologias de produção adequadas (Garrido et al., 2003a). Nesse município, principal região produtora no Estado da Bahia, a cultura do inhame da Costa é responsável por 37% da renda dos produtores (Mendes et al., 2003). Estudos envolvendo o desenvolvimento de novas tecnologias e a adaptação das já existentes são necessários para impulsionar as exportações do inhame no Brasil (Garrido et al., 2003b).

Nematoses associadas à cultura do inhame

A cultura do inhame é susceptível ao ataque de importantes espécies de nematóides (Kwoseh et al., 2002). Dentre esses, destacam-se as espécies *Scutellonema bradys* (Steiner & Le Hew) Andrassey, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Steklovem, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, as quais são responsáveis por danos à cultura (Moura, 1997; Santana et al., 2003; Garrido et al., 2004).

A alta incidência desses fitonematóides no Nordeste brasileiro afeta a produtividade, a qualidade e o valor comercial das túberas de inhame (Moura, 1997; Garrido et al., 2003). Os nematóides *S. bradys* e *Pratylenchus* sp. penetram pela epiderme da túbera formando galerias durante o seu processo de alimentação e multiplicação, causando, uma necrose conhecida como casca preta do inhame (Moura et al., 2001).

Esses fitonematóides, além de terem uma disseminação permanente por túberas-sementes, são de difícil controle (Jatala, 1990). Túberas portadoras do sintoma de casca preta perdem água rapidamente e ficam predispostas ao ataque de microorganismos secundários, além de serem excluídas nas seleções para exportação (Acosta, 1975).

Principais métodos de manejo de nematoses associados à cultura do inhame

Na cultura do inhame, o manejo de nematóides, principalmente de *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus* sp., limita-se ao controle químico e físico (Moura et al., 1978). Contudo, esses métodos vêm apresentando algumas restrições quanto ao seu uso. A utilização de nematicidas fumigantes e dos sistêmicos não é recomendada para a cultura do inhame no Brasil por razões toxicológicas e econômicas (Moura, 1997). O controle físico com o tratamento hidrotérmico das túberas sementes vem apresentando restrições quanto à praticidade, principalmente devidos às dificuldades dos pequenos produtores em adotar o método (Moura et al., 1978).

O controle cultural com uso de plantas antagônicas a nematóides, como a crotalária, vem demonstrando ser um método promissor na redução da população de nematóides no campo (Wang et al., 2002). Essa planta é conhecida pelas suas propriedades tóxicas a nematóides (Wang et al., 2001). Em plantio de inhame da Costa, no Estado de Pernambuco, a *C. juncea* reduziu a população de *Pratylenchus coffeae* no solo, após a rotação por dois anos (Santana et al., 2003). Outro método importante no manejo de fitonematóides é o uso de matéria orgânica de origem animal ou vegetal, prática que promove incrementos no teor de matéria orgânica do solo, favorecendo o desenvolvimento de microorganismos antagônicos e predadores a nematóides (Babatola & Oyedunmate, 1992; Akhtar & Mahmood, 1997; Windmer, et al., 2002).

O guandu (*Cajanus cajan*) e a *C. juncea* se destacam pela elevada produtividade de massa seca da parte aérea, melhorando significativamente as características físicas, químicas e biológicas dos solos (Alvarenga, 1995; Amabile, 1996). Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito desses adubos verdes no controle de *S. bradys* no inhame, o principal agente causal da casca preta do inhame na região do Recôncavo da Bahia (Garrido et al., 2004).

Doenças foliares associadas à cultura do inhame

A queima das folhas, também conhecida como requeima, é uma doença de alta incidência e severidade em todas as áreas de produção de inhame no Nordeste do Brasil, causando grandes perdas em cultivos irrigados e de sequeiro (Moura, 1997). Reduções de 35 a 40% no peso das túberas comerciais e a destruição total de campos de cultivo, têm sido associadas a níveis elevados desta doença (EMATER/IPA, 1985).

Entre os principais patógenos que causam doenças foliares na cultura do inhame em plantios pelo mundo, destacam-se *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.; *Curvularia eragrostidis* (P. Henn) Meyer; *Phyllosticta dioscoreaecola* P. Brun.; *Phyllosticta dioscoreae* Cooke.; *Mycosphaerella dioscoreaecola* Sydow.; *Cercospora ubi* Raciborski e *Pestalotiopsis cruenta* (Kleb.) Steyaert (Baudin, 2004; Van Der, 2004).

No Brasil, a queima das folhas do inhame é causada por *Curvularia eragrostidis* (P. Henn) Meyer. Sendo seus sintomas primários caracterizados por manchas foliares necróticas, de coloração marrom-escura, circundadas por um halo amarelo, tendo um formato circular com diâmetro de 2 a 3 cm (Moura, 1997).

Perez et al. (2004) identificaram a presença de *Phyllosticta* sp. causando manchas foliares no inhame da Costa, em cultivos no Recôncavo da Bahia. Não se têm informações sobre estudos epidemiológicos da *Phyllosticta* sp. e sua interação com *Curvularia eragrostidis* em cultivos de inhame no Brasil.

No Estado de Pernambuco, já foram conduzidos estudos sobre a severidade da queima das folhas do inhame, causada por *C. eragrostidis*, em sistemas de cultivo de inhame irrigado e em sequeiro (Michereff et al., 1999). No entanto, não existem estudos epidemiológicos sobre a queima das folhas e outras manchas foliares do inhame na região do Recôncavo da Bahia e nem sobre esta doença em

sistemas de cultivo de inhame consorciado com outras culturas agrícolas ou com adubos verdes.

Este trabalho teve como objetivo, avaliar sistemas de manejo agroecológico da cultura do inhame, com a utilização de adubos verdes e seu efeito nas características produtivas, na taxa de retorno financeiro e nas principais doenças associadas a esta cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, N.; AYALA, A. Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae*, *Scutellonema bradys*, *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on *Dioscorea rotundata*. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.7, n. 1, p.1-5, 1975.

AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Impact of organic and management and plant-based products on plant-parasitic and microbivorous nematode communities. **Nematologia Mediterrânea**, Índia, v.25, n.1, p.21-23, 1997.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2 ed. Ed. Universitária/UFRGS, 2000.

ALTIERI, M. A.; ANDERSON, M. K.; MERRICK, L. C. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. **Conservation Biology**, v.1, p.49-58, 1987.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, fev. 1995.

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. de; DUARTE, J. B.; FANCELLI, A. L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, n.2-3, p.296-303, mai-dez. 1996.

BABATOLA, J.O.; OYEDUNMADE, E. A. Influence of organic manures and urea on nematode pests of *Celosia argentea*. **Nematologia Mediterrânea**, Índia, v.20, n.1, p. 237-239, 1992.

BAUDIN, P. Maladies parasitaires des ignames en Côte d'Ivoire. <http://www.Bondy.ird.fr/pleins_textes/pleins_textes_s/b_fdi_08-09/10433.pdf>. acesso em dez. 2004.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: ed. Ceres, 1996. 289p.

BUDELMAN, A. Woody legumes as live support systems in yam cultivation. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v.10, p.61-69, 1990.

CHOU DHURY, E. N.; FARIA, C. M. B. de; LOPES, P. R. C.; CHOU DHURY, M. M. *Adubação verde e cobertura morta em áreas irrigadas do Submédio São Francisco: I - Comportamento das espécies*. Petrolina: CPATSA, n.44, mai.1991. 3p. (Comunicado Técnico,44).

EMATER/IPA. Sistema de produção para Cará da Costa: Agreste Setentrional. Agreste Meridional e Mata Norte. Recife. Empresa de assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Pernambuco/ Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. 1985.

FAO. *FAOSTAT*. Disponível em:<<http://www.fao.org>>. Acesso em mar. 2003.

FISCHLER, M.; WORTMANN, C. S. Green manures for maize-bean systems in eastern Uganda: agronomic performance and farmers' perceptions. **Agroforest Systems**, Netherlands, v.47, p.123-138, 1999.

GARRIDO, M. da S. & MENDES L. DO N. **Dicas sobre a cultura do inhame: uma linguagem simples para o pequeno e médio produtor rural**. Cruz das Almas, 1999. 13p. (Boletim informativo: Série Agricultor).

GARRIDO, M. da S.; SOARES, A. C. F.; COIMBRA, J. L.; SOUSA, C. da S. Adubos verdes no controle do nematoide *Scutellonema bradys* na cultura do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.). **Fitopatologia Brasileira**, Uberlândia, v.29, p.S241, 2004.

GARRIDO, M. DA S; SOARES, A. C. F; MENDES, L. DO N; PEREZ, J. O Novas tecnologias para a produção do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) no Estado da Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v.6, n.1, p.19-22, nov. 2003b.

GARRIDO, M. da S; SOARES, A. C. F; JESUS, O N de. Comparação da qualidade e produtividade de túberas de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) em três áreas de plantio no Município de Maragojipe – BA. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura. Recife, **Resumo...**, 2003a. CD-ROM.

GUALBERTO, V. MELLO, C. R. de.; NÓBREGA, J. C. A. O uso do solo no contexto agroecológico: uma pausa para reflexão. **Informe Agropecuário**. v.24, n.220, p.18-28, 2003.

JATALA, P.I; BRIDGE. Nematode parasites of root and tuber crops. In: LUC, M.; SIKORA; BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Wallingford: CAB International, p.137-180, 1990.

KWOSEH, C.; PLOWRIGHT, R. A.; BRIDGE, J. The yam nematode: *Scutellonema bradys*. in: SARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (eds). **Resistance to parasitic nematode**. Ed. CABI Publishing. Wallingford. v.1, p.221-228, 2002.

MENDES, L. do N; GARRIDO, M. da S.; OLALDE, A. R.; SILVA, T. O. da. Caracterização dos produtores de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) do município de Maragojipe – Bahia. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 41., 2003, Juiz de Fora, **Texto...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. CD-ROM.

MESQUITA, A. S. Inhame na Bahia: a produção a caminho da competitividade. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.4, n.2, p.39-48, nov.2001.

MICHEREFF, S.J.; PEDROSA, R.A.; NORONHA, M. A.; MARTINS, R.B. Influencia de la irrigacion em em atizonamiento de lãs hojas de ñame (*Dioscorea cayennensis*) por *Curvularia eragrostidis* em el N.E. de Brasil. **Boletín Micológico**, v.14.n.1-2. p.49-56, 1999.

MOURA, R.M. Doenças do inhame. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds). **Manual de Fitopatologia**. Editora Ceres, São Paulo: p.463-471, 1997.

MOURA, R.M.; COELHO, R.S.B.; PIO RIBEIRO, G. Estudo etiológico e efeito de 1,2-dibromo-3-cloropropano no controle da casca preta do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.). **Fitopatologia Brasileira**, v.3, n.1, p.47-53, 1978.

MOURA, RM.; PEDREGOSA, E.M.R.; GUIMARÃES, L.M.P. Novos dados sobre a etiologia da casca preta do inhame no Nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira**, v.5, n.2 , p.235-237, 2001.

OSTERROH, M. V. O que é uma adubação verde princípios e ações. In: **Agroecologica Hoje**. v.1, n.14, p.9-11, 2002.

PEREZ, J. O.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. da S.; SILVA, D. S. da; ALMEIDA, N. S. de; SANTOS, A. P. dos S.; SOUSA, C. da S. Ocorrência de *Phyllosticta* sp. em inhame nos municípios de Cruz das Almas e Maragogipe–BA. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.30, (suplemento), p.120, 2004.

SANTANA, A.A.D.; MOURA, R.M & PEDROSA, E.M.R. Efeito da rotação com cana-de açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematóides parasitos do inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.1, n.27, p.13-16, 2003.

SANTOS, E. S. dos. *Inhame (Dioscorea ssp) aspectos básicos da cultura*. João Pessoa: EMEPA-PB, Sebrae, 1ª ed., 1996. 158p.

SUE, H. C. & WICKHAM, L. D. Improving traditional yam production systems: The case of yellow yams in Jamaica. **Tropical Agriculture**, v.75, n.1-2, p.252-256, 1998.

VAN DER, H. A. Studies in *Phyllosticta*. In:< <http://ip.library.uu.nl/cbs/sim5/Sim5.htm>, acesso em Dez. 2004.

WANG, K-H.; SIPES,B.S.; SCHMITT, D.P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: A review. **Nematropica**. v.32, n.1, p.35-57, 2002.

WANG, K-H.; SIPES,B.S.; SCHMITT, D.P. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus* and *Tagetes erecta*. **Nematropica**. v.31, n.2, p. 235-249, 2001.

WIDMER, T. L.; MITKOWSKI, N. A.; ABAWI, G. S. Soil organic matter and management of plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**. Lawrence, v.34, n.4, p.289-295, 2002.

CAPÍTULO 1

QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE TÚBERAS DE INHAME DA COSTA PRODUZIDAS COM ADUBOS VERDES NO NORDESTE DO BRASIL¹

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Agroforest Systems.

QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE TÚBERAS DE INHAME DA COSTA PRODUZIDAS COM ADUBOS VERDES NO NORDESTE DO BRASIL

RESUMO

A cultura do inhame vem se destacando no Nordeste do Brasil como uma alternativa promissora para os pequenos e médios produtores da região, devido ao seu grande potencial de exportação e consumo interno. A utilização de adubos verdes como fonte de nutrientes se destaca pelo baixo custo e por ser acessível aos pequenos produtores rurais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos adubos verdes na qualidade e produtividade de túberas de inhame da Costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.) e no índice de retorno financeiro da cultura. Foram avaliados os seguintes tratamentos: plantio convencional de inhame; plantio de inhame nas linhas, com crotalária (*Crotalaria juncea*), variedade IAC-KR1, nas entrelinhas; plantio de inhame nas linhas, com feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) variedade Fava larga, nas entrelinhas e plantio de inhame nas linhas e a combinação de crotalaria + feijão guandu nas entrelinhas. A *Crotalaria juncea* e crotalaria + guandu foram os adubos verdes que proporcionaram maior produção de biomassa vegetal e fornecimento de nutrientes. O sistema de cultivo de inhame com o guandu nas entrelinhas proporcionou maior produtividade total de túberas (33,13 t/ha), produtividade de túberas com padrão para exportação (22,96 t/ha), túberas comerciais (32,24 t/ha), relação benefício / custo de 4,21 e o maior lucro operacional (US\$5.707,88).

Palavras-chave: *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, sistemas de plantio, *Dioscorea cayennensis* Lam

QUALITY AND YIELD OF YAM TUBERS CULTIVATED WITH GREEN MANURE IN THE NORTHEASTERN REGION OF BRAZIL

ABSTRACT

Yam is a crop that has been viewed in the northeastern region of Brazil as a promising alternative for small and average farmers, due to its large potential for exportation and internal marketing. The utilization of green manure as a source of nutrients has a special interest due to its low cost and availability to small farmers. The present work had the objective of evaluating the effect of green manure in the quality and yield of yam tubers (*Dioscorea cayennensis* Lam.), cultivar da Costa, and in the financial return index of this crop. The following treatments were tested: conventional yam crop system; yam crop system with crotalaria (*Crotalaria juncea*), variety IAC-KR1, between the planting lines; yam crop system with pigeon pea (*Cajanus cajan* L.), variety Fava Larga, between the planting lines, and yam crop system with a combination of *C. juncea* and *C. cajan* between planting lines. *C. juncea* and the combination *C. juncea* with *C. cajan* were the green manure which produced the highest vegetable biomass and the highest nutrient content. The yam crop system with *C. cajan* between the planting lines allowed the highest total yield of tubers (33.13 t/ha), yield of tubers with standard quality for exportation (22,96 t/ha), tubers with quality for marketing (32.24 t/ha), benefit / cost ratio of 4.21, and the highest operational profit (US\$ 5.707,88).

Key words: *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, crop systems, *Dioscorea cayennensis* Lam.

INTRODUÇÃO

A cultura do inhame, também conhecida como inhame-da-Costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.) vem se destacando no Nordeste brasileiro como uma alternativa promissora para os pequenos e médios produtores, devido ao seu grande potencial de exportação e consumo interno (Garrido & Mendes, 1999). Na última década, o agronegócio internacional do inhame vem tendo um aumento expressivo, contribuindo para a expansão de áreas cultivadas.

Em termos de produção e área plantada, os países africanos, principalmente a Nigéria, Gana e Costa do Marfim, dominam o panorama internacional (FAO, 2003). No cenário Sul Americano, o Brasil destaca-se como principal produtor, com uma área colhida de 25 mil hectares e produção de 225 mil toneladas, estando a exploração econômica concentrada na região Nordeste. Os principais Estados produtores são a Paraíba, Pernambuco e Bahia, que respondem por 90% da produção nacional. Contudo, os reduzidos investimentos em ciência e tecnologia têm ameaçado esta posição do Brasil no cenário sul americano (Mesquita, 2001). A baixa produtividade brasileira (9,7 t/ha) é justificada pelo baixo nível tecnológico empregado ao manejo da cultura. Este fato também é observado em outros países, a exemplo da Jamaica, onde Sue & Wickham (1998) atribuem a baixa produtividade alcançada nas lavouras, ao baixo nível tecnológico empregado no cultivo do inhame.

Irizarry & Rivera (1993) estudando diferentes sistemas de plantio na cultura do inhame, encontraram diferenças de 89,3 % na produtividade total de túberas entre o sistema alternativo (variando espaçamento e épocas de semeadura) e o convencional na Costa Rica. Herediaz et al. (2000), obtiveram produtividade de 46,14 t/ha utilizando tecnologias adaptadas à região Sudeste do Brasil.

Diferenças significativas na produtividade do inhame da Costa foram obtidas no município de Maragogipe, Bahia, com a utilização de tecnologias de produção adequadas (Garrido et al., 2003a). Nesse município, principal região produtora no Estado da Bahia, a cultura do inhame é responsável por 37% da renda dos produtores (Mendes et al., 2002). Estudos envolvendo o desenvolvimento de novas tecnologias e a adaptação das já existentes são necessários para impulsionar as exportações do inhame no Brasil (Garrido et al., 2003b).

Uma alternativa viável para os pequenos produtores do Nordeste brasileiro é a utilização de adubos verdes, que consiste na aplicação na superfície do solo ou incorporação de biomassa vegetal não decomposta, de plantas cultivadas no local ou importadas de outras áreas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar as características físicas, químicas e biológicas do solo, em terras agricultáveis (Osterroht, 2002). A utilização de adubos verdes além de fornecer nutrientes cria um microclima que minimiza o stress da planta em períodos mais quentes do ano, favorecendo a germinação das sementes de inhame no campo (Buderman, 1990). A integração de leguminosas como adubos verdes, em sistemas de plantio com baixo investimento em insumos agrícolas, melhora a produtividade e contribui para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Fischler e Wortmann, 1999).

Nos sistemas de plantio com adubação verde é fundamental a escolha de espécies vegetais bem adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região. No Nordeste Brasileiro, a mucuna preta (*Stylobium aterrimum* L.), mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp) e crotalária (*Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*), têm sido as mais indicadas por apresentarem alta produtividade de fitomassa, precocidade fenológica e não favorecerem a incidência de pragas e doenças (Choudhury et al., 1991). O guandu e a *C. juncea* se destacam pelo grande potencial para a recuperação de áreas degradadas, sendo seu cultivo intercalado ou consorciado, essencial para a formação de sistemas de cultivo agroecológico equilibrados, por possuírem elevada produtividade de massa seca da parte aérea, melhorando significativamente as características físicas, químicas e biológicas dos solos (Alvarenga, 1995; Amabile, 1996).

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar o efeito dos adubos verdes na qualidade e produtividade de tubéras de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.); avaliar o efeito desses adubos verdes no teor de nitrogênio do solo; e determinar o índice de retorno financeiro de cada tratamento para a cultura do inhame.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Sítio São Carlos, no Distrito de Guapira, Município de Maragogipe, Bahia - Brasil, localizado a 12.79907 S e 39.03992 W Greenwich, em um solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico coeso. O solo

apresentava as seguintes características químicas: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,9$, P disponível = 1 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, K = 51 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, Ca = 0,75 $\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$, Mg = 0,45 $\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$, Al = 0,2 $\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$, Na = 0,008 $\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$ e MO= 1,7 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. O regime pluviométrico médio da região é de 1.500 mm/ano.

Como adubação de lastro foram utilizadas 12 t/ha de esterco curtido de gado. O sistema de plantio utilizado foi em leirões com 0,50 m de altura, com espaçamento de 1,20 x 0,40 m, densidade de plantio de 20 mil plantas/ha, em condições de sequeiro. No plantio foram utilizadas como semente, as partes medianas e finais das túberas, descartando as partes superiores das túberas devido ao desenvolvimento diferenciado que estas apresentam. O plantio foi feito em dezembro de 2002 e a colheita, em novembro de 2003. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1- plantio convencional de inhame; T2- plantio de inhame nas linhas com crotalária (*Crotalaria juncea*), variedade IAC-KR1, nas entrelinhas; T3- plantio de inhame nas linhas, com guandu (*Cajanus cajan* L.) variedade Fava larga nas entrelinhas; e T4- plantio de inhame nas linhas e a combinação de crotalária + guandu nas entrelinhas.

A densidade de plantio dos adubos verdes foi de 10 plantas por metro linear, duas fileiras de plantas nas entrelinhas do plantio de inhame, sendo estes plantados 30 dias após o plantio do inhame. Por ocasião da semeadura, as sementes de crotalária e guandu foram inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*, específicas para *C. juncea* e *C. cajan*, fornecidas na forma de inoculante em turfa, pela Embrapa Agrobiologia. A incorporação dos adubos verdes foi realizada aos 60 dias após o seu plantio e para a quantificação da produção de fitomassa desses adubos, foi coletada a parte aérea das plantas, em duas fileiras de um metro linear, para cada tratamento, com quatro repetições. Determinou-se a massa verde e seca da crotalária e do guandu, e os teores de macro e micronutrientes da parte aérea do material colhido, após seco em estufa de secagem com ventilação forçada a 65⁰C até a obtenção de peso constante. Para análise nutricional, a parte aérea seca dos adubos verdes foi submetida à moagem em moinho tipo Willey e, posteriormente, à digestão sulfúrica e nitroperclórica, conforme metodologia proposta por (Sarruge e Haag, 1974; Vitti et al., 2000 e Miyazawa et al., 1992). O fósforo foi determinado por calorimetria; os nutrientes Ca, Mg, Cu, Fe e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica e o K por fotometria de chamas. Os teores de N foram determinados pelo método de micro Kjeldahl.

Amostras de solo na profundidade de 0-20 cm foram retiradas de cada parcela experimental 45 dias após a incorporação dos adubos verdes, para a determinação das características químicas do solo. Foram determinados o $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, teores de P disponível, K, Ca, Mg, Al, Na, MO, N – total, N-NO_3^- e N-NH_4^+ . Para a determinação do $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, teores de P disponível, K, Ca, Mg, Al, Na, utilizou-se o método da Embrapa (1979). O C orgânico foi determinado pelo método colorimétrico (Quaggio & Raije, 1979) e a percentagem de matéria orgânica estimada, multiplicando-se o teor de C orgânico por 1,724. Os teores de N-total foram determinados pelo método de micro Kjeldahl e os teores de N-NH_4^+ e N-NO_3^- por extração com KCl 1N e destilação com MgO e liga de Devarda (Bremner, 1965). Os teores de N-Mineral foram obtidos da soma de ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$). Amostras de solo de um remanescente de Mata Atlântica à 100m da área de cultivo foram retiradas para servir de referencial das condições naturais do solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo avaliadas 20 plantas por parcela. As características avaliadas foram: massa verde das túberas em kg, diâmetro e comprimento das túberas em cm e qualidade das túberas. A qualidade das túberas foi avaliada pela seleção visual (Figura 1) e pelo uso de escala com base no peso de túberas para exportação (Tabela 1). A produtividade foi determinada levando-se em consideração uma percentagem média de germinação das túberas semente de 80% e a densidade de plantio descrita para o sistema de plantio. Os dados em percentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ (Banzatto & Kronka, 1992) para a análise de variância e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAS (SAS, 2000).

Tabela 1. Faixa de peso para classificação de túberas de inhame da Costa. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Peso da túbera (Kg)	Classificação da túbera
< 0,70	Túberas – sementes
0,70 – 1,50	Tipo exportação (mercado USA)
1,60 – 2,0	Tipo exportação (mercado França)
2,10 – 3,0	Tipo exportação (outros mercados na Europa)
> 3,0	Tipo não exportação

Fonte: Santos, 1996

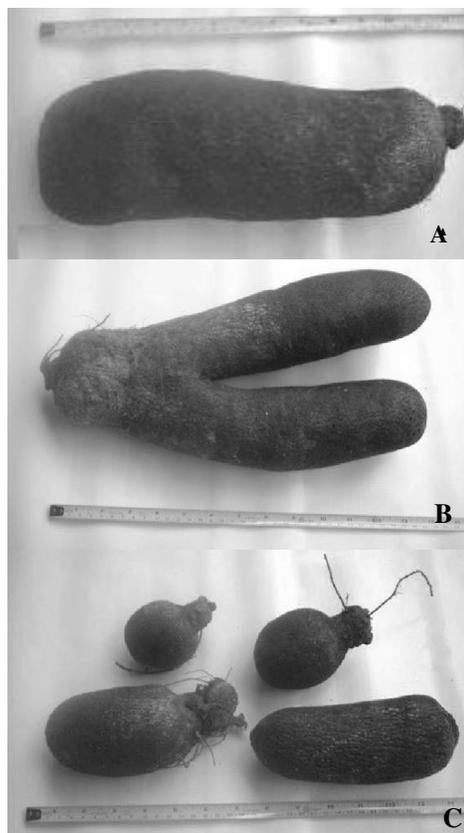


Figura 1. Escala visual para a classificação de túberas de inhame: (A) túbera de inhame padrão; (B) túbera de inhame deformada; (C) túbera de inhame semente (lisa).

Para a avaliação do índice de retorno financeiro, os dados para a estimativa da receita bruta foram obtidos na EBAL/CEASA-BA (Empresa Baiana de Abastecimento/Centro de Abastecimento de Salvador) para o período de novembro de 2003, a preços correntes. Os dados referentes às despesas operacionais foram fornecidos pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) para o ano de 2003.

Para a determinação da lucratividade da cultura do inhame foram estimadas as receitas brutas com o produto da produção (quilos por hectare) pelo preço unitário de venda do quilo do inhame, conforme sua classificação (padrão e deformado). O lucro operacional foi obtido pela diferença entre a receita bruta e a despesa operacional (Martin, 1997). A relação benefício-custo foi calculada por meio da seguinte definição de Carmo, (2001):

$$RBC = \frac{\frac{(Bi - Ci)}{(1 + j)^t}}{I}$$

no qual:

RBC = Relação benefício-custo

Bi = fluxo de benefícios em unidades monetárias no período i, aqui representada pelo lucro operacional.

Ci = fluxo de custos em unidades monetárias no período i.

I = o investimento efetuado no projeto.

j = custo de oportunidade a uma taxa de juros de 12% ao ano.

t = a vida útil do projeto, no caso 1 ano.

Os dados foram transformados em dólar, conforme a taxa de câmbio divulgada pelo IPEA (2004) para o mês de novembro de 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biomassa e qualidade nutricional dos adubos verdes

As maiores produtividades de biomassa seca da parte aérea dos adubos verdes foram observadas nos tratamentos T2 (crotalária nas entrelinhas) e T4 (guandu + crotalária nas entrelinhas), com 3,8 t/ha e 3,6 t/ha, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de matéria seca e fornecimento de nutrientes ao solo pelas culturas, por ocasião do corte. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	Matéria seca (t.ha ⁻¹)	Macronutrientes					Micronutrientes		
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe
		------(kg.ha ⁻¹)-----					------(g.ha ⁻¹)-----		
Crotalária	3,8a	62,8ab	10,5a	65,8a	39,1a	15,8a	92,08b	581,4ab	1536,4b
Guandu	2,1b	54,8b	7,5a	31,5b	15,1c	7,28b	53,69c	359,1b	574,7c
Guandu +Crotalária	3,6a	75,5 ^a	12,0a	70,8a	28,7b	10,7ab	118,5a	795,9a	2182,8a
CV(%)	12,8	12,2	22,3	10,8	21,7	16,2	9,1	48,9	23,7

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudos realizados em Uganda, África, a produtividade da matéria seca da parte aérea de crotalária (*Crotalaria ochroleuca*) no sistema de rotação, variou de 3,7 a 9,1 t/ha Fischler e Wortmann (1999). No Estado do Rio de Janeiro, Brasil, foram obtidas produtividades de matéria seca da parte aérea de 4,4 t/ha para *Crotalaria juncea* e valores variando de 6,4 a 9,2 t/ha para guandu (Ribas, 2002 e Moreira, 2002). No sul do Estado de Minas Gerais, foram obtidas produtividades de 13,2 t/ha para guandu e 6,5 t/ha para *C. juncea* (Alcântara, 2000), enquanto que para a região Nordeste do Brasil, observou-se uma produção de massa seca de 9,4 t/ha para o guandu e 2,0 t/ha para *C. juncea* (Nascimento, 2004). Em estudos

realizados com cana-de-açúcar em rotação com *C. juncea*, foi alcançada a produtividade de 9,3 t/ha para a matéria seca da parte aérea de crotalária (Rossi, 2002).

Com relação aos macronutrientes fornecidos pelos adubos verdes, também foram observados valores superiores para os tratamentos T4 e T2, com o fornecimento de 75,0 kg/ha e 62,9 kg/ha de N, 70,8 kg/ha e 65,9 kg/ha de K, 10,7 kg/ha e 15,9 kg/ha de Mg, respectivamente. Para o macronutriente P não se observou diferença significativa entre os tratamentos. A maior disponibilidade de nutrientes está associada a maior quantidade de biomassa vegetal nesses tratamentos, proporcionando assim, maiores conteúdos de nutrientes (Tabela 2). O tratamento com crotalária (T2) foi superior aos demais para Ca, com a incorporação de 39,1kg/ha. Os teores de Ca da parte aérea do guandu foram inferiores aos da crotalária. Alcântara et al. (2000) obtiveram maiores valores de biomassa seca e de nutrientes para guandu, quando comparado a *C. juncea*. Contudo, estes autores destacam que condições espaciais e temporais afetam a produção de biomassa e a qualidade nutricional dos adubos verdes. Além disso, a interação entre o genótipo e o ambiente também afeta a produção dos adubos verdes. Borkert, (2003) estudando a quantidade de nutrientes minerais contidos na parte aérea do guandu, observou valores inferiores aos observados no presente trabalho, sendo, para a mesma quantidade de matéria seca, 43 kg/ha de N, 20 kg/ha de K, 13 kg/ha de Ca, 4 kg/ha de Mg, 124 g/ha de Mn e 19 g/ha de Cu.

Para os micronutrientes cobre e ferro, foram incorporados 118,5g/ha e 2182,8g/ha, respectivamente, no tratamento T4, apresentando diferenças significativas dos demais tratamentos. Para o Mn, os tratamentos T4 e T2 apresentaram as maiores médias, 795,9g/ha e 581,4g/ha respectivamente (Tabela 2).

A importância do fornecimento de macro e micronutrientes pela parte aérea do guandu e *C. juncea* é destacada por Alcântara, (2000), que observou um incremento superior a 71% quando comparado à parte aérea de *Brachiaria decumbens* Stapf. De acordo com Alvarenga, (1995) e Amabile, (1996), o guandu e a *C. juncea* possuem elevada produtividade de massa seca da parte aérea, sendo considerados adubos verdes essenciais para o cultivo intercalado ou consorciado, para a formação de sistemas agroecológicos equilibrados. O guandu tem o sistema radicular profundo e uma boa capacidade de exploração das camadas mais

profundas do solo, apresentando elevado potencial de reciclagem de nutrientes (Alcântara et al., 2000). No presente trabalho, a crotalária se destacou como sendo maior fornecedora de biomassa vegetal e de nutrientes.

A Figura 2 ilustra os sistemas de plantio de inhame avaliados no presente trabalho.



Figura 2. Visão dos sistemas de plantio de inhame: convencional (A), com crotalária nas entrelinhas (B), com guandú nas entrelinhas (C) e com a combinação de crotalária e guandú nas entrelinhas (D).

Características químicas do solo após a incorporação dos adubos verdes

O teor de nitrogênio no solo foi incrementado com o uso dos adubos verdes (Tabela 3). Os tratamentos com guandú e com guandú +crotalária apresentaram maior teor de nitrogênio total no solo, 0,84 e 0,75 mg dm⁻³ respectivamente.

Tabela 3. Resultados das análises químicas do solo 45 dias após a incorporação dos adubos verdes. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Sistema de plantio	N-Total	N-NH ₄ ⁺ + N-NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
	(g.kg ⁻¹)	------(mg. dm ⁻³)-----		
Convencional	0,52c*	60,7b	35,1b	25,7a
Guandu	0,84a	88,3ab	57,8ab	30,4a
Crotalária	0,58bc	67,8ab	44,4ab	23,3a
Guandu + Crotalária	0,75ab	95,8a	70a	25,7a
Solo Floresta**	1,51	133,3	84,2	49,1
CV (%)	10,3	15,5	24,6	20,5

* Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** Amostras referenciais não participaram das análises estatísticas.

Os teores de N-mineral foram superiores nos tratamentos onde se utilizou o adubo verde, com destaque para o tratamento guandu+crotalária (95,8 mg dm⁻³) e guandu (88,3 mg dm⁻³). A maior disponibilidade de N-mineral dos solos cultivados com esses adubos verdes provém da mineralização mais rápida do N-orgânico nos solos onde foi incorporado, pois o material vegetal do guandu e a combinação guandu +crotalária possuem a relação C/N de 22,3 e 27,6 respectivamente, inferiores ao encontrado para a crotalária, com relação C/N de 35,1.

A qualidade do material vegetal a ser incorporado ao solo é tão importante quanto o volume a ser incorporado. Materiais vegetais com relação C/N mais estreita propiciam uma liberação mais rápida dos nutrientes neles contidos. Esta é uma característica observada no guandu que quando em uso isolado ou combinado com a crotalária proporcionou uma liberação mais rápida dos nutrientes. Esta mesma tendência foi observada para o N-NO₃⁻, cujos maiores teores no solo foram proporcionados com o uso de guandu e sua combinação com crotalária. Em estudos realizados em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, a incorporação da parte aérea do guandu proporcionou maior contribuição nas propriedades químicas do solo e em um período menor de tempo que a crotalária (Alcântara, 2000). Nos tratamentos avaliados não foram observadas diferenças significativas para o N-NH₄⁺.

Produtividade do inhame

A produtividade total de túberas de inhame foi maior no sistema de plantio com guandu nas entrelinhas, com um incremento de 63,1% quando comparado com o plantio convencional (Tabela 4). A produtividade de inhame no sistema de plantio com crotalária e guandu nas entrelinhas também foi significativamente superior, com um incremento de 45,18 % na produtividade total de túberas. Contudo, o plantio com crotalária nas entrelinhas não diferiu do plantio convencional, em relação à produtividade total de túberas (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade de túberas de inhame em sistemas de plantio de inhame da Costa, consorciado com adubos verdes. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Sistema de plantio	Produtividade média de túberas				
	Padrão (kg/ha)	Deformada (kg/ha)	Semente (kg/ha)	Comerciais (kg/ha)	Total (kg/ha)
Convencional	6.023c	10.361b	3.935a	16.384c	20.319c
Guandu	22.960a	9.288b	889c	32.248a	33.137a
Crotalária	7.810c	8.558b	2.985b	16.368c	19.353c
Guandu + Crotalária	13.762b	13.447a	2.290b	27.209b	29.499b
CV (%)	16,8	11,4	16,2	10,6	11,7

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar da crotalária e da combinação crotalária + guandu terem proporcionado maior biomassa vegetal e maior fornecimento de nutrientes (Tabela 2), estes não proporcionaram os maiores valores de produtividade de túberas de inhame. Isso pode ter ocorrido devido ao elevado porte da *C. juncea*, podendo esta ter competido de forma mais agressiva com a cultura do inhame em termos de utilização de nutrientes, água e luz. A *C. juncea* atinge em média 2,20 m de altura enquanto que o guandu, variedade Fava Larga, atinge 0,60 m de altura. Outro fator importante que pode ter influenciado nestes resultados foi abordado por Alcântara et al., (2000), que ao estudar a adubação verde na recuperação da fertilidade do solo,

concluíram que a contribuição do guandu nas propriedades químicas do solo ocorre num menor espaço de tempo que a da *C. juncea*. Alvarenga et al., (1995) citam que a capacidade das leguminosas de imobilizar nutrientes segue a mesma tendência da capacidade de produção de biomassa.

Alguns adubos verdes podem imobilizar maiores quantidades de nutrientes em sua biomassa, e estes nutrientes não estarem prontamente disponíveis para a cultura subsequente. A *C. juncea*, com relação C/N mais larga, provavelmente libera os nutrientes mais lentamente, quando comparada ao guandu. No presente trabalho, a disponibilidade dos nutrientes imobilizados pelos adubos verdes pode ser um fator importante no efeito destes na produtividade do inhame, pois a sincronização na liberação dos nutrientes pela matéria orgânica (esterco e adubos verdes) e a necessidade de absorção dos nutrientes pelas plantas é um fator fundamental para a maior produtividade da cultura a ser explorada. A cultura do inhame possui seu pico de absorção de nutrientes entre 120 e 150 dias após o plantio, período onde inicia o desenvolvimento das túberas e seu intenso crescimento (Santos, 1996). Neste caso os tratamentos com a presença do guandu permitiram uma maior disponibilidade de nutrientes para o inhame no momento de maior necessidade da cultura.

Budelman (1989) observou um incremento significativo na produtividade de inhame (*Dioscorea alata* cv. Brazo fuerte) com a utilização da parte aérea de *Gliricidia sepium* como fonte de adubo verde em cultivo na Costa do Marfim, África. A utilização de adubos verdes proporcionou um aumento significativo na produtividade de mandioca e de feijão nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (Nogueira, 1992; Amabile, 1994; Arf, 1999). Resultados semelhantes foram observados por Fischler e Wortmann ,(1999) em cultivos de feijão e milho no leste de Uganda, África.

Produtividade em relação á qualidade das túberas de inhame

Para a comercialização do inhame no mercado interno e externo, as túberas são classificadas em: túbera padrão (TP), túbera deformada (TD) e túbera semente (TS), sendo que as duas primeiras são classificadas como túberas comerciais (TC). Essa classificação é feita com base no formato da túbera (Figura 1) e com base no peso da túbera (Tabela 1). Conforme descrito na Tabela 1, a classificação com base

no peso da túbera define o mercado para exportação. É necessário que os estudos sobre tecnologias de produção de inhame levem em consideração a qualidade das túberas com base nessas escalas.

O sistema de plantio de inhame com feijão guandu nas entrelinhas proporcionou uma produtividade de 32,24 t/ha de TC, com 22,9 t/ha de TP. No sistema convencional foram obtidas apenas 16,3 t/ha de TC e 6,02 t/ha de TP (Tabela 4). Em média, a produtividade nacional de inhame para TC é de 9,7 t/ha, que é considerada baixa, sendo explicada pela falta de tecnologia adequada ao manejo da cultura (Mesquita, 2001). Os valores obtidos para os sistemas de plantio com adubos verdes foram significativamente superiores à média de produtividade nacional, demonstrando a superioridade do plantio com adubos verdes.

A produtividade de TD no sistema de plantio com guandu + crotalaria nas entrelinhas foi de 13,45 t/ha, sendo superior aos demais tratamentos, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 4).

Para TC, o plantio com guandu apresentou um maior incremento (96,83 %) na produtividade, seguido do plantio com guandu + crotalaria (66,1 %), quando comparados com o plantio convencional. Estudos com diferentes fontes de matéria orgânica na produção de túberas de inhame do tipo comercial no Centro-Oeste do Brasil apresentaram produtividades variando de 17 a 25 t/ha (Rodrigues e Sumioca, 2003).

O plantio convencional apresentou maior produtividade de TS lisas (3,9 t/ha), seguido pelo plantio com crotalaria (3,0 t/ha), com guandu + crotalaria (2,3 t/ha) e com guandu (0,9 t/ha) (Tabela 4). As TS são aquelas que não possuem valor comercial e são utilizadas como semente no plantio subsequente, pelo próprio produtor. Estes valores de produtividade de túberas sementes refletem a baixa qualidade de produção pelo sistema convencional.

A análise da qualidade das túberas produzidas nos diferentes sistemas de plantio demonstra que o sistema de cultivo de inhame associado ao feijão guandu apresentou maior percentagem de TP (70 %) e maior massa fresca da túbera (2,05 kg/planta), quando comparado com os demais sistemas de plantio. O incremento na percentagem de túberas com qualidade para exportação foi mais do que o dobro, quando se utilizou o sistema de plantio de inhame com feijão guandu nas entrelinhas (Tabela 5). Contudo, para as características diâmetro e comprimento das túberas não foram observadas diferenças significativas ($p=0,05$).

Tabela 5. Percentagem e características de túberas padrões em sistemas de plantio de inhame da costa consorciado com adubos verdes. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Túberas padrões				
Sistema de plantio	Túberas (%)	Massa fresca (kg)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
Convencional	26,7c	1,410c	36,3a	7,45a
Guandu	70a	2,050a	36,2a	8,74a
Crotalária	30,7c	1,590bc	36,8a	8,27a
Guandu + Crotalária	50,3b	1,710b	40,23a	7,83a
CV (%)	18,9	18,22	16,65	13,99

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Garrido et al., (2003a) demonstraram que apenas entre 30 e 33 % das túberas de inhame produzidas nessas regiões possuem qualidade para exportação, outros 16 % das túberas produzidas são comercializadas nos mercados locais e o restante da produção não tem valor comercial.

No presente trabalho, observou-se que a introdução de adubos verdes, destacando-se o plantio do guandu nas entrelinhas do inhame e sua incorporação nas camadas superficiais do solo, pode aumentar em mais do que o dobro, a produtividade de túberas com padrão de exportação. Este é um resultado importante, uma vez que a cultura do inhame tem um elevado potencial de exportação, o que tem incentivado a expansão das áreas de produção na região Nordeste do Brasil, e tem beneficiado significativamente a renda dos pequenos produtores da região (Garrido et al., 2003b).

Dentre as túberas classificadas como TP, considerando-se a classificação para os EUA, França e EU, observou-se que para os EUA e EU (Tabela 1), não foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos com guandu e crotalária, mas ambos diferiram dos tratamentos testemunha e guandu + crotalária. Na classificação para a França, os tratamentos testemunha e guandu + crotalária foram superiores aos demais (Tabela 6). Entretanto, deve se destacar que a produtividade de TP foi significativamente mais baixa no tratamento testemunha.

Tabela 6. Distribuição, em percentagem, de túberas padrões, de acordo com a classificação para exportação, baseada na massa fresca das túberas. Cruz das Almas, Bahia, 2005

Sistemas de plantio	Classe USA (%)	Classe França (%)	Classe EU (%)
Convencional	46b	54a	-
Guandu	55a	15b	30a
Crotalária	60a	10b	30a
Guandu + Crotalária	47b	40a	13b
CV (%)	17,5	23,2	19,8

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O sistema de plantio de inhame com crotalária nas entrelinhas apresentou maior percentual de túberas deformadas (28,3 %), diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 7). O plantio convencional (20,3 %) e com guandu (18 %) não diferiram entre si. Para as características comprimento e diâmetro de túberas deformadas, não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 7. Percentagem e características de túberas deformadas em sistemas de plantio de inhame da costa consorciado com adubos verdes, Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Túberas deformadas				
Sistema de plantio	Túberas (%)	Massa fresca (Kg)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
Testemunha	20,3bc	3,190b	39,8a	31,5a
Guandu	18c	3,225ab	40,1a	31,4a
Crotalária	28,3a	1,890c	36,7a	30,6a
Guandu + Crotalária	23b	3,654a	39,3a	35,8a
CV (%)	11,8	22,3	10,38	20,36

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento T1 apresentou o maior percentual de TS lisa (53 %), seguido do tratamento T2 (41 %), T4 (26,7 %) e T3 (12 %), demonstrando a superioridade do plantio com guandu. Para as características massa verde, comprimento e diâmetro de TS, não foram observadas diferenças significativas ($p=0,05$) (Tabela 8).

O plantio de inhame com guandu nas entrelinhas foi superior aos demais, proporcionando um incremento na produtividade de túberas padrão de 281,2 %, quando comparado com o plantio convencional, seguido do plantio com guandu e crotalária nas entrelinhas, com um incremento de 128,5 % na produtividade de túberas padrão.

Tabela 8. Percentagem e massa verde de túberas sementes “lisas” em sistemas de plantio de inhame da costa consorciado com adubos verdes. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Túberas sementes				
Sistema de plantio	Túberas (%)	Massa fresca (Kg)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
Convencional	53a	0,464a	16,3a	20,8a
Guandu	12d	0,463a	18,7a	21,1a
Crotalária	41b	0,455a	16,7a	21,6a
Guandu + Crotalária	26,7c	0,536a	18,3a	24,2a
CV (%)	26,4	14,75	15,22	16,27

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Análise econômica

Na avaliação do retorno econômico para cada tratamento observou-se um maior lucro operacional (US\$ 5.708,88) para o sistema de plantio onde se utilizou o consórcio inhame e guandu nas entrelinhas. Para os demais sistemas de plantio, o lucro operacional foi de US\$ 3.777,52 para guandu + crotalária, US\$ 1.499,42 para crotalária e US\$1.337,18 para o convencional. O mesmo foi observado para a relação benefício custo, onde para cada dólar investido no cultivo do inhame no

sistema consorciado com o feijão guandu se obteve US\$4,21 de retorno. Os demais sistemas de plantio apresentaram US\$3,12 para guandu + crotalária, US\$1,84 para crotalária e US\$1,78 para o convencional (Tabela 9).

Tabela 9. Indicadores de lucratividade em sistemas de plantio de inhame consorciado com adubos verdes. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	Despesa operacional	Receita bruta			Lucro operacional	Benefício / Custo
		Padrão	Deformado	Total		
Convencional	1702,50*	1634,13	1405,54	3039,68	1337,18	1,78
Guandu	1780,51	6229,39	1259,98	7489,38	5708,88	4,21
Crotalária	1780,51	2118,97	1160,96	3279,92	1499,42	1,84
Guandu + Crotalária	1780,51	3733,84	1824,19	5558,03	3777,52	3,12

*Valores transformados da taxa de câmbio R\$/US\$ 2,9486 para novembro de 2003.

O sistema de consórcio inhame e guandu apresenta-se como um sistema alternativo de produção de inhame proporcionando elevada produtividade, melhoria na qualidade das túberas, e aumento a rentabilidade financeira da cultura. É um sistema de plantio de fácil condução, podendo ser utilizado por pequenos produtores, incrementando significativamente a renda familiar e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos produtores e a sustentabilidade do sistema de produção de inhame.

CONCLUSÕES

A *Crotalaria juncea* e a combinação crotalária + guandu foram os adubos verdes que proporcionaram maior produção de biomassa vegetal e fornecimento de nutrientes.

O sistema de cultivo de inhame com o guandu na entrelinhas e posterior incorporação deste ao solo, proporcionou maior produtividade total de túberas, produtividade de túberas padrão e túberas comerciais.

O maior lucro operacional foi observado no sistema de plantio de inhame com guandu nas entrelinhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTRA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, fev. 2000.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p. 175-185, fev. 1995.

AMABILE, R. F.; CORREIA, J. R.; FREITAS, P. L. de; BLANCANEUX, P.; GAMALIEL, J. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1193-1199, ago. 1994.

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. de; DUARTE, J. B.; FANCELLI, A. L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agricola**. Piracicaba v.53, n. 2-3, mai-dez. p. 296 -303, 1996.

AMADO, T. J. C.; ALMEIDA, E. X. de; AGNOL, I. D.; MATOS, A. T. de. *Determinação da cobertura do solo por adubos verdes*. Florianópolis: DID/EMPASC, n.78, jun., 1987, 6 p. (Pesquisa em Andamento, 78).

ARF, O.; SILVA, L. S. da; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2029-2036, nov. 1999.

BANZATTO, D. V; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1992. 247 p.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. DE A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. DE. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.1, p.143-153, jan. 2003.

BUDELMAN, A. Effect of the application of the leaf mulch of *Gliricidia sepium* on early development, leaf nutrient content and tuber yields of water yam (*Dioscorea alata*). **Agroforest Systems**, Netherlands, v.8, p.243-256, 1989.

BUDELMAN, A. Woody legumes as live support systems in yam cultivation. **Agroforest Systems**, Netherlands, v.10, p.61-69, 1990.

CHOU DHURY, E. N.; FARIA, C. M. B. de; LOPES, P. R. C.; CHOU DHURY, M. M. *Adubação verde e cobertura morta em áreas irrigadas do Submédio São Francisco: I - Comportamento das espécies*. Petrolina: CPATSA, n.44, mai. 1991. 3p. (Comunicado Técnico, 44).

FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em mar. 2003.

FISCHLER, M.; WORTMANN, C. S. Green manures for maize-bean systems in eastern Uganda: agronomic performance and farmers' perceptions. **Agroforest Systems**, Netherlands, v.47, p.123-138, 1999.

GACHENGO, C. N.; PALM, C. A.; JAMA, B.; OTHIENO, C. Tithonia and Senna green manures and inorganic fertilizers as phosphorus sources for maize in Western Kenya. **Agroforest Systems**, Netherlands, v.44, p.21-36, 1999.

GARRIDO, M. da S. & MENDES L. DO N. *Dicas sobre a cultura do inhame: uma linguagem simples para o pequeno e médio produtor rural*. Cruz das Almas, 1999. 13p. (Boletim informativo: Série Agricultor).

GARRIDO, M. da S; SOARES, A. C. F; JESUS, O N de. Comparação da qualidade e produtividade de túberas de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) em três áreas de plantio no Município de Maragogipe – BA. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura. Recife, **Resumo...**,2003a. CD-ROM.

GARRIDO, M. DA S; SOARES, A. C. F; MENDES, L. DO N; PEREZ, J. O Novas tecnologias para a produção do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) no Estado da Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v.6, n.1, p19-22, nov. 2003b.

HEREDIAZ, A. N.; VIEIRA, M. do C.; MINUZZI, A. Produção de cará (*Dioscorea* sp.) em diferentes densidades de plantio. **Ciência Agropecuária**, Lavras, v.24, n.2, p. 387-391, abr./jun., 2000

IPEA.*IPEADADOS*. Disponível em:<<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em nov. 2004.

IRIZARRY, H.; RIVERA, E. Yield of two yam (*Dioscorea alata*) cultivars with three planting dates and two planting systems. University of Puerto Rico, **Journal of Agriculture**. v.77, n.3/4 p.161-166, 1994.

MIYAZAWA, M.;PAVAN, M.A.BLOCH, M de F. Análise química de tecido vegetal. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1992.17p (Circular,74).

MENDES, L. do N.; GARRIDO, M. da S.; OLALDE, A. R.; SILVA, T. O. da. Caracterização dos produtores de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) do município de Maragójipe – Bahia. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 41., 2003, Juiz de Fora, **Texto...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. CD-ROM.

MESQUITA, A. S. Inhame na Bahia: a produção a caminho da competitividade. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.4, n.2, p.39-48, nov.2001.

MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUEDES, R. E.; PAULA, P. D. de; GUERRA, J.G. M. Produção de biomassa aérea de feijão guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp) a partir de diferentes densidades populacionais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro, **Resumos...** Rio de Janeiro: FERTBIO, 2002. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. de F. da. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitossanidade de leguminosas para uso como cobertura de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.974-949, mai-jun., 2004.

NOGUEIRA, F. D.; PAULA, M. B. de; GUIMARÃES, P. T. G.; TANAKA, T. adubação verde, fosfato natural e gesso para a cultura da mandioca em Latossolo Roxo textura argilosa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.357-372, mar. 1992.

OSTERROH, M. V. O que é uma adubação verde princípios e ações. In: **Agroecologica Hoje**, v.1, n.14, p.9-11, 2002.

RODRIGUEZ, E. T.; SUMIOKA, A. T. Produção de cará em função de fontes orgânicas de adubação. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras. v.27, n.4, p.822-828, jul-ago.,2003.

ROSSI, F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; GUIRADO, N.; MENDES, P. C. D.; MARTINELLI, F. LANZONI, A C. Produtividade da cana-de-açúcar produzida em sistema de rotação com leguminosas em Piracicaba, São Paulo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE

PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro, **Resumos...** Rio de Janeiro: FERTBIO, 2002. 1 CD-ROM.

SANTOS, E. S. dos. *Inhame (Dioscorea ssp) aspectos básicos da cultura*. João Pessoa: EMEPA-PB, Sebrae, 1ª ed., 1996. 158p.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. *Análise química em plantas*. Piracicaba: USP-ESALQ, 1974.56p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT** User's Guide. v. 8.0. Vols. I, II and III. Cary NC: SAS Institute, Inc., 2000.

SUE, H. C. & WICKHAM, L. D. Improving traditional yam production systems: The case of yellow yams in Jamaica. **Tropical Agriculture**, v.75, n.1-2, p.252-256, 1998.

VITTI, G.C.; FERREIRA, A.C.; BRAGA, G.; GOMES, M.T.B. *Método de análise de elementos em material vegetal*. Piracicaba: Esalq, 2000. 28p

CAPÍTULO 2

MANEJO DA CROTALÁRIA E DO GUANDU NO CONTROLE DE NEMATOSSES ASSOCIADAS À CULTURA DO INHAME

MANEJO DA CROTALÁRIA E DO GUANDU NO CONTROLE DE NEMATOSSES ASSOCIADAS À CULTURA DO INHAME

RESUMO

O manejo de fitonematóides com o uso de nematicidas não tem sido indicado para os pequenos produtores de inhame do Nordeste do Brasil pelo seu alto custo e riscos a saúde. A utilização de plantas, com efeito, antagônico a fitonematóides e de adubos verdes que melhoram as características químicas, físicas e biológicas do solo, pode ser uma alternativa viável e de baixo custo para o manejo de fitonematóides e da cultura do inhame por pequenos produtores. Este trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito da crotalária e do feijão guandu no manejo das nematoses associadas à cultura do inhame. Foram montados três ensaios, sendo o primeiro *in vitro*, para avaliar o efeito nematostático e nematicida do extrato da matéria seca e fresca da parte aérea da crotalária (*Crotalaria juncea*), do guandu (*Cajanus cajan*) e da combinação de ambos; o segundo, em casa de vegetação para avaliar o efeito da incorporação ao solo da parte aérea de crotalária, de guandu e da combinação de ambos, na infectividade do *Scutellonema bradys*, utilizando-se o tomateiro como planta hospedeira, e o terceiro experimento foi conduzido no campo, para se avaliar o efeito do cultivo e incorporação da crotalária, do guandu e da combinação de ambos, nas entrelinhas do plantio de inhame, no manejo de nematóides associados a esta cultura. O extrato da matéria fresca da parte aérea de crotalária proporcionou um efeito nematicida de 100% para *S. bradys*. Os extratos da matéria seca da parte aérea de ambos, guandu e crotalária, não apresentaram efeito nematicida, mas apenas nematostático. A incorporação da parte aérea da crotalária ao solo inibiu a infectividade do *S. bradys* em mudas de tomateiro. O plantio da crotalária solteira ou associada ao guandu, nas entrelinhas do inhame, demonstrou ser eficiente no manejo de *S. bradys* e de *Rotylenchulus reniformis*, podendo a crotalária ser utilizada no manejo de fitonematóides no solo.

Palavras chave: *Scutellonema bradys*, *Rotylenchulus reniformis*, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*

MANAGEMENT OF CROTALARIA AND PIGEON PEA FOR THE CONTROL OF NEMATODE DISEASES ASSOCIATED WITH YAMS

ABSTRACT

The management of plant parasitic nematodes with the use of nematicides has not been recommended for small farmers that grow yams, in the Northeastern region of Brazil, due to its high cost and health risks. The utilization of plants with antagonistic effect to nematodes, and green manure which improves the soil chemical, physical and biological characteristics, can be a viable and low cost alternative for the management of plant parasitic nematodes and yam crop, for small farmers. This work had the objective of evaluating the effect of crotalaria and pigeon pea plants for the management of nematodes associated with the yam crop. Three experiments were carried out, with the first being conducted under in vitro conditions, to evaluate the nematostatic and nematicide effect of the extracts of fresh and dry matter of the above ground parts of crotalaria (*Crotalaria juncea*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), and the combination of both crotalaria and pigeon pea. The second experiment was carried out under greenhouse conditions, in order to evaluate the effect of soil incorporation of crotalaria, pigeon pea and the combination of both, in the infectivity of *Scutellonema bradys*, using tomato plants as the host plant. The third experiment was conducted under field conditions, to evaluate the effect of crotalaria, pigeon pea and the combination of both, planted between the yam planting lines, and incorporated to soil, on yam nematodes. Plant extracts, obtained from fresh matter of crotalaria, had a nematicide effect of 100% for *S. bradys*. Extracts from dry matter of both crotalaria and pigeon pea did not have any nematicide effect, having, however, a nematostatic effect. Incorporation of crotalaria to soil inhibited the infectivity of *S. bradys* in tomato seedlings. Results showed that planting crotalaria alone or in combination with pigeon pea, between the yam planting lines, is an efficient method for the management of *S. bradys* and *Rotylenchulus reniformis* associated with yams, and that crotalaria can be used for the management of soil plant parasitic nematodes.

Key-words: *Scutellonema bradys*, *Rotylenchulus reniformis*, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*

INTRODUÇÃO

O inhame da costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.) é uma cultura suscetível ao ataque de importantes espécies de nematóides (Kwoseh et al., 2002). Dentre esses, destacam-se as espécies *Scutellonema bradys* (Steiner & Le Hew) Andrassey; *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven; *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Steklovem; *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, as quais são responsáveis por grandes danos à cultura (Moura, 1997; Santana et al., 2003; Garrido et al., 2004).

A alta incidência desses fitonematóides no Nordeste brasileiro afeta a produtividade, a qualidade e o valor comercial das túberas de inhame (Moura, 1997; Garrido et al., 2003). Os nematóides *S. bradys* e *Pratylenchus* sp. penetram pela epiderme da túbera formando galerias durante o seu processo de alimentação e multiplicação, causando na túbera uma necrose conhecida como casca preta do inhame (Moura et al., 2001).

Esses fitonematóides, além de terem uma disseminação permanente por túberas-sementes, são de difícil controle (Jatala, 1990). Túberas portadoras do sintoma de casca preta perdem água rapidamente e ficam predispostas ao ataque de microorganismos secundários, além de serem excluídas nas seleções para exportação (Acosta, 1975).

Na cultura do inhame, o controle de nematóides, principalmente de *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus* sp., limitam-se ao controle químico e físico (Moura et al., 1978). Contudo, esses métodos vêm apresentando algumas restrições quanto ao seu uso. A utilização de nematicidas fumigantes e dos sistêmicos não é recomendada para a cultura do inhame no Brasil por razões toxicológicas e econômicas (Moura, 1997). O controle físico com tratamento hidrotérmico das túberas sementes vem apresentando restrições quanto à praticidade, principalmente devidos às dificuldades dos pequenos produtores em adotar o método (Moura et al., 1978).

O controle cultural com uso de plantas antagônicas a nematóides, como a crotalária, vem demonstrando ser um método promissor na redução de nematóides no campo (Wang et al., 2002). Essa planta é conhecida pelas suas propriedades

tóxicas a nematóides (Wang et al., 2001). Em plantio de inhame da Costa, no Estado de Pernambuco, *C. juncea* reduziu a população de *Pratylenchus coffeae* no solo, após a rotação por dois anos (Santana et al., 2003). Outro método importante no manejo de fitonematóides é o uso da matéria orgânica de origem animal ou de plantas que incrementa a matéria orgânica no solo, favorecendo o desenvolvimento de microorganismos antagônicos e predadores a nematóides (Babatola & Oyedunmate, 1992; Akhtar & Mahmood, 1997; Windmer et al., 2002).

O guandu (*Cajanus cajan*) e *C. juncea* se destacam pela elevada produtividade de massa seca da parte aérea, melhorando significativamente as características físicas, químicas e biológicas dos solos (Alvarenga, 1995; Amabile, 1996). Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito desses adubos verdes no controle de *S. bradys* no inhame, o principal agente causal da casca preta do inhame da Costa na região do Recôncavo da Bahia (Garrido et al., 2004). Este trabalho teve, como objetivo, avaliar o efeito da *Crotalaria juncea* e do guandu no manejo de nematoses associadas à cultura do inhame.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi constituído por três etapas: a primeira foi realizada com estudos *in vitro* para avaliar o efeito nematostático e nematicida da crotalária e do guandu a *S. bradys*; a segunda etapa foi conduzida em casa de vegetação para o estudo da infectividade do *S. bradys*; em solo incubado com crotalária e feijão guandu e a terceira etapa foi conduzida no campo para avaliar o efeito da crotalária e do guandu, no controle de *S. bradys* na cultura do inhame.

Etapa 1. Avaliação *in vitro* dos extratos da matéria seca e verde dos vegetais

Preparação da suspensão de nematóides

A suspensão de *S. bradys* foi obtida de túberas de inhame infectadas pelo nematóide, coletadas no município de Cruz das Almas - BA. Para extração do patógeno, pedaços da camada superficial das túberas foram triturados em liquidificador e em seguida centrifugados em sacarose, segundo a técnica de Coolen e D'Herde (1972). A suspensão de nematóides obtida foi quantificada em lâmina de

Peters com o auxílio de microscópio óptico. Para a identificação do fitonematóide, foram montadas lâminas semipermanentes, usando-se como líquido de montagem a formalina a 3 % e vedação com permount.

Obtenção dos extratos vegetais

Para a obtenção do extrato aquoso da matéria seca dos adubos verdes, utilizou-se o método de infusão em água. Foram pesados 20 g da matéria seca da parte aérea de *Crotalaria juncea* variedade IAC-KR1, guandu (*Cajanus cajan*), variedade Fava Larga e da mistura *Crotalaria juncea* + guandu (1:1) peso/peso, previamente seca em estufa de circulação forçada a 65°C, até a obtenção de peso constante. A matéria seca de cada material vegetal foi colocada em um becker contendo 40 mL de água destilada e a mistura foi fervida por três minutos e filtrada em gaze.

Para a obtenção dos extratos da matéria verde dos vegetais, foram pesados 20 g da parte aérea de *Crotalaria juncea*, feijão guandu e da mistura *Crotalaria juncea* + guandu (1:1) peso/peso e adicionados 40 mL de água destilada, sendo a mistura triturada em um liquidificador por um período de 2 minutos e posteriormente filtrada em gaze.

Montagens dos bioensaios

Para a avaliação do efeito dos extratos da matéria seca e verde dos vegetais foram montados bioensaios em células de placas tipo ELISA. Em cada célula, foram colocados 200 µl do extrato vegetal, preparado conforme descrito acima e, em seguida, adicionados 20 nematóides, extraídos conforme descrição acima. As placas foram vedadas com parafilme e colocadas em câmara de crescimento tipo BOD, a 25°C. Após 24 horas, fez-se à contagem com auxílio de microscópio óptico, dos nematóides imobilizados (sendo considerados imóveis aqueles que não se movimentavam ou apresentavam o corpo com aspecto retilíneo ou retorcido). Os espécimes que permaneceram imóveis foram transferidos para água potável, em placas tipo ELISA. Foram considerados como mortos, os nematóides que não recuperaram o movimento após o período de 24 horas de incubação em água.

O ensaio foi montado em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, utilizando-se água potável como testemunha.

Etapa 2. Efeito da matéria verde da crotalária, do feijão guandu e da mistura de ambos, na infectividade de *S. bradys*

Para avaliação do efeito da *Crotalaria juncea* e do feijão guandu na infectividade de *S. bradys*, foi montado ensaio em casa de vegetação. Utilizou-se o tomateiro como planta hospedeira, por possuir um ciclo de vida curto e ser uma cultura hospedeira desse fitonematóide. Para a produção de mudas, sementes de tomateiro, variedade Santa Cruz Kado, foram semeadas em substrato composto de solo e areia na proporção de 3:1 (v/v), em copos descartáveis de polietileno com capacidade de 500 cm³. Os tratamentos foram os seguintes: T1- testemunha em solo sem a incorporação do material vegetal, T2- solo com a incorporação da parte aérea de crotalária, T3- solo com a incorporação da parte aérea de feijão guandu e T4- solo com a incorporação da mistura da parte aérea de crotalária e feijão guandu, colocados em igual proporção. Para o preparo dos tratamentos T2, T3 e T4, foram utilizados 2 % de material vegetal verde (v/v), sendo esta incorporada a 3cm de profundidade da superfície do solo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 com quatro tratamentos e dois períodos de avaliação (20 e 40 dias), com dez repetições, e duas plantas por repetição.

As mudas de tomateiro foram inoculadas 15 dias após a germinação, com 2 mL por recipiente de uma suspensão aquosa com 4.000 nematóides (*S. bradys*), colocada em contato com as raízes da planta. As avaliações do número de nematóides no solo e que infectaram as raízes de tomateiro foram realizadas aos 20 e 40 dias após a inoculação. Para tal, as plantas de tomateiro foram coletadas e o solo do recipiente de cultivo foi separado das raízes. O solo foi imediatamente processado pelo método de flutuação centrífuga com solução de sacarose para a extração dos nematóides Jenkins (1964). As raízes de cada planta foram cuidadosamente lavadas em água corrente e em seguida submetidas à trituração em liquidificador, seguida de centrifugação em solução de sacarose e caolim (Coolen e D'Herde, 1972). A contagem dos nematóides foi feita sob microscópio óptico, com auxílio de lâmina de Peters.

Para a visualização dos nematóides parasitando as raízes de tomateiro, foi feito o clareamento, seguido de coloração das raízes com fucsina, utilizando-se o método descrito por Bybd et al., (1983).

Etapa 3. Plantio de inhame no campo

O trabalho foi conduzido no Sítio São Carlos, no Distrito de Guapira, Município de Maragojipe, Bahia - Brasil, localizado a 12.79907 S e 39.03992 W Greenwich, em um solo classificado como latossolo vermelho-amarelo álico coeso. O solo apresentava as seguintes características químicas: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,9$, $\text{P}_{\text{disponível}} = 1 \text{ mg.dm}^{-3}$, $\text{K} = 51 \text{ mg.dm}^{-3}$, $\text{Ca} = 0,75 \text{ cmolc. dm}^{-3}$, $\text{Mg} = 0,45 \text{ cmolc.dm}^{-3}$, $\text{Al} = 0,2 \text{ cmolc.dm}^{-3}$, $\text{Na} = 0,008 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e $\text{MO} = 1,7 \text{ g.kg}^{-1}$. O regime pluviométrico médio da região é de 1.500 mm/ano.

Como adubação de lastro, foram utilizadas 12 t/ha de esterco curtido de gado, conforme recomendações de Santos (1996). O sistema de plantio utilizado foi em leirões com 0,50 m de altura, com espaçamento de 1,20 x 0,40 m, densidade de plantio de 20 mil plantas/ha, em condições de sequeiro. No plantio foram utilizadas como semente as partes medianas e finais das túberas, descartando as partes superiores das túberas devido ao desenvolvimento diferenciado que estas apresentam. O plantio foi feito em dezembro de 2002 e a colheita em novembro de 2003. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1-plantio convencional de inhame; T2- plantio de inhame nas linhas, com crotalária (*Crotalaria juncea*), variedade IAC-KR1 nas entrelinhas; T3- plantio de inhame nas linhas, com guandu (*Cajanus cajan* L.) variedade Fava larga, nas entrelinhas e T4- plantio de inhame nas linhas e a combinação de crotalária + guandu nas entrelinhas. A densidade de plantio dos adubos verdes foi de 10 plantas por metro linear, com duas fileiras de plantas nas entrelinhas do plantio de inhame, sendo estes plantados 30 dias após o plantio do inhame. A incorporação dos adubos verdes foi realizada aos 60 dias após o seu plantio e para a quantificação da produção de fitomassa desses adubos, foi coletada a parte aérea das plantas, em duas fileiras de um metro linear, para cada tratamento, com quatro repetições. Foram determinadas as massas verde e seca da crotalária e do guandu.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo avaliadas 10 plantas por parcela para a determinação da porcentagem de túberas infectadas e retiradas quatro subamostras de solo, da camada de 0 a 20 cm de profundidade, formando uma amostra composta de cada parcela experimental para a determinação da população dos fitonematóides no solo. As amostras das túberas foram retiradas aos seis meses após o plantio do inhame (período em que pode ser feita a colheita precoce, conhecida como capação) e no final do ciclo da cultura (período de maturidade total da túbera). Foram também retiradas amostras de raízes da crotalaria e do guandu plantados isoladamente nas entrelinhas do inhame e da mistura de ambos plantados nas entrelinhas do inhame. As amostras de túberas e das raízes do inhame, da crotalaria e do guandu foram submetidas à trituração em liquidificador, seguidas de centrifugação em solução de sacarose e caolim (Coolen e D'Herde, 1972). As amostras de solo foram processadas pelo método de flutuação centrífuga com solução de sacarose para a extração dos nematóides (Jenkins, 1964). A contagem dos nematóides foi feita sob microscópio óptico, com auxílio de lâmina de Peters.

Análise estatística

Os dados em porcentagem foram transformados em $\sqrt{x/100}$ e os dados de contagem em $\sqrt{x+1}$ (Banzatto & Kronka, 1992). Foram feitas a análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5 % de significância. Os dados foram analisados com o programa estatístico SAS (SAS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos da matéria seca da parte aérea do guandu, da crotalaria e da mistura de ambos, apresentaram efeito nematostático de 100 % para *Scutellonema bradys*, diferindo significativamente da testemunha em água. No entanto, não foi observado efeito nematicida *in vitro* desses extratos (Tabela 1). Quando se utilizou o extrato da matéria fresca da parte aérea das plantas, observou-se também um efeito nematostático de 100 % para *S. bradys*, diferindo significativamente da testemunha em água. Os maiores efeitos nematicidas foram observados nos tratamentos com crotalaria e com a mistura de ambos (guandu + crotalaria), os quais proporcionaram

100 e 84 % de mortalidade dos nematóides, respectivamente, seguido pelo tratamento com guandu com 41% de mortalidade (Tabela 1). Estes resultados sugerem que a substância presente na crotalária, que possui efeito nematicida, pode ser volátil ou termosensível e, conseqüentemente, ser perdida durante o processo de secagem e/ou de infusão das folhas. A monocrotalina é um alcalóide pirolizidínico que possui efeito nematicida, sendo exudada pelo sistema radicular das plantas do gênero *Crotalaria* e também estando presente em grande concentração na parte aérea dessa planta (Wang et al., 2001; Cunha et al., 2003).

O extrato da matéria seca da parte aérea do guandu apresentou efeito nematicida proporcionando uma mortalidade de 41 % ao *S. bradys*, sugerindo que este vegetal possui em sua parte aérea, substâncias com propriedade nematicidas, entretanto não foram observadas na literatura consultada informações sobre essas substâncias e nem informações sobre o uso do guandu no controle de nematóides.

Tabela 1. Efeito de extratos da matéria seca e fresca de crotalaria (*C. juncea*) e guandu (*Cajanus cajan*) na mobilidade e mortalidade de *Scutellonema bradys*. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	Extrato da matéria seca		Extrato da matéria fresca	
	Imobilidade	Mortalidade	Imobilidade	Mortalidade
	(%)			
Testemunha	20b	29a	12b	11c
Crotalária	99a	33a	100a	100a
Guandu	100a	27a	100a	41b
Guandu + Crotalária	100a	37a	100a	84a
CV(%)	8,17	30,71	1,85	16,31

Letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização do extrato da matéria fresca de *C. juncea* no manejo de *S. bradys* pode ser uma opção de baixo custo e de fácil utilização, para o produtor de inhame da Costa.

Wang et al., (2001) estudando o efeito do extrato da matéria fresca da parte aérea de *C. juncea* no controle de *R. reniformis*, verificou que esse extrato foi mais eficiente, quando adicionado 48 horas antes da infestação do solo com os nematóides.



Figura 1. Raiz de muda de tomateiro infectada por *Scutellonema bradys*, microfotografia com aumento de 400X .

No estudo em casa de vegetação, onde se testou a incorporação da biomassa vegetal na infectividade do *S. bradys* em mudas de tomateiro (Figura 1), observou-se que os tratamentos com a incorporação da matéria fresca de crotalaria e crotalaria, combinada com guandu, apresentaram os menores números de nematóides infectando as raízes, enquanto que o tratamento com a incorporação de guandu apenas e a testemunha, sem a incorporação da biomassa vegetal, apresentaram o maior número de nematóides infectando as raízes do tomateiro, aos 20 dias após a inoculação (Tabela 2). Esta mesma tendência foi observada na avaliação da infectividade aos 40 dias após a inoculação (Tabela 2). Observa-se que o número de nematóides infectando as raízes de tomateiro foi significativamente superior na avaliação aos 40 dias após a inoculação (Tabela 2), o que pode ser explicado pelo ciclo de vida do nematóide, que é de 21 dias (Kwoseh et al., 2002).

Não foi observada, em nenhum tratamento, a presença de *S. bradys* nas amostras de solo retiradas das mudas de tomateiro, o que indica a baixa capacidade de sobrevivência desse fitonematóide no solo.

Tabela 2. Efeito da crotalária e guandu, incorporados ao solo, na infectividade de *S. bradys*, em mudas de tomateiro, 20 e 40 dias após a inoculação. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	20 dias	40 dias
	nº. de nematóides por 10g de raiz	
Testemunha	25,6Aa	38,6Ba
Crotalária	13,6Ac	20,2Ac
Guandu	17,4Ab	25,0Bb
Guandu + Crotalária	15,2Abc	20,2Bc
CV (%)	8,3	

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No trabalho conduzido no campo, foram observadas diferenças significativas no número de nematóides infectando as raízes finas do inhame. No sistema de plantio de inhame com crotalária e com crotalária + guandu, foram observadas as menores médias de infecção das raízes do inhame com *S. bradys* e *R. reniformis* (Tabela 3). Os sistemas de plantio de inhame convencional e com guandu nas entrelinhas, apresentaram os maiores números de nematóides infectando as raízes finas do inhame.

Tabela 3. Nematóides associados às raízes de inhame no campo, 90 dias após a incorporação da crotalária e guandu ao solo. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	<i>S. bradys</i>	<i>R. reniformis</i>
	nº. de nematóides por 10g de raiz	
Testemunha	8,0a	2,67a
Crotalária	0,0c	0,33b
Guandu	5,0b	3,34a
Guandu + Crotalária	1,0c	0,67b
CV(%)	20,2	19,52

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados confirmam o efeito nematicida da crotalária e demonstram o potencial de utilização desta cultura para o manejo de fitonematóides na cultura do inhame. Na avaliação das raízes da crotalária e do guandu, observou-se que o guandu, quando cultivado solteiro, é um bom hospedeiro de *R. reniformis*, mas, quando combinado no plantio com a crotalaria, o efeito nematicida da crotalaria inibe a infectividade do *R. reniformis* nas raízes do guandu (Tabela 4).

Wang et al., (2002) relatam que a *C. juncea* é eficiente no controle do *R. reniformis*. Não foi observada a presença do *S. bradys* nas raízes de crotalária e do guandu, em condições de campo (Tabela 4).

Adesiyani (1976), ao estudar diferentes plantas hospedeiras ao *S. bradys*, observou que o guandu é um hospedeiro moderado de *S. bradys*. Não foram encontradas na literatura consultada, informações sobre a capacidade de reprodução do *S. bradys* nas raízes das crotalárias.

Tabela 4. Nematóides associados a raízes de crotalária e do guandu, plantadas nas entrelinhas do inhame em campo.

Espécies vegetais	<i>R. reniformis</i>	<i>S. bradys</i>
	nº. de nematóides por 10g de raiz	
Crotalária (solteira)	0*	0
Crotalária (consorciada)	0	0
Guandu (solteiro)	26	0
Guandu (consorciado)	4	0

* Media de cinco repetições

Não foram observadas túberas infectadas com nematóides, na colheita feita aos seis meses após o plantio. Contudo, na colheita final, a porcentagem de túberas infectadas foi de 30 % e 26,7 % para o plantio convencional e com guandu nas entrelinhas, respectivamente, e de apenas 6,7 % para os plantios com crotalária e a combinação de crotalária e guandu nas entrelinhas, demonstrando a eficiência dos tratamentos com crotalária, no manejo dos nematóides associados à cultura do inhame.

As análises de solo demonstraram que, nos tratamentos onde foram incorporados a crotalária solteira e combinada com o guandu, ocorreu uma redução no número de nematóides no solo (Tabela 5). A população de *S. bradys* foi baixa para todos os tratamentos. Entretanto, populações baixas, se não manejadas de forma adequada, podem, num espaço curto de tempo, tornarem-se numerosas e de difícil controle. O *S. bradys* completa seu ciclo reprodutivo em 21 dias e, encontrando condições favoráveis, pode aumentar a sua população de forma acentuada (Kwoseh et al., 2002).

As maiores populações de *R. reniformis* no solo foram encontradas nos tratamentos testemunha (T1) e com guandu (T3), os quais apresentaram 105 e 60 nematóides por 100 cm³ de solo, respectivamente (Tabela 5). Esse nematóide já foi assinalado como um futuro problema para a cultura do inhame, podendo se tornar o principal nematóide parasita desta cultura (Santana et al., 2003). Em estudos

realizados nas áreas de produção de inhame do Recôncavo da Bahia, foram observadas elevadas populações de *R. reniformis* no solo, sendo imprescindível o manejo desse fitonematóide (Garrido et al., 2004).

Tabela 5. População de nematóides aos 90 e 210 dias após a incorporação ao solo, nas entrelinhas do plantio de inhame, de crotalária, guandu e a combinação de ambos. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	<i>S. bradys</i>		<i>R. reniformis</i>	
	(100cm ³ de solo)			
	Dias após incorporação ao solo			
	90	210	90	210
Testemunha	8a	5,5a	89a	105a
Crotalária	0b	0b	7d	19d
Guandu	5a	6a	38b	60b
Guandu + Crotalária	0,3b	1,7b	19c	29c
CV(%)	11,9	19,6	8,1	18,1

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos tratamentos com crotalária solteira (T2) e combinada com o guandu (T4), observou-se uma diminuição significativa das populações de *S. bradys* e *R. reniformis* no solo (Tabela 5). As crotalárias possuem a capacidade de induzir a supressividade a algumas espécies de nematóides, com destaque para o *R. reniformis*. Esta planta libera exsudados radiculares, os quais possuem efeito nematicida e também libera outros compostos com efeito nematicida, durante a sua decomposição no solo (Wang et al., 2001). As contribuições da crotalária não se limitam apenas ao seu efeito nematicida. Estudos têm demonstrado a elevação de populações de fungos nematófagos pela incorporação da parte aérea da *C. juncea*, além do favorecimento do desenvolvimento de nematóides predadores (Wang et al., 2001; Wang et al., 2004).

Os resultados obtidos em todas as etapas deste estudo evidenciam o efeito benéfico da *C. juncea* no manejo de fitonematóides associados à cultura do inhame da Costa. Em todos os tratamentos onde foi utilizada a *C. juncea*, observou-se um manejo mais eficiente de *S. bradys* e de *R. reniformis*, sendo esta planta uma excelente opção para o manejo desses fitonematóides em campo.

CONCLUSÕES

- O extrato da matéria fresca da *Crotalaria juncea* possui efeito nematicida sobre o *S. bradys*.
- O extrato da matéria seca da *Crotalaria juncea* não possui efeito nematicida sobre o *S. bradys*.
- O extrato da matéria fresca do guandu proporciona mortalidade de 41% de *S. bradys*.
- A incorporação da matéria fresca da *Crotalaria juncea* ao solo inibe a infectividade de *S. bradys* em mudas de tomateiro.
- A incorporação da matéria fresca do guandu ao solo não afeta a infectividade de *S. bradys* em mudas de tomateiro.
- A utilização da *Crotalaria juncea* solteira ou associada ao guandu (*Cajanus cajan*), plantados nas entrelinhas do inhame, demonstrou ser eficiente no manejo de *S. bradys* e de *R. reniformis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, N.; AYALA, A. Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae*, *Scutellonema bradys*, *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on *Dioscorea rotundata*. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.7, n.1 , p.1-5, 1975.

ADESIYAN,S. O. Host range studies of the yam nematode, *Scutellonema bradys* (Investigaciones sobre la gama de hospederos del nematodo del ñame, *Scutellonema bradys*. **Nematropica**. v.6, n.2, p.60-63, 1976.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p. 175-185, fev. 1995.

AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Impact of organic and management and plant-based products on plant-parasitic and microbivorous nematode communities. **Nematologia Mediterrânea**, Índia, v.25, n.1, p. 21-23, 1997.

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. de; DUARTE, J. B.; FANCELLI, A. L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agrícola**, Piracicaba v.53, n. 2-3, p.296-303, mai-dez, 1996.

BABATOLA, J.O.; OYEDUNMADE, E. A. Influence of organic manures and urea on nematode pests of *Celosia argentea*. **Nematologia Mediterrânea**, Índia, v.20, n.1, p. 237-239, 1992.

BANZATTO, D. V.; KRONKA, S. do N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1992. 247 p.

BYBD Jr, D.W; KIRKPATRICK, T; BARKER, K.R. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. **Journal of Nematology**. v.15, n.1, p.142-143, 1983.

COOLEN, W.A. & C.J. D'HERDE. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, **State Agricultural Research Center**, 77p., 1972.

CHOUDHURY, M. M; CHOUDHURY, E. N.; Adubação verde e cobertura morta do solo em áreas irrigadas do submédio São Francisco: III controle de nematóides das galhas. Petrolina: CPATSA, n. 45, dez. 1991. 3p. (**Comunicado Técnico**,45).

GARRIDO, M. da S.; SOARES, A. C. F.; MENDES, L. DO N.; PEREZ, J. O. Novas tecnologias para a produção do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) no Estado da Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v.6, n.1, p.19-22, nov. 2003.

GARRIDO, M. da S.; SOARES, A. C. F.; COIMBRA, J. L.; SOUSA, C. da S. Adubos verdes no controle do nematoide *Scutellonema bradys* na cultura do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.). **Fitopatologia Brasileira**, Uberlândia, v.29, p.S241, 2004.

JATALA, P.I; BRIDGE. Nematode parasites of root and tuber crops. In: LUC, M.; SIKORA; BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Wallingford: CAB International, p.137-180, 1990.

JENKINS, W.R.A. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v.48, p.692, 1964.

KWOSEH, C.; PLOWRIGHT, R. A.; BRIDGE, J. The yam nematode: *Scutellonema bradys*. in: SARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (eds). **Resistance to parasitic nematode**. Ed. CABI Publishing. Wallingford. v.1, p.221-228, 2002.

MOURA, R.M.; COELHO, R.S.B.; PIO RIBEIRO, G. Estudo etiológico e efeito de 1,2-dibromo-3-cloropropano no controle da casca preta do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.). **Fitopatologia Brasileira**, v.3, n.1, p.47-53, 1978.

MOURA, R.M. Doenças do inhame. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds). **Manual de Fitopatologia**. Editora Ceres São Paulo. p.463-471, 1997.

MOURA, RM.; PEDREGOSA, E.M.R.; GUIMARÃES, L.M.P. Novos dados sobre a etiologia da casca preta do inhame no nordeste do brasil. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.2, p.235-237, 2001.

SANTANA, A.A.D.; MOURA, R.M & PEDROSA, E.M.R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematóides parasitos do inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, v.1, n.27, p.13-16, 2003.

SANTOS, E. S. dos. **Inhame** (*Dioscorea ssp*) **aspectos básicos da cultura**. João Pessoa: EMEPA-PB, Sebrae, 1ª ed., 1996, 158p.

WANG, K-H.; SIPES,B.S.; SCHMITT, D.P. *Suppression of Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus* and *Tagetes erecta*. **Nematropica**. v.31, n.2, p. 235-249, 2001.

WANG, K-H.; SIPES,B.S.; SCHMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: A review. **Nematropica**. v.32, n.1, p.35-57, 2002.

WANG, K-H.; McSORLEY, R; MARSHALL, A.J; GALLAHER,R.N. Nematode community changes associated with decomposition of *Crotalaria juncea* amendment in litterbags. **Applied Soil Ecology**. v.27, n.1, p.31-45, 2004.

WIDMER, T. L.; MITKOWSKI, N. A.; ABAWI, G. S. Soil organic matter and management of plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**. v.34, n.4, p. 289-295, 2002.

CAPÍTULO 3

**SEVERIDADE E PROGRESSO DE MANCHAS FOLIARES CAUSADAS POR
Curvularia eragrostidis e *Phyllosticta* sp. EM CULTIVO DE INHAME
CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES NO RECÔNCAVO DA BAHIA**

**SEVERIDADE E PROGRESSO DE MANCHAS FOLIARES CAUSADAS POR
Curvularia eragrostidis e *Phyllosticta* sp. EM CULTIVO DE INHAME
CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES NO RECÔNCAVO DA BAHIA**

RESUMO

As manchas foliares são doenças de alta incidência e severidade em todas as áreas de produção de inhame no Brasil. A inexistência de informações sobre epidemias causadas por *C. eragrostidis* e *Phyllosticta* sp. em plantios de inhame no Recôncavo da Bahia, dificulta o controle dessas doenças pelos produtores. Os objetivos deste trabalho foram: caracterizar o progresso de manchas foliares do inhame; estimar a severidade nas condições do Recôncavo da Bahia; avaliar a influência do consórcio e incorporação de adubos verdes no progresso e severidade de manchas foliares e relacionar a severidade com as características das túberas de inhame. Foram avaliados os tratamentos: T1-plantio convencional de inhame; T2 - plantio de inhame nas linhas com crotalária (*Crotalaria juncea*) nas entrelinhas; T3 - plantio de inhame nas linhas com guandu (*Cajanus cajan* L.) nas entrelinhas e T4 - plantio de inhame nas linhas e a combinação de crotalária + guandu nas entrelinhas. A severidade da doença foi estimada em intervalos de 14 dias, utilizando-se a escala diagramática de 0 a 32 % de área foliar lesionada. Três modelos, Monomolecular, Logístico e Gompertz, foram ajustados aos dados de progresso da doença, por meio de regressão não-linear. Utilizando os dados de severidade da doença, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Realizou-se a análise de correlação de Pearson entre a AACPD para as manchas foliares causadas por *C. eragrostidis* e por *Phyllosticta* sp. e a interação de ambas, nos diferentes estratos da planta, com as características da túbera. O modelo Logístico foi o que melhor se ajustou à curva de progresso da doença. As taxas de progresso da mancha foliar causada por *C. eragrostidis* foram similares para os sistemas de cultivo de inhame com adubos verdes. O cultivo convencional de inhame apresenta taxa de progresso da mancha foliar 37 % superior à do cultivo com adubos verdes. Existe baixa correlação entre a AACPD para as manchas foliares causadas por ambos os patógenos, em relação ao peso, diâmetro e comprimento das túberas de inhame.

Palavras chave: *C. eragrostidis*, *Phyllosticta* sp., *D. cayennensis*, epidemiologia, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*.

SEVERITY AND PROGRESS OF LEAF SPOT DISEASES CAUSED BY *Curvularia eragrostidis* AND *Phyllosticta* sp. IN YAM CULTIVATED WITH GREEN MANURE IN THE RECÔNCAVO REGION OF BAHIA, BRAZIL

ABSTRACT

Yam leaf spot is a disease of high incidence and severity in all yam production areas in Brazil. The lack of information about the epidemics caused by *C. eragrostidis*, and *Phyllosticta* sp. in yam crop systems in the Recôncavo region of the State of Bahia, Brazil, hinders the disease control strategies by the farmers. The objectives of the present work were: to characterize the disease progress of yam leaf spots; to estimate leaf spot severity in the Recôncavo region of the State of Bahia, Brazil; to evaluate the effect of intercropping system and soil incorporation of green manure on disease progress and severity, and to study the correlation of severity and yam tuber characteristics. The following treatments were evaluated: T1- conventional yam planting system; T2- planting system with *Crotalaria juncea* planted between the yam planting lines, and incorporated to soil; T3- planting system with *Cajanus cajan* planted between the yam planting lines, and incorporated to soil, and T4- planting system with both *crotalaria* and pigeon pea planted between the yam planting lines, and incorporated to soil. Disease severity was estimated fortnightly with a diagrammatic scale of 0 to 32 % of affected leaf area. Three models, Monomolecular, Logistic, and Gompertz, were adjusted to the data of disease progress, by means of a non-linear regression analysis. Area under disease progress curve (AUDPC) was calculated for each pathogen. Pearson correlation analysis was performed for (AUDPC) of leaf spot caused by *C. eragrostidis* and by *Phyllosticta* sp., and the interaction of both, for the different plant heights (lower, medium, and higher part), with the tuber characteristics. Logistic was the model that best described the progress of yam leaf spot. Rates of disease progress were similar for the crop systems with green manure. The conventional production system presented a disease progression index 37% superior to that of the green manure crop systems. A low correlation was observed between the (AUDPC) of the leaf spot caused by both pathogens, with regard to the yam tuber weight, diameter, and length.

Key-words: *C. eragrostidis*, *Phyllosticta* sp., *D. cayennensis*, epidemiology, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*.

INTRODUÇÃO

A queima das folhas, também conhecida como requeima, é uma doença de alta incidência e severidade em todas as áreas de produção de inhame no Nordeste do Brasil, causando grandes perdas em cultivos irrigados e de sequeiro (Moura, 1997). Reduções de 35 a 40% no peso das túberas comerciais e a destruição total de campos de cultivo, tem sido associada a níveis elevados desta doença (EMATER/IPA, 1985).

Entre os principais patógenos que causam doenças foliares na cultura do inhame, destacam-se *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.; *Curvularia eragrostidis* (P. Henn) Meyer; *Phyllosticta dioscoreaecola* P. Brun.; *Phyllosticta dioscoreae* Cooke; *Mycosphaerella dioscoreaecola* Sydow; *Cercospora ubi* Raciborski e *Pestalotiopsis cruenta* (Kleb.) Steyaert (Baudin, 2004; Van Der, 2004).

No Brasil, essa doença é causada principalmente por *Curvularia eragrostidis* (P. Henn) Meyer, sendo seus sintomas primários caracterizados por manchas foliares necróticas, de coloração marrom-escura, circundadas por um halo amarelo, tendo um formato circular com diâmetro de 2 a 3 cm (Moura, 1997).

A cultura do inhame vem se destacando no Nordeste brasileiro como uma alternativa promissora para os pequenos e médios produtores (Garrido & Mendes, 1999). O Estado da Bahia apresenta-se como o terceiro maior produtor nacional de inhame, sendo ultrapassado apenas pela Paraíba e Pernambuco (Mesquita, 2001). Os principais municípios produtores de inhame no Estado da Bahia são Maragogipe, Cruz das Almas, São Felipe e Governador Mangabeira, localizados na região do Recôncavo, com destaque para o município de Maragogipe, atualmente maior produtor de inhame do Estado. Nesse município, a cultura do inhame da Costa é responsável por 37% da renda dos pequenos produtores (Mendes et al., 2003).

Em visitas a áreas de cultivo de inhame, no Recôncavo da Bahia, têm-se observado um número muito elevado de plantas com manchas foliares, em praticamente todas as áreas de produção. Os produtores rurais desta região, de forma empírica, têm associado esses sintomas à baixa produtividade alcançada pela cultura.

Perez et al., (2004) identificaram a presença de *Phyllosticta* sp., causando manchas foliares no inhame em cultivos no Recôncavo da Bahia.

Embora a severidade da queima das folhas do inhame causada por *C. eragrostidis*, já tenha sido estudada em sistemas de cultivo de inhame irrigado e em sequeiro no Estado de Pernambuco (Michereff et al., 1999), não se conhece o comportamento das manchas foliares em outras regiões ou em sistemas de cultivo de inhame consorciado com outras culturas agrícolas ou com adubos verdes. A inexistência de informações sobre epidemias causadas por *Curvularia eragrostidis* e *Phyllosticta* sp. em plantios de inhame no Recôncavo da Bahia, dificulta o controle dessas doenças pelos produtores.

Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram: caracterizar o progresso de manchas foliares do inhame; estimar a severidade nas condições do Recôncavo da Bahia; avaliar a influência do consórcio e incorporação de adubos verdes no progresso e severidade de manchas foliares do inhame e relacionar a severidade com características das túberas de inhame.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O trabalho foi conduzido no Sítio São Carlos, no distrito de Guapira, município de Maragojipe, Bahia - Brasil, localizado a 12.79907 S e 39.03992 W Greenwich, em um solo classificado como latossolo vermelho-amarelo álico coeso. O solo apresentava as seguintes características químicas: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,9$, $\text{P}_{\text{disponível}} = 1 \text{ mg.dm}^{-3}$, $\text{K} = 51 \text{ mg.dm}^{-3}$, $\text{Ca} = 0,75 \text{ cmolc. dm}^{-3}$, $\text{Mg} = 0,45 \text{ cmolc.dm}^{-3}$, $\text{Al} = 0,2 \text{ cmolc.dm}^{-3}$, $\text{Na} = 0,008 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e $\text{MO} = 1,7 \text{ g.kg}^{-1}$. O regime pluviométrico médio da região é de 1.500 mm/ano.

Como adubação de lastro, foram utilizadas 12 t/ha de esterco curtido de gado, conforme recomendações de Santos (1996). Utilizou-se o sistema de plantio de leirões de 0,50 m de altura, com espaçamento de 1,20 x 0,40 m, densidade de plantio de 20 mil plantas/ha, em condições de sequeiro. No plantio foram utilizadas como semente, as partes medianas e finais das túberas, descartando as partes superiores das túberas devido ao desenvolvimento diferenciado que estas apresentam. O plantio foi feito em dezembro de 2002 e a colheita em novembro de 2003. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1-plantio convencional de inhame; T2- plantio de inhame nas linhas, com crotalária (*Crotalaria juncea*),

variedade IAC-KR1, nas entrelinhas; T3- plantio de inhame nas linhas, com guandu (*Cajanus cajan* L.), variedade Fava larga, nas entrelinhas e T4- plantio de inhame nas linhas e a combinação de crotalária + guandu nas entrelinhas. A densidade de plantio dos adubos verdes foi de 10 plantas por metro linear, com duas fileiras de plantas, estabelecidas 30 dias após o plantio do inhame.

A incorporação dos adubos verdes foi realizada aos 60 dias após o seu plantio, que corresponde a 90 dias após o plantio do inhame. No final do ciclo da cultura do inhame, foi feita a colheita e a determinação do seu peso fresco, diâmetro e comprimento das túberas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo avaliadas 10 plantas por parcela.

Avaliação da doença

A severidade de manchas foliares do inhame foi estimada em todos os tratamentos a intervalos de 14 dias, após o aparecimento dos primeiros sintomas. A percentagem de área foliar lesionada, causada por *Curvularia eragrostidis* e por *Phyllosticta* sp. foi estimada separadamente para cada tipo de lesão, em 10 plantas por parcela experimental. Em cada planta foram avaliadas três folhas do terço inferior, médio e superior, num total de nove folhas, utilizando-se como referencial a escala diagramática de 0 a 32 % de área foliar lesionada (Michereff et al., 2000a).

Curva de progresso da doença

Três modelos – Monomolecular, Logístico e Gompertz – foram ajustados aos dados de progresso da doença, por meio de regressão não-linear com o utilitário STATISTICA 5.0. A regressão foi feita através do modelo Quasi-Newton, que estima, assintoticamente, as derivadas de segunda ordem (parcial) da função de perda ($\text{perda} = (\text{observado} - \text{previsto})^2$) e as usa para determinar o movimento dos parâmetros de interação a interação.

A escolha do melhor modelo foi feita com base no coeficiente de determinação entre os valores observados e valores previstos, na existência ou não de padrões no gráfico de resíduos *versus* valores previstos (Campbell & Madden,

1990) e nos valores do quadrado médio do resíduo (QMR). O modelo com maior coeficiente de determinação foi aceito como apropriado apenas quando seu gráfico de resíduos versus valores previstos não apresentava padrões detectáveis.

Adicionalmente, utilizando os dados originais de severidade da doença, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), para ambos os patógenos, conforme (Campbell & Madden, 1990). A AACPD foi utilizada para análise de variância e a comparação entre os tratamentos e entre estratos da planta (inferior, médio e superior). Posteriormente, fez-se o desdobramento da interação, aplicado-se o teste de Tukey ($P=0,05$) (Banzatto e Kronka, 1992).

Correlação entre AACPD e as características produtivas das túberas de inhame.

Para os diferentes tratamentos, foi efetuada a análise de correlação de Pearson ($P=0,05$) entre a AACPD das manchas foliares causadas por *C. eragrostidis*, por *Phyllosticta* sp., e a soma de ambas as áreas nos diferentes estratos da planta (inferior, médio e superior) e as seguintes características da túbera: peso, diâmetro e comprimento. Utilizou-se o programa estatístico SAS (SAS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Curva de progresso da doença

Foram observados sintomas de mancha foliar, causados por ambos os patógenos, *C. eragrostidis* e por *Phyllosticta* sp. (Figura 1).



Figura 1. Folhas de inhame com manchas foliares causados por *Curvularia eragrostidis* (A) e por *Phyllosticta* sp. (B).

O aparecimento da mancha foliar do inhame causada por *C. eragrostidis* ocorreu aos 135 dias após o plantio (DAP) e se manteve em baixa intensidade até os 177 (DAP). Resultados semelhantes foram observados por Michereff et al., (1999). Estes autores observaram o início da doença aos 120 (DAP) do inhame na zona da Mata de Pernambuco, associando o aparecimento destas lesões ao início do período das chuvas. No Recôncavo da Bahia, o período das chuvas tem início no mês de março, sendo intensificadas no mês de maio, coincidindo com o aparecimento dos sintomas da doença, em campo. As curvas de progresso da mancha foliar causada por *C. eragrostidis*, em sistemas de plantio de inhame consorciados com adubos verdes mantiveram-se baixas até os 177 (DAP) (Figura 2).

Observou-se uma elevação da severidade da doença a partir dos 177 (DAP) da cultura, para todos os tratamentos avaliados, coincidindo com o período final do estágio reprodutivo da planta (secamento das flores). Em estudos realizados no Estado de Pernambuco, esta mesma tendência foi observada em cultivos de inhame em condições de sequeiro (Michereff et al., 2000b). O efeito do final do ciclo reprodutivo do inhame no aumento da severidade da mancha foliar, ocorre devido ao fato das plantas não emitirem mais folhas novas após este período, entrando na fase de senescência da parte aérea, até atingir o desfolhamento completo da planta (Santos, 1996).

Pode-se observar também uma queda na severidade da mancha foliar, nas plantas do sistema de plantio convencional (tratamento testemunha), nas duas últimas avaliações. Neste tratamento, observou-se que as folhas com sintomas severos de mancha foliar caíram mais cedo, quando comparadas às dos tratamentos com adubos verdes, nos quais, as plantas permaneceram com maior número de folhas verdes por um período mais longo. A senescência precoce fez com que a planta não tivesse mais folhas com sintomas.

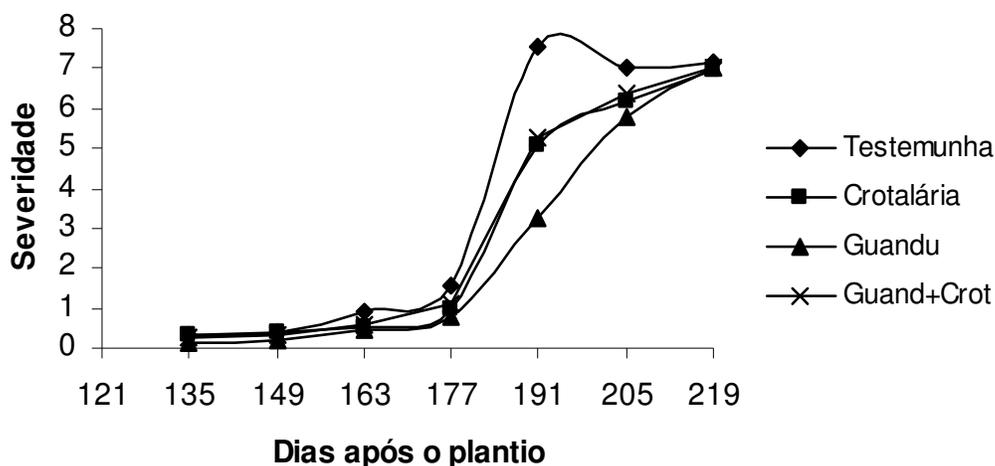


Figura 2. Curvas de progresso da mancha foliar causada por *Curvularia eragrostidis* no inhame, em cultivo consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia.

Na avaliação dos ajustes dos modelos, verificou-se que o modelo logístico foi o que apresentou o maior coeficiente de determinação e não apresentou padrão nos

resíduos em qualquer dos tratamentos (Tabela 1). O ajuste deste modelo, aliado ao que se conhece da biologia do patógeno, indica que, possivelmente, o aumento da severidade se dá pela multiplicação e disseminação do patógeno na própria área de cultivo, sem que tenha ocorrido significativa entrada de esporos de outras áreas de cultivo com este patógeno, podendo também ter ocorrido um crescimento no tamanho das lesões. As taxas de progresso da doença para os tratamentos com inhame consorciado com adubos verdes foram similares. Contudo, no tratamento com o cultivo convencional de inhame, essa taxa foi 37 % superior, quando comparada a dos tratamentos com adubos verdes (Tabela 1).

Não foi possível ajustar os modelos às curvas de progresso da doença para a mancha foliar causada por *Phyllosticta* sp., pois os sintomas causados por este patógeno desapareceram nas plantas em campo, após a quarta avaliação, que corresponde a aproximadamente 177 DAP (Figura 3). A *Phyllosticta* sp. é bastante sensível a variações climáticas (Van Der, 2004) e pouco se sabe sobre o seu comportamento nos plantios de inhame no Brasil. Foi observada uma baixa severidade da mancha foliar causada por esse patógeno, sugerindo que este patógeno pode ter importância secundária para a cultura do inhame. Adicionalmente, a elevada sensibilidade deste patógeno às variações climáticas (Van Der, 2004) pode causar uma baixa capacidade de multiplicação e sobrevivência do inóculo nas condições climáticas da região do Recôncavo da Bahia, e possivelmente em outras regiões do Brasil, pois o mesmo só foi visualizado em cultivos de inhame na Bahia há poucos anos, segundo informação dos produtores e não foram encontrados relatos na literatura desta doença causada por *Phyllosticta* sp. em outras regiões do Brasil. Deve-se destacar que não se conhece a origem do inóculo de *Phyllosticta* sp. que vem gerando essas epidemias e o seu início na região e/ou no Brasil. Nas observações em campo, pode-se observar que este patógeno infecta principalmente as folhas novas e aos 177 DAP, as plantas de inhame apresentam na sua maioria folhas maduras de textura mais coriácea.

Tabela 1. Comparação do ajuste de modelos às curvas de progresso da queima das folhas do inhame causada por *C. eragrostidis*, em sistemas de plantio de inhame com adubos verdes, no Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	Modelos	ii	r	R²	Resíduo
Testemunha	Logístico	0,000	0,110	0,85	-
	Monomolecular	-9,340	0,016	0,52	+
	Gompertz	0,000	0,015	0,39	+
	Logístico	0,000	0,081	0,96	-
Crotalária	Logístico	-9,775	0,016	0,73	+
	Monomolecular	0,000	0,016	0,59	+
	Gompertz	0,000	0,079	0,98	-
	Logístico	-7,223	0,014	0,71	+
Guandu	Monomolecular	0,000	0,016	0,62	+
	Gompertz	0,000	0,081	0,96	-
	Logístico	-0,861	0,017	0,73	+
	Monomolecular	0,000	0,162	0,60	+
Guandu + Crotalária	Gompertz				

(ii) – inoculo inicial; (r) – taxa de progresso da doença; (R²) – coeficiente de determinação; presença (+) e ausência (-) de padrão nos resíduos.

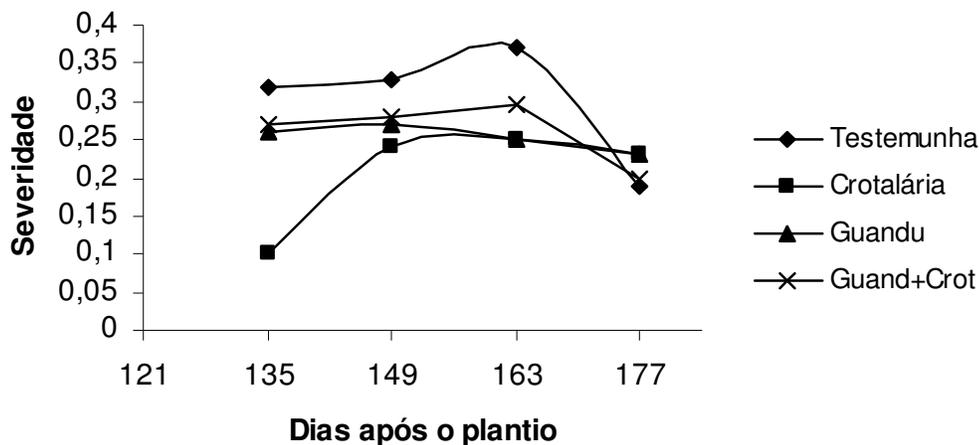


Figura 3. Curvas de progresso da mancha foliar causada por *Phyllosticta* sp. no inhame, em cultivo consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia.

Nas avaliações da AACPD para a mancha causada por *C. eragrostidis*, observou-se uma interação entre os tratamentos avaliados e os estratos da planta (Tabela 2). O estrato inferior apresentou as menores médias de AACPD para os tratamentos onde foram utilizados os adubos verdes, com exceção do tratamento onde se utilizou a crotalária em consórcio com o inhame, o qual não diferiu estatisticamente da testemunha. No entanto, para o tratamento testemunha (plantio convencional de inhame), a menor AACPD foi observada para o estrato médio e o superior.

Os resultados obtidos neste trabalho não permitem uma explicação biológica para a diferenciação da AACPD entre os estratos da planta, indicando a necessidade de estudos específicos para que se possa explicar tal diferenciação.

O tratamento testemunha (plantio convencional de inhame) apresentou a maior média de AACPD para o estrato inferior, quando comparado com os demais tratamentos. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, para o estrato médio da planta. Entretanto, os tratamentos com crotalária e a testemunha apresentaram as maiores médias de AACPD no estrato superior das plantas (Tabela 2). As plantas, quando analisadas sem a diferenciação em estratos, apresentaram menores médias de AACPD para os tratamentos com adubos verdes (Figura 4), o que está de acordo com os resultados da taxa de progresso da doença.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) causada por *C. eragrostidis* nos diferentes estratos da planta de inhame, em plantio consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

Tratamentos	Estratos da planta		
	Inferior	Médio	Superior
Testemunha	346,2Aa	238,2Ab	304,4Aab
Crotalária	255,7Aa	208,7Ba	241,4Aa
Guandu	143,5Cb	222,2Aa	219,8Ba
Guandu + Crotalária	167,1Cb	268,8Aa	240,6Abab

Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

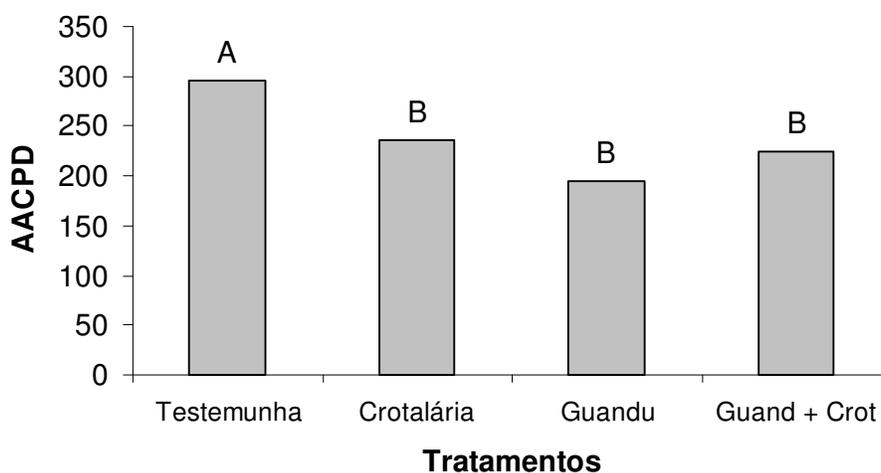


Figura 4. Total da área abaixo da curva de progresso da queima das folhas do inhame causada por *Curvularia* em cultivo de inhame consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia.

Esta mesma tendência foi observada quando se avaliou a AACPD para as manchas foliares do inhame como um todo, ou seja, considerando o conjunto das lesões causadas por *C. eragrostidis* e *Phyllosticta* sp (Figura 5).

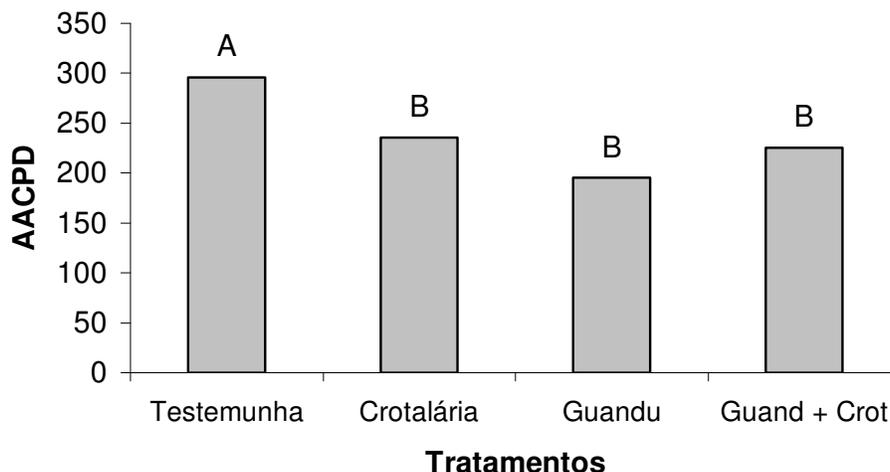


Figura 5. Total da área abaixo da curva de progresso das manchas foliares do inhame causada por *Curvularia* e *Phyllosticta* em cultivo de inhame consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia.

Os baixos valores da AACPD nos tratamentos com adubos verdes poderiam ser atribuídos, em parte, à melhor nutrição das plantas de inhame, proporcionada pela incorporação dos adubos verdes nas entrelinhas do inhame. A utilização de adubos verdes em combinação com esterco aumenta a disponibilidade de nutrientes no solo, para a planta, num menor espaço de tempo (Garrido et al., 2005, dados não publicados).

Pozza & Pozza (2003) relataram que a adubação pode influenciar positivamente ou negativamente a incidência e severidade de doenças. Contudo, estudos têm demonstrado que a nutrição equilibrada em sistemas de cultivo torna as plantas mais tolerantes a doenças foliares, inibindo a penetração do patógeno, melhorando a permeabilidade da membrana citoplasmática e aumentando a produção de compostos fenólicos com propriedades fungistáticas.

Não foram observadas diferenças significativas e nem interações para os diferentes estratos e os tratamentos, para a mancha foliar causada por *Phyllosticta* sp..

Correlação entre AACPD e as características das túberas de inhame

Quando se avaliou cada tratamento de forma separada, não foram observadas correlações significativas ($P=0,05$), entre a AACPD, das manchas foliares causadas por *C. eragrostidis*, por *Phyllosticta* sp. ou a soma das AACPD e as características das túberas (peso, diâmetro e comprimento de túberas).

Observou-se correlação negativa entre a AACPD da mancha causada por *C. eragrostidis* no estrato inferior da planta, e o peso e diâmetro das túberas, explicando 20 e 24 % do decréscimo do peso de túberas de inhame, respectivamente. A mesma tendência foi observada para a correlação entre a soma das AACPD e as características das túberas (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação entre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) causada por *Curvularia* e as características da túbera de inhame, em sistemas de cultivo com adubos verdes, no Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

AACPD	Características da túbera de inhame		
	Peso	Comprimento	Diâmetro
Estrato inferior	-0,20*	-0,12 ^{ns}	-0,24*
Estrato médio	-0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
Estrato inferior	-0,16 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,18*
Planta inteira	-0,19*	-0,09 ^{ns}	-0,21*

*Significativo ao nível de 5%; ns: não significativo.

Nas avaliações da correlação entre AACPD da mancha causada por *Phyllosticta* sp. e as características das túberas, verificou-se correlação negativa entre a AACPD nos estratos inferior e médio e da planta inteira (Tabela 4).

No estudo de correlação da mancha das folhas, causada por ambos os patógenos, observou-se correlação negativa entre a AACPD e o comprimento e o diâmetro das túberas. Estas correlações, mesmo com o coeficiente de determinação baixo, reforça a hipótese de um possível decréscimo no peso e diâmetro das túberas, devido a uma maior área foliar com lesões (Tabela 5). Contudo, sabe-se que a produtividade de uma cultura é reflexo não só de uma característica, mas sim de um conjunto de fatores como fertilização, manejo de doenças e pragas e sistemas de cultivo adequados.

Tabela 4. Correlação entre a AACPD causadas por *Phyllosticta* sp. e as características produtivas do inhame em sistemas de cultivo de inhame consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

AACPD	Características da túbera de inhame		
	Peso	Comprimento	Diâmetro
Estrato inferior	-0,09 ^{ns}	-0,18*	0,01 ^{ns}
Estrato médio	-0,12 ^{ns}	-0,20*	-0,10 ^{ns}
Estrato inferior	-0,04 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
Total da planta	-0,12 ^{ns}	-0,24*	-0,07 ^{ns}

*Significativo ao nível de 5%; ns: não significativo.

Tabela 5. Correlação entre a AACPD total, causadas por *Phylosticta* e *Curvularia* e as características produtivas do inhame em sistemas de cultivo de inhame consorciado com adubos verdes no Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, 2005.

AACPD	Características da túbera de inhame		
	Peso	Comprimento	Diâmetro
Estrato inferior	-0,20*	-0,14 ^{ns}	-0,24*
Estrato médio	-0,08 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
Estrato inferior	-0,17*	-0,12 ^{ns}	-0,18*
Total da planta	-0,20*	-0,11 ^{ns}	-0,21*

* Significativo ao nível de 5%; ns: não significativo.

CONCLUSÕES

- O modelo Logístico é o modelo que melhor descreve a curva de progresso da mancha foliar causada por *C. eragrostidis*, conhecida como queima das folhas do inhame, nas condições do Recôncavo da Bahia.
- As taxas de progresso da doença são similares para os sistemas de cultivo de inhame com adubos verdes.
- O cultivo convencional de inhame apresenta taxa de progresso da doença 37% superior à dos cultivos de inhame com adubos verdes.
- A correlação entre a AACPD da mancha foliar do inhame causada por *C. eragrostidis* e as características das túberas, quando significativa é baixa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATTO, D. V.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1992. 247 p.

BAUDIN, P. Maladies parasitaires des ignames en Côte d'Ivoire. <[http: www. Bondy.ird.fr/pleins_textes/pleins_textes_s/b_fdi_08-09/10433.pdf](http://www.Bondy.ird.fr/pleins_textes/pleins_textes_s/b_fdi_08-09/10433.pdf)>. acesso em dez. 2004.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. John Wiley & Sons: New York. 532p.1990.

EMATER/IPA. Sistema de produção para Cará da Costa: Agreste Setentrional. Agreste Meridional e Mata Norte. Recife. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Pernambuco/Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. 1985.

FRY, W. E. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. **Phytopathology**, v.68, n.11, p.1650-1655, 1978.

MENDES, L. do N; GARRIDO, M. da S.; OLALDE, A. R.; SILVA, T. O. da. Caracterização dos produtores de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) do município de Maragogipe – Bahia. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 41., 2003, Juiz de Fora, **Texto...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. CD-ROM.

MESQUITA, A. S. Inhame na Bahia: a produção a caminho da competitividade. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.4, n.2, p.39-48, nov.2001.

MICHEREFF, S. J.; MAFFIA, L. A.; NORONHA, M. A. Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatologia Brasileira**, **Fortaleza**, v.25. n.4, p.612-619, 2000a.

MICHEREFF, S. J.; MAFFIA, L. A.; PEDROSA, R. A. Progresso e arranjo espacial da queima das folhas do inhame, causadas por *Curvularia eragrostidis*, na zona da mata de Pernambuco. **Agrotropica**, Ilhéus, v.12. n.2, p.87-94. 2000b.

MICHEREFF, S.J.; PEDROSA, R.A.; NORONHA, M. A.; MARTINS, R.B. Influencia de la irrigacion em em atizonamiento de lãs hojas de ñame (*Dioscorea cayennensis*) por *Curvularia eragrostidis* em el N.E. de Brasil. **Boletin Micológico**, v.14, n.1-2. p.49-56, 1999.

MOURA, R.M. Doenças do inhame. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds). **Manual de Fitopatologia**. Editora Ceres São Paulo. p. 463-471, 1997.

PEREZ, J. O.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. da S.; SILVA, D. S. da; ALMEIDA, N. S. de; SANTOS, A. P. dos S.; SOUSA, C. da S. Ocorrência de *Phyllosticta* sp. em inhame nos municípios de Cruz das Almas e Maragogipe–BA. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.30 (suplemento), p.120, 2004.

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A. Manejo de doenças de plantas com macro e micronutrientes. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.28 (suplemento), p.52-54, 2003.

SANTOS, E. S. dos. **Inhame (*Dioscorea ssp*) aspectos básicos da cultura**. João Pessoa: EMEPA-PB, Sebrae, 1ª ed., 1996. 158p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT** User's Guide. v. 8.0. Vols. I, II and III. Cary NC: SAS Institute, Inc., 2000.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v.67, n.8, p.1051-1056. 1977.

VAN DER, H. A. Studies in *Phyllosticta*. In:< <http://ip.library.uu.nl/cbs/sim5/Sim5.htm>, acesso em Dez. 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve, como objetivo avaliar sistemas de manejo agroecológico da cultura do inhame, com a utilização de adubos verdes, e seu efeito nas características produtivas, na taxa de retorno financeiro e nas principais doenças associadas a esta cultura.

Os sistemas de plantio de inhame com a utilização de adubos verdes nas entrelinhas de plantio, e sua incorporação ao solo, tiveram uma influência positiva na qualidade do sistema de produção, proporcionando um manejo eficiente das nematoses associadas a esta cultura, redução na taxa de progresso da mancha foliar, melhor produtividade e qualidade das túberas e maiores taxas de retorno financeiro, o que pode contribuir de forma significativa para a melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais da região do Recôncavo da Bahia.

Do ponto de vista das características produtivas (produtividade e qualidade das túberas e taxa de retorno financeiro) e da menor área foliar afetada pela queima das folhas, o sistema de cultivo de inhame com guandu nas entrelinhas foi superior aos demais. Contudo, em termos do manejo de nematóides associados a esta cultura, este sistema não apresentou respostas positivas, sendo os sistemas de plantio com crotalária superiores.

A *Crotalaria juncea* é eficiente no controle dos fitonematóides associados à cultura do inhame. Entretanto não teve um efeito positivo nas características produtivas da cultura, possivelmente devido ao elevado porte da planta e à competição da crotalária por água, luz e nutrientes.

Os sistemas de cultivo de inhame com *Cajanus cajan* e com a mistura da *C. juncea* e *C. cajan* nas entrelinhas do plantio, proporcionaram características produtivas desejáveis, além de proporcionarem uma menor área foliar afetada pelas manchas foliares. Já o sistema de plantio com a mistura da *C. juncea* e *C. cajan* nas entrelinhas do plantio, proporcionou um manejo eficiente das nematoses associadas à cultura, sendo este um sistema que pode ser indicado aos produtores quando o cultivo de inhame for implantado em áreas onde as populações de fitonematóides prejudiciais à cultura já estejam estabelecidas ou quando os produtores utilizarem matérias propagativas (túberas sementes) que estejam infectados com nematóides.