



Roraima



INSTITUTO FEDERAL
Roraima

UERR

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E IFRR

DISSERTAÇÃO

**Produção de composto orgânico a partir de resíduos
da poda fitossanitária de cupuaçuzeiros infectados
por *Moniliophthora perniciosa* para utilização como
substrato para mudas**

Ezequiel Souza Queiroz

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E
IFRR

**Produção de composto orgânico a partir de resíduos
da poda fitossanitária de cupuaçuzeiros infectados
por *Moniliophthora perniciosa* para utilização como
substrato para mudas**

Ezequiel Souza Queiroz

Sob a Orientação do Professor

Dra. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo

e Co-orientação do Professor

Dr. Edmilson Evangelista de Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**. Área de concentração em Agroecologia.

Boa Vista, RR

Março de 2016

FOLHA DE APROVAÇÃO

EZEQUIEL SOUZA QUEIROZ

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**, área de concentração em Agroecologia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/03/2016

Dra. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo
Pesquisadora da EMBRAPA Roraima
Orientadora

Dr. Edmilson Evangelista da Silva
EMBRAPA Roraima
Co-orientador

Dr. Luís Felipe Pas de Almeida Professor da UFRR
Membro Titular

Dr. Paulo Emílio Kaminski Pesquisador da
EMBRAPA Roraima
Membro Titular

Dra. Teresinha Costa Silveira de Albuquerque
Pesquisadora da EMBRAPA
Membro Titular

Aos meus pais, Claudionor Clemente
Queiroz e Antônia Souza Queiroz

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença incomparável diante de todos os desafios.

À Universidade Estadual de Roraima - UERR, pela grande oportunidade.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio financeiro concedido.

A minha noiva Ana Cássia Pereira pela paciência e incentivo, que sempre acreditou que tudo iria dar certo.

Aos meus irmãos Ezequias Souza Queiroz e Nakata Khétura Souza Queiroz.

A Professora, Pesquisadora e Orientadora Dr. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo, que representa um grande exemplo de competência, simplicidade, persistência nos objetivos e coragem nos desafios.

Ao Professor e Coordenador do Mestrado Plínio Henrique de Oliveira Gomide, pela presença incentivadora durante o curso e pela dedicação ao programa para que tudo desse certo.

Aos estagiários Rodolpho, Rose e Taise pela ajuda constante e incansável a que vocês se dedicaram.

A todos os meus colegas de mestrado, pela convivência e amizade.

Aos funcionários e pesquisadores da EMBRAPA – RORAIMA, pela paciência e valiosa colaboração nos procedimentos de campo, tão importantes para que esse trabalho fosse possível.

Em especial, agradeço ao pesquisador Edmilson Evangelista da Silva, pela parceria, receptividade, participação nas discussões e realização de análises fundamentais para elaboração deste trabalho.

A todos enfim, que de alguma forma contribuíram para que fosse possível a realização e efetivação deste trabalho, seja material ou emocionalmente, dedicando tempo e paciência, com uma simples ideia, reflexão, crítica ou apenas com um sorriso, um abraço ou algum trecho de canção ou poesia.

Meus sinceros agradecimentos!

**Quanto melhor é obter a sabedoria do que o ouro, e quanto
melhor é obter a prudência do que a prata. Pv 16:16**

RESUMO GERAL

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng.) K. Schum) é uma cultura de fácil manejo e retorno econômico viável, sendo encontrado em todos os Estados da região norte. Entretanto, a doença vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* tem reduzido a produtividade da cultura nos últimos anos. A principal medida de manejo adotada pelos produtores tem sido a realização de podas fitossanitárias. Porém, tal prática tem gerado grandes quantidades de resíduos, sendo a maior parte eliminada com uso do fogo, causando desperdício de nutrientes e poluição ambiental. Assim, o objetivo do presente trabalho foi produzir composto orgânico com resíduos da poda fitossanitária do cupuaçuzeiro e descartes, de forma a reduzir a fonte de inóculo do patógeno na área de cultivo e para utilização como substrato para mudas. Para a produção do composto orgânico foram utilizados diferentes proporções de resíduos triturados, tais como vassoura de bruxa, feijão guandu, restos de folhas, galhos e capim roçado. Foram feitas análises químicas antes e depois do processo de compostagem. As pilhas de compostagem atingiram uma temperatura em torno de 60° graus para a maioria dos tratamentos. O composto foi testado como substrato para mudas de cupuaçuzeiros suscetíveis à vassoura de bruxa e mudas de açaizeiros, mantidas sob tela com 50% de sombreamento, onde se avaliou o comprimento da parte aérea, diâmetro do caule e número de folhas, em intervalos de sete e 30 dias para as mudas de cupuaçuzeiro e açaizeiro, respectivamente. A compostagem foi eficiente para o controle da vassoura de bruxa, pois não houve sintomas da doença nas mudas de cupuaçuzeiros testadas. Plantas de cupuaçuzeiros apresentaram bons resultados de desenvolvimento quanto ao crescimento, diâmetro e número de folhas cultivadas no substrato contendo 60% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 20% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes. Enquanto que mudas de açaizeiros apresentaram resultados promissores com o composto contendo 40% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 40% de restos de folhas, galhos e capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes. Tais misturas proporcionaram desenvolvimento vegetativo similar tanto para cupuaçu quanto para açaí quando os mesmos foram cultivados em substrato comumente utilizado para produção de mudas contendo pó de serragem curtida, esterco de carneiro curtido, areia e terra preta de lavrado (v 1: 1: 1: 1), mais 250g de superfosfato simples. Assim, os resultados demonstraram a viabilidade do uso de resíduos de vassoura de bruxa para produção de substrato de forma a substituir o substrato comumente utilizado com aplicação de fertilizantes, reduzindo os custos de produção.

Palavras-chave: Vassoura de bruxa; Substrato; Compostagem.

GENERAL ABSTRACT

The cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng.) K. Schum) is a culture of easy handling and viable economic return being found in all states in the northern region. However, the witch's broom disease caused by fungus *Moniliophthora perniciosa* has reduced crop yield in recent years. The main management measure adopted by the producers has been do phytosanitary pruning. However, this practice have generated large amounts of waste, being much of them eliminated with the use of fire, that have causing waste of nutrients and environmental pollution. The objective of this work was to produce organic compost from residues of phytosanitary pruning of plant's cupuassu to reduce the pathogen's inoculum source in the growing area and to use as substrate for seedlings. For the production of organic compost were used different proportions of crushed waste, such as witch's broom, guandu's bean, leaf debris, twigs and scuffed grass. The compound was tested as a substrate for cupuassu seedlings susceptible to witches' broom and to açaizeiros, that were kept under 50% shade screen, being assessed the shoot length, diameter of stem and the number of leaves at intervals of seven and 30 days for cupuassu and açai, respectively. The composting was efficient to control witches' broom because there were no symptoms of the disease in cupuassu seedlings tested. The cupuassu plants showed good outcomes for growth's development like diameter and number of leaves when grown on the substrate containing 60% of Witch's Broom + 20% guandu's bean + 20% leaf debris, twigs, scuffed grass, cupuassu's fruit peel and seeds. While açai's seedlings showed promising results with the compound containing 40% of Witch's Broom + 20% guandu's bean + 40% leaf debris, twigs, scuffed grass, cupuassu's fruit peel and seeds. Such mixtures provided similar vegetative development for both cupuassu and açai when they were grown in substrate commonly used for producing seedlings containing sawdust tanned, sheep manure, sand and black plowed land (volume 1: 1: 1 : 1) plus 250g of simple superphosphate. Thus, the results demonstrated the feasibility of using witch's broom from organic waste to organic compost production in order to replace the use of the substrate commonly used to produce seedlings together with the fertilizer application, reducing production costs, respectively.

Key - words: Witch's broom; Substrate; composting.

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição dos resíduos vegetais (%) utilizados para produção de composto orgânico conforme cada tratamento.....	32
Tabela 2 - Média dos macronutrientes em g. kg ⁻¹ analisados na matéria seca do material vegetal antes da compostagem e desvio padrão da média.....	35
Tabela 3 – Características químicas em g. kg ⁻¹ , em base seca a 65°C, de composto orgânico curado após 76 dias produzido na Embrapa Roraima, Boa Vista/ RR, Brasil.....	38
Tabela 4 - Análise de potencial de hidrogênio (pH) feito em composto orgânico após o processo de compostagem (cura).....	43
Tabela 5 - Teste de médias e DMS da ultima avaliação (22 ^a) para o comprimento de parte aérea de mudas de cupuaçuzeiro.....	55
Tabela 6 - Teste de médias e DMS da ultima avaliação (22 ^a) para o diâmetro de mudas de cupuaçuzeiro.....	57
Tabela 7 - Teste de médias e DMS da ultima avaliação (22 ^a) para o número de folhas de mudas de cupuaçuzeiro.....	59
Tabela 8 - Teste de médias e DMS da ultima avaliação (5 ^a) para o comprimento de parte aérea de mudas de açazeiro.....	62
Tabela 9 - Teste de médias e DMS da ultima avaliação (5 ^a) para o diâmetro de mudas de açazeiro.....	64
Tabela 10 - Teste de médias e DMS da ultima avaliação (5 ^a) para o número de folhas de mudas de açazeiro.....	66

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Temperatura do composto orgânico, mensurada em intervalos de sete dias.....	41
Figura 2. Comprimento da parte aérea de mudas de cupuaçuzeiro suscetíveis à vassoura de bruxa (<i>Moniliophthora perniciosa</i>).....	54
Figura 3. Diâmetro do caule de mudas de cupuaçuzeiro cultivadas em diferentes substratos.....	56
Figura 4. Número de folhas em mudas de cupuaçuzeiro cultivadas em diferentes substratos.....	58
Figura 5. Altura de parte aérea (cm) de mudas de açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) cultivado em diferentes substratos determinada por um período de cinco meses.....	61
Figura 6. Diâmetro do caule de mudas de açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) cultivadas em diferentes substratos determinada por um período de cinco meses.....	63
Figura 7. Numero de folhas de mudas de açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) cultivadas em diferentes substratos determinada por um período de cinco meses.....	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	166
2.1	Cupuçuzeiro.....	16
2.2	Vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro	17
2.3	Compostagem.....	21
2.4	Cultivos consorciados.....	25
I	CAPITULO I – APROVEITAMENTO DE RESTOS DE PODA FITOSSANITARIA DE PLANTAS DE CUPUAÇUZEIROS INFECTADAS POR <i>Moniliophthora perniciosa</i> PARA PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO.....	27
	RESUMO.....	28
	ABSTRACT	29
1	INTRODUÇÃO.....	30
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	322
2.1	Localização do experimento	32
2.2	Avaliação do processo de compostagem dos resíduos e composição química	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	355
3.1	Experimento 1: Composição química de macronutrientes dos diferentes substratos com resíduos de cupuaçuzeiro realizado depois da decomposição	35
3.2	Composição química de macronutrientes dos diferentes materiais orgânicos realizados antes da decomposição	37
3.3	Temperatura do composto	40
3.4	Potencial de Hidrogênio	42
4	CONCLUSÕES	455
II	CAPITULO II- ANÁLISES BIOMETRICA DE MUDAS DE CUPUAÇUZEIRO E AÇAIZEIRO CULTIVADAS EM SUBSTRATO CONTENDO DIFERENTES PROPORÇÕES DE VASSOURA DE BRUXA	46
	RESUMO.....	47
	ABSTRACT	48
1	INTRODUÇÃO.....	49
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1	Experimento 2: Aproveitamento dos resíduos de podas fitossanitarias para produção de composto orgânico e preparo de substrato para produção de mudas de cupuaçuzeiros	51
2.1.1	Avaliação do desenvolvimento das mudas de cupuaçuzeiros	51

2.3	Experimento 3: Aproveitamento dos resíduos de podas fitossanitárias para produção de composto orgânico e preparo de substrato para produção de mudas de açazeiro.....	52
2.3.1	Avaliação das mudas de açazeiros.....	52
2.4	Pacote tecnológico estatístico.....	53
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
3.1	Avaliação biométrica de mudas de cupuaçuzeiro.....	54
3.2	Avaliação biométrica de mudas de açazeiro.....	61
4	CONCLUSÕES.....	67
	CONCLUSÕES FINAIS.....	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
IV	ANEXOS.....	84

1 INTRODUÇÃO GERAL

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng.) Schum) é uma cultura de fácil manejo e retorno econômico viável, sendo encontrada em todos os Estados da região norte, dentre eles destacam-se os estados do Pará, Rondônia, Acre, Amazonas e Roraima (Venturieri *et al.*, 1993, Rocha Neto *et al.*, 1999). No Brasil é cultivado desde o estado de São Paulo até o Sul de Roraima. Outros países onde é cultivado ocasionalmente são: Equador, Guiana, Martinica, Costa Rica, São Tomé, Trinidad Tobago, Ghana, Venezuela, Peru e Colômbia (Cuatrecasas, 1964, Calzavara *et al.*, 1984).

Por ainda se tratar de uma espécie nativa da região Amazônica, o cultivo do cupuaçuzeiro ainda encontra-se em processo de domesticação, o que tem despertado interesse de várias instituições de pesquisa, principalmente as da região Amazônica. Como se trata de planta perene, e tendo as pesquisas se iniciado em época relativamente recente, existem ainda diversos aspectos sobre o cultivo do cupuaçuzeiro e das etapas de beneficiamento do fruto que necessitam ser melhor definidas em termos de indicações/recomendações com base técnico-científica (Calzavara, 1987, Silva Junior *et al.*, 2011, Bueno, 1997).

Nos últimos 20 anos, com a valorização dos produtos da Amazônia, houve grande incremento no plantio desta espécie no norte e sul do estado de Roraima, onde alguns produtores chegaram alcançar produtividade em torno de 1.200 kg ha⁻¹. Porém problemas de desconhecimento tecnológico relacionados à condução da cultura, como elevada desuniformidade populacional de plantios, deficiências nutricionais, baixa produtividade de frutos, ocorrência da doença vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) e plantio de plantas suscetíveis a doença, impuseram uma redução na produtividade da cultura, causando prejuízos aos produtores (Lima *et al.*, 2013).

Atualmente, em Roraima, a doença vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro tem sido o principal problema fitossanitário para a cultura (Lima *et al.*, 2013). O fungo se desenvolve em partes jovem da planta, como brotações, flores e frutos, podendo a doença se desenvolver tanto em mudas quanto em plantas adultas. Inicialmente observa-se um engrossamento dos ramos, aparecimento de muitos brotos laterais, ocorrendo posteriormente o secamento da brotação afetada, surgindo então a vassoura seca que é o sintoma característico da doença (Griffith *et al.*, 2003, Kilaru e Hasenstein, 2005, Scarpari *et al.*, 2005).

A vassoura de bruxa seca permanece produzindo basidiocarpos do fungo por até três anos, servindo assim de fonte de inóculo do patógeno, além da disseminação da doença na área de cultivo (Bastos, 1994).

A prática de poda fitossanitária com a remoção das vassouras de bruxa ou de parte infectadas pela doença gera uma grande quantidade de resíduos vegetais tais como galhos, folhas, frutos e estes, geralmente, são queimados pelos produtores, como forma de prevenção contra a disseminação do patógeno na área (Lima, 1998).

Entretanto, tal medida não traz nenhum retorno ao produtor, pois a queima destes materiais afeta não só o solo, mas também, alteram todo um sistema climático regional, a biodiversidade, e os ciclos hidrológicos, além da exportação de nitrogênio e enxôfre para a atmosfera através da fumaça, e os outros nutrientes que permanecem na forma de cinzas são, muitas vezes lixiviados, tornando os solos ainda mais pobres (Nepstad *et al.* 1999a, Rosenfeld, 1999).

Porém, se os resíduos oriundos destas podas fitossanitárias forem manipulados adequadamente e tiverem outra destinação, como o aproveitamento para a compostagem, transformando-os em adubo orgânico, tal medida poderá: evitar a esporulação do fungo; reduzir diretamente a disseminação do patógeno; facilitar a degradação dos restos culturais; diminuir os custos com a aquisição de adubos e fertilizantes; vindo a suprir, boa parte da demanda de nutrientes industrializados sem afetar adversamente os recursos do solo e do ambiente. Além disso, a compostagem visa a eliminação da prática do uso do fogo para queima dos resíduos da cultura, adquirindo uma importante função ecológica, que é a de reduzir a contaminação da água, da terra e do ar (Lindenberg, 1992).

A compostagem é um processo que visa a degradação de massa heterogênea da matéria orgânica, no ato da degradação, há elevação da temperatura podendo chegar a 70 °C no interior da pilha, causada pela intensa atividade metabólica dos microorganismos. Nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição de forma aeróbica (presença de oxigênio) por populações microbianas (Teixeira, 2002, Gomes, 1998).

Não há relatos de estudos para produção de composto orgânico aproveitando resíduos da poda fitossanitária do cupuaçuzeiro, apesar da importância desta doença para a cultura. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi produzir composto orgânico com resíduos da poda fitossanitária do cupuaçuzeiro e descartes, de forma a reduzir a fonte de inóculo do patógeno na área de cultivo e para utilização como substrato para mudas.

2.1 Cupuaçuzeiro

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng.) K. Schum) é uma árvore frutífera da região Amazônica, pertencente à família Malvaceae, que possivelmente foi disseminada de seu centro de origem correspondente ao sul do Rio Amazonas, oeste do Rio Tapajós, incluindo o sul e sudeste do estado do Pará e a região “pré-amazônica” do estado do Maranhão e daí distribuído para todos os Estados da região norte (Cuatrecasas, 1964).

Com as grandes migrações dos povos indígenas para o interior da Amazônia essa cultura foi disseminada por estes povos, e aos poucos foi introduzida em pequenos cultivos em toda a região Norte (Clement, 1999).

Atualmente, está disseminado por toda bacia Amazônica, encontrando-se em estado silvestre na parte sul e sudeste da Amazônia Oriental e Noroeste do estado do Maranhão, porém o seu cultivo não está limitado apenas à região norte, ele pode ser encontrado em pleno cultivo em outros Estados tais como, Espírito Santo, Bahia, São Paulo e em outras regiões do país, além de ser cultivado em outros países como Equador, Guiana, Martinica, Costa Rica, São Tomé, Trinidad Tobago, Ghana, Venezuela, Perú e Colômbia. (Ledo *et al.*, 2002; Venturieri *et al.*, 1985; Ducke, 1953).

O cultivo de plantas frutíferas, principalmente nativas, vem se caracterizando como atividade de grande importância na exploração econômica da rica diversidade vegetal da Amazônia, onde as espécies para fins industriais têm apresentado maior potencial em função da abrangência de vários segmentos da cadeia produtiva (Ledo *et al.*, 2002).

Nesse contexto, destaca-se o cupuaçuzeiro, visto que, nas últimas décadas seu cultivo para produção de frutos, tornou-se importante para a agricultura no norte do Brasil, pois apresenta importância tanto social quanto econômica permitindo a geração de emprego e renda para os produtores rurais da região, além da sua permanência no campo, constitui-se em uma interessante alternativa de exploração agrícola na Amazônia (Ribeiro, 2000).

Embora a polpa corresponda a cerca de 40% do peso total do fruto, garante o sustento de praticamente todo o fluxo de produção, que seja industrial ou artesanal, o mercado do cupuaçu tem se consolidado regionalmente e com perspectivas promissoras de incorporá-lo nos mercados de outras regiões do Brasil e mesmo no mercado internacional (Muller *et al.*, 1995; Lorenzi, 2000; Ribeiro, 2000).

Em se tratando das amêndoas do fruto, a mesma vem sendo muito utilizada para produção de chocolate e de uma gordura fina semelhante à manteiga de cacau e o óleo, proveniente das sementes, que tem sido utilizado na indústria de cosméticos, oferecendo nova perspectiva de ingressos financeiros em mercados diversificados (Medeiros e Lannes, 2002).

O cupuaçu ainda se destaca pelas características de sabor, aroma e possibilidades de utilização doméstica e agroindustrial da sua polpa. Além disso, é a parte mais frequentemente usada no preparo caseiro de sucos, sorvetes, tortas, licores, compotas, geleias e biscoitos. Na Indústria é empregada na fabricação de sorvetes, iogurtes e outros produtos lácteos, e compotas (Suframa, 2003).

O cupuaçuzeiro pode ser propagado sexuadamente por sementes e assexuadamente via propagação vegetativa por estaquia e enxertia. Quando propagado por semente (sexuadamente), tem seu ciclo de frutificação mais precoce, iniciando-se a partir do terceiro ano após o plantio. Porém, a partir do quinto ano, o cupuaçuzeiro alcança estabilidade de produção (Souza e Silva, 1999).

O crescimento do cupuaçuzeiro em cultivos de monocultura varia de 4 a 8 metros de altura, com uma copa de até 7 metros de diâmetro. Em cultivos consorciados essa planta pode atingir uma altura de 20 metros e diâmetro de caule à altura do peito de 45 centímetros (Venturieri *et al.*, 1993; Rocha neto *et al.*, 1999). Para Muller *et al.* (1995) as plantas de cupuaçuzeiro podem apresentar boa produtividade com mais de oitenta anos de idade, isso graças ao seu crescimento perene.

2.2 Vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro

Nos últimos anos, com a valorização dos produtos da Amazônia, houve grande incremento no plantio de cupuaçuzeiro no norte e sul do estado de Roraima, onde alguns produtores alcançaram produtividade em torno de 1.200 kg.ha⁻¹ (Lima *et al.*, 2013). Entretanto, tanto em Roraima como nos demais Estados da região Norte, a falta de conhecimento sobre a condução da cultura por parte dos produtores da região tais como, elevada desuniformidade populacional de plantios, deficiências nutricionais e ocorrência de doenças e pragas impuseram uma redução na produtividade da cultura, causando prejuízos tanto imediatos quanto a longo prazo aos produtores (Kerr e Clement, 1980; Schultes, 1979).

Atualmente, a doença vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime e Phillips-Mora, (2005), tem sido o principal problema na cultura do cupuaçuzeiro na Região Amazônica (Benchimol *et al.*, 2001, Souza, 2007; Alves *et al.*, 2010).

O fungo que causa a doença da vassoura de bruxa foi primeiramente nomeado como *Marasmius perniciosus*, em 1915 por Stahel, posteriormente reclassificado por Singer em 1942 como *Crinipellis perniciosa* (Stahel). Novamente renomeado como *Moniliophthora perniciosa* (Aime e Phillips-Mora, 2005), que pertence à divisão Eumycota, subdivisão Basidiomycotina, ordem Agaricales e família Tricholomataceae (Evans, 1981).

O fungo *M. perniciosa* tem causado grandes perdas para a cultura do cupuaçuzeiro, pois este fungo é um parasita hemibiotrófico que apresenta duas fases fisiológicas e morfológicas distintas. Essa característica proporciona ao fungo a vantagem de infectar tanto tecidos vivos como tecidos mortos do cupuaçuzeiro. A primeira fase é a monocariótica, parasítica, de crescimento intercelular, com ausência de grampos de conexão, encontradas em tecidos vivos, e a segunda fase é a dicariótica, saprofítica, com crescimento intracelular e presença de grampos de conexão, encontrada somente em tecidos mortos (Luz *et al.*, 1997).

O fungo causador da vassoura de bruxa se desenvolve nos ramos da planta o que induz a um crescimento de galhas e brotos laterais, resultando na morte do tecido ou parte afetada, e dependendo da intensidade da severidade pode até matar a planta. O sintoma característico é a ocorrência de um superbrotamento das gemas apicais e axilares de mudas e plantas adultas, pois com o ataque do patógeno ocorre hiperplasia do tecido afetado, provocando o engrossamento do ramo e emissão abundante de brotações laterais, formando uma vassoura vegetativa. Em seguida, acontece o secamento do galho infectado, formando uma vassoura seca, cuja aparência dá origem ao próprio nome da doença (Benchimol, 2001).

Segundo Lima e Souza (1998) a enfermidade tem preferencia pelas partes mais sensíveis da planta tais como, pontas dos ramos, flores, frutos em formação e sementes. Além disso, a infecção pode ocorrer tanto em mudas quanto em plantas adultas, que pode ser observado com a emissão de várias brotações laterais, característica típica da doença. Quando a vassoura se manifesta nas flores há um abortamento e queda prematura, nos frutos jovens há uma paralização do crescimento e secamento dos mesmos, porém quando a doença se manifesta nos frutos com estágio de maturação avançado, a doença causa o apodrecimento da polpa inviabilizando a comercialização do produto.

A produção de basidiocarpos, que é a fonte primária do inóculo, ocorre tanto sobre frutos infectados quanto em vassouras secas, que em condições ideais como umidade e temperatura, liberam basidiósporos, sendo esta a etapa crítica da doença, pois é quando ocorre a disseminação do fungo de uma planta para a outra, ou até mesmo na própria planta de um

ramo infectado para um ramo sadio através do vento (Souza *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2009; Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2004).

A disseminação dos esporos a grande distância é feita pelo vento e a pequena distância, pela água de chuva. Outra via de disseminação é o transporte de mudas e sementes presentes em frutos infectados, sendo estas as principais fontes de inóculo segundo Alves (2009). Estudos efetuados na Bahia demonstraram que as cascas descartadas de cupuaçu também são importantes fontes de inóculo (Niella, 1997).

A doença além de afetar a cultura do cupuaçu, também atinge várias espécies dos gêneros *Theobroma* e *Herrania*, como o cacau-do-pará, cacau-jacaré, cupuí, cacau-cabeça-de-urubu, cacauí e algumas espécies da família Solanaceae tais como, *Solanum lasiantherum*, e *Solanum rugosum*, bem como a (*Bixaceae orellana*) que é o uruncuzeiro (Alves, 2012; Bastos e Evans, 1985). Recentemente foi relatado que a espécie *Heteropterys acutifolia* da família Malpighiaceae também é hospedeiro deste patógeno. O período de incubação da doença, varia de três a quatro semanas no cupuaçuzeiro (Nunes *et al.*, 1996), enquanto no cacaueiro é mais demorado, durando de quatro a seis semanas (Venturieri, 1993).

A relevância da doença aumenta à medida que as plantas iniciam a produção, e isto ocorre geralmente três anos após o plantio, conforme a planta for crescendo, devido o aumento do volume da copa, havendo, conseqüentemente, aumento do número de gemas, bem como aumento da intensidade da doença (Macedo *et al.*, 2009). Além disso, com o aumento da área cultivada de cupuaçuzeiro e a falta de acompanhamento técnico, envolvendo pesquisas e transferência de tecnologia, começou a se observar maior incidência da doença nos plantios (Alves *et al.*, 1998a; Alves, 1999; Alves, 2003).

Atualmente, a vassoura de bruxa está disseminada, de forma endêmica, na região tropical da América do Sul (Purdy e Schmidt, 1996). No Brasil, a vassoura de bruxa estava presente somente na região amazônica, seu local de origem (Maki, 2006), entretanto segundo Pereira *et al.* (1989), essa doença também encontra-se disseminada no sul da Bahia local onde foi primeiramente introduzido variedades oriundas da Amazônia (Lopes e Luz, 2000). Conforme dados e informações disponíveis dos órgãos de fiscalização fitossanitária e órgãos de pesquisa, há registro de perdas superiores a 70% da produção (Albuquerque *et al.*, 1995).

Em Roraima produtores de cupuaçuzeiro convivem com essa doença, realizando podas fitossanitárias das vassouras secas, até o quarto ano de cultivo. A partir daí, com a dificuldade de se realizar a poda, devido à altura elevada dos cupuaçuzeiros, ocorre um aumento da

severidade da doença, e o excesso de vassouras causa uma queda drástica na produção, resultando no abandono do plantio por parte dos produtores. Entretanto, plantas de porte mais baixo poderão ser obtidas se a copa passar por modificações através de podas drásticas, facilitando a poda fitossanitária dos ramos afetados com sintomas de vassoura de bruxa, reduzindo com isso, a incidência das vassouras e, por conseguinte, a perda de frutos (Lima *et al.*, 2014).

A simples renovação da copa por meio de poda drástica complementadas com podas fitossanitárias promove uma melhoria da sanidade do pomar. No entanto, se as plantas apresentarem níveis elevados de severidade da doença, inviabilizando a prática de poda, uma alternativa que pode ser adotada é a substituição de copa com materiais clonais resistentes a essa enfermidade. Tal procedimento traz duplo benefício, pois além de diminuir os custos com podas fitossanitárias, promove também um substancial aumento da produção (Ledo *et al.*, 2002; Alves *et al.*, 2012).

Segundo Bastos (1994) o fungo *Moniliphthora pernicioso* permanece viável nas vassouras secas por até três anos, que em condições ideais se manifesta produzindo basidiocarpos que é a fonte primária do patógeno, a partir daí liberam basidiósporos que podem perfeitamente causar infecção as plantas de cupuaçuzeiro. Costa (1993) diz que a altura onde são produzidos os basidiósporos tem que ser levados em consideração.

Para Andebrhan *et al.* (1993), as vassouras que ficam na superfície do solo, além de produzirem pouco basidiocarpos apresentam poucas chances dos basidiósporos atingirem os órgãos suscetível da planta, porem fonte de inóculo do patógeno nas partes mais altas das plantas, são responsáveis por maiores focos de infecção tanto curta quanto a longas distâncias.

A prática de poda fitossanitária com a remoção das vassouras de bruxa ou de parte infectadas pela doença gera uma grande quantidade de resíduos vegetais tais como galhos, folhas, frutos. Estes geralmente são queimados pelos produtores, como forma de prevenção contra a disseminação do patógeno na área. Entretanto, tal medida não traz nenhum retorno ao produtor, pois a queima destes materiais afeta não só o solo, mas também, alteram todo um sistema climático regional, a biodiversidade, e os ciclos hidrológicos, além da exportação de nutrientes para a atmosfera através da fumaça tornando os solos ainda mais pobre.

Porém, se estes resíduos tiverem um destino final que não seja a queima, e forem manipulados adequadamente, estes poderiam suprir, com vantagens, boa parte da demanda de nutrientes industrializados sem afetar de forma contraria os recursos do solo e do ambiente.

2.3 Compostagem

A compostagem é um processo de transformação dos resíduos, sejam eles de origem urbana, industrial, agrícola e/ou florestal. Trata-se de um processo aeróbio controlado que é desenvolvido por uma população de microrganismos diversos na qual apresenta duas fases bem distintas: a primeira é quando ocorrem reações bioquímicas de maior intensidade, que é denominada termofílica e a segunda ou fase de maturação, é quando ocorre o processo de humificação (Pereira, 1985).

Para Zucconi e Bertoldi (1987) no processo de compostagem sob condições ideais há um aumento de temperatura termofílica que resultam da produção biológica de calor. Para esses autores a compostagem sofre um processo de oxidação biológica através do qual, os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais liberando dióxido de carbono e vapor de água. A compostagem com presença de oxigênio (aeróbio) é a mais recomendada, sendo considerado pela maioria dos autores, quando se trata da degradação de restos vegetais e animais. A compostagem nos mais variados tipos de ambiente ocorre de maneira natural, este processo é mais lento porém de forma contínua.

Na propriedade agrícola existem muitos resíduos de origem vegetal como folhas, galhos, caules, frutos, palhas, sabugos e raízes de plantas alimentícias ou não, e ainda cascas de árvores, casca de frutas, que apresentam algum dano causado por insetos ou doenças, bagaços, esterco de animais, restos de capins da alimentação animal, restos vegetais resultantes de capinas, colheitas e podas de plantas, algas, plantas aquáticas, entre outros (Kiehl, 1985).

No ato da compostagem é imprescindível que haja duas classes de materiais, os materiais ricos em carbono e os materiais ricos em nitrogênio. Para os materiais ricos em carbono podemos levar em consideração os materiais mais lenhosos como a casca de árvores, pó de serragem de madeiras, as podas dos jardins, folhas e galhos das árvores, palhas e feno, e papel. Já para os materiais nitrogenados incluem-se as folhas verdes, estrume de animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, plantas leguminosas, erva, entre outros (Kiehl, 1981).

Para a relação C/N (peso em peso), o ideal para a compostagem é frequentemente considerado como sendo 29 a 30/1. Dois terços do carbono são liberados como dióxido de carbono que é utilizado pelos microrganismos para obter energia e o outro terço do carbono

em conjunto com o nitrogênio é utilizado para constituir as células microbianas. Nota-se que o protoplasma microbiano tem uma relação C/N próxima de 10, mas, para efetuar a síntese de 10 carbonos com um nitrogênio, e assim constituir o seu protoplasma, os microrganismos necessitam de 20 carbonos, aproximadamente, para obter energia (Oliveira *et al.*, 2008).

Segundo Lampkin (1992) para que se tenha uma boa compostagem é necessário que a relação C/N esteja em torno de 25 a 35/1 respectivamente, pois relações acima dessas proporções podem levar a perdas de nitrogênio e carbono até estabilizar, de até 50%. Porém, uma relação C/N inferior, pode disponibilizar o nitrogênio em excesso que poderá ser perdido como amoníaco causando odores desagradáveis indicando que a pilha de composto não foi montada com as devidas proporções.

Além disso relações C/N mais elevadas resulta na falta de nitrogênio o que irá limitar o crescimento microbiano e o carbono não será todo degradado, com isso a temperatura não aumenta, e o processo da compostagem ficará mais lento. Um volume de três partes de materiais ricos em carbono para uma parte de materiais ricos em nitrogênio é a mistura mais comumente utilizada (Lelis, 1998).

Segundo Jones e Martin (2003), a maior parte dos vírus, bactérias, protozoários e parasitas patogênicos são inativados por uma compostagem eficiente. Vanotti *et al.* (2005), também relata a eliminação de patógenos através da compostagem. Para Oliveira *et al.* (2008) temperaturas acima de 55°C é suficiente para o começo da eliminação dos microrganismos patogênicos tanto para os humanos quanto para as plantas. Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos são eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, necessitando assim, controlar a temperatura com umidade e aeração mantendo os níveis desejados.

Noble e Roberts (2003), em uma revisão sobre o efeito da compostagem em 60 fitopatógenos, relatam que a temperatura de 51°C por 21 dias durante a compostagem foi suficiente para eliminar todas as bactérias, a maioria dos fungos e um grande número de vírus.

Ainda de acordo com Nunes (2007) A temperatura da leira nos primeiros 15 a 20 dias atinge uma temperatura de 60 a 70°C, o que é importante e necessário para eliminar patógenos (fungos e bactérias) causadores de doenças nas plantas, sementes e ovos, além de larvas de insetos. Assim, é possível que o agente patogênico da vassoura de bruxa seja eliminado durante o processo de compostagem.

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) é uma leguminosa pertencente à família *Fabaceae*, é uma planta arbustiva bem adaptada ao clima tropical, além disso é responsável pela fixação de grande quantidade de N atmosférico, essa leguminosa tem facilidade de se adaptar a diferentes condições ambientais. Quanto a sua utilidade, essa leguminosa é comumente usada como adubo verde, quebra-ventos, forragem e alimento humano entre outras utilidades (Alves *et al.*, 2004, Godoy, 2011).

O uso de leguminosas para o controle de patógenos presentes no solo, tem sido bastante empregado com êxito nos atuais sistemas de cultivos. O guandú incorporado verde no solo é eficiente na inibição do *Fusarium oxysporum* do feijão caupi, também é utilizado como planta armadilha para a redução e controle de fitonematóides em áreas cultivadas (Souza e Pires, 2002, Sharma, 2006, Inomoto *et al.*, 2006).

Oliveira (2008) utilizando as leguminosas guandu e *Crotalaria juncea* L. como plantas sucessoras ao cultivo de feijão caupi, observou um aumento populacional significativo de fungos e bactérias totais e *Bacilos* quando comparou ao tratamento (controle) de cultivo consecutivo de feijão-caupi.

O uso da incorporação de material vegetal ao solo, além de possibilitar a melhoria da fertilidade do solo, tem sido usada como uma estratégia de manejo de doenças (Viana e Souza, 2000), tal prática, fornece nutrientes necessários aos microorganismos controladores biológicos e pode propiciar a liberação de substâncias tóxicas aos patógenos durante a decomposição da biomassa, além de proporcionar maior resistência a planta hospedeira (Rossi, 2002, Stone *et al.*, 2004). Dentre estes compostos supressores que são liberados durante a decomposição, estão as lectinas e as glicoproteínas (*fabáceas*) (Cruz *et al.*, 2013) e os ácidos graxos voláteis (acéticos e butírico), ácidos nitroso, amônia e isotiocianatos (Tomazeli *et al.*, 2011).

Diante disso, o uso do feijão guandu e o aproveitamento de resíduos da cultura do cupuaçuzeiro, provenientes de podas fitossanitárias, tratos culturais e de etapas do beneficiamentos da pós-colheita pode ser realizado através de um processamento simples denominado compostagem, transformando-os em adubo orgânico que poderá evitar a esporulação do fungo *Moniliophthora perniciosa*, facilitar sua degradação e diminuir os custos com a aquisição de adubos e fertilizantes, substituindo a prática do uso do fogo que é comumente realizada para a queima dos resíduos da cultura, adquirindo uma importante função ecológica, que é a de reduzir a contaminação dos recursos naturais entre eles a água, o solo e o ar.

Além disso, a elevação do preço dos insumos agrícolas nos últimos anos vem aumentado a procura por fontes alternativas de nutrientes. A utilização do composto apresenta uma vantagem de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e o enraizamento da planta, que segundo Granjeiro e Cecílio Filho (2004) a nutrição mineral fornecida através do composto orgânico, tem contribuição relevante sobre a qualidade dos frutos.

A nutrição adequada das plantas de cupuaçu é fundamental para manter um crescimento vigoroso e elevada produtividade, uma vez que colheitas sucessivas, sem a reposição dos nutrientes, poderão causar esgotamento do solo, tornando-se prejudiciais à cultura (Morais *et al.*, 1978).

Após o preparo do composto orgânico, o mesmo poderá ser utilizado na agricultura, como uma alternativa sustentável que poderá suprir boa parte da demanda nutricional das culturas, além de impor destino a essas matérias primas que estariam contribuindo para poluição ambiental (Oliveira, 2008).

De acordo com Wendling *et al.* (2002), ainda não foi possível a produção de um substrato capaz de suprir as necessidades nutricionais de todas as plantas cultivadas, ou seja, uso universal, pois cada planta ou espécie ou grupo de plantas vegetais apresentam características fisiológicas próprias, pois existem espécies que têm preferências por uma determinada faixa de pH, salinidade ou outro fator limitante ao seu crescimento. Porém o autor ressalta que os substratos devem ser férteis, e conter em sua composição nutrientes suficientes para suprir as necessidades nutricionais de que as plantas necessitam para a sua sobrevivência.

Outro aspecto relevante é que os compostos orgânicos podem ser produzidos na propriedade, facilitando o manuseio para o seu preparo, sendo ideal para obtenção de forma mais rápida e parcialmente controlada da estabilização de materiais de origem orgânica. O composto curado (humificado), chega ao fim quando apresenta coloração escura, cheiro de bolor e consistência amanteigada, quando molhado e esfregado nas mãos, a água não escorre por entre os dedos. O produto final deverá ter no máximo 25% de umidade e pH superior a 6, e a relação carbono / nitrogênio (C/N) na faixa de 10/1 a 15/1 (Oliveira, 2008).

Diante do exposto, a produção de composto orgânico com resíduos da cultura é uma alternativa viável que poderá ser utilizado como fonte de nutrientes para plantas (Santos,

2003) e redução de fonte de inoculo de agentes fitopatogênicos, reduzindo os custos para os produtores de cupuaçu.

2.4 Cultivos consorciados

Em Roraima o cupuaçuzeiro tem sido bastante cultivado em pequenas áreas de monocultivo, em pequenos pomares caseiros, quintais urbanos e em comunidades indígenas e também em Sistema Agroflorestal (SAF) em consórcio com açaí (Lima *et al.*, 2013). Os SAF são entendidos, sob o ponto de vista agrônomo, como sendo um sistema de consórcio entre dois ou mais componentes, em que pelo menos um deles seja uma planta lenhosa e perene (Oliveira *et al.*, 2005).

Os SAF representam uma alternativa agroecológica de produção, sob regime sustentável, para os agricultores familiares na região amazônica, principalmente no que se refere ao manejo florestal, à diversidade de produtos e à geração de renda (Mourão Júnior *et al.*, 2004).

Em Roraima, principalmente no sul do Estado, a maioria dos produtores cultiva o cupuaçuzeiro em consorcio com o açaí. Diante disso, há uma alta disponibilidade de resíduos da cultura do cupuaçu, grande parte devido às podas fitossanitárias provenientes do controle da vassoura de bruxa, que poderiam ser utilizadas para produção de composto orgânico. O manejo fitossanitário desta doença tem sido um problema, pois os produtores não podem queimar e nem deixar os restos culturais expostos na área devido à manutenção de fonte de inoculo do patógeno na área. Diante disso, considera-se a possibilidade de aproveitar todo esse material para produzir composto orgânico. O uso de substratos de alta qualidade na produção de mudas de açaí influencia fortemente na velocidade de desenvolvimento das plantas (Müller *et al.*, 1995; Carvalho *et al.*, 2009).

Ao utilizar SAF, associando espécies florestais e frutíferas numa mesma área, os produtores podem cultivar diferentes espécies de forma permanente, diversificando sua produção, diminuindo os riscos de perdas. Com um plantio diversificado, há uma maior cobertura do solo podendo auxiliar na melhoria da sua fertilidade, uma vez que os solos de Roraima são pobres em matéria orgânica (Arcoverde *et al.*, 2000).

Dentre as fruteiras arbóreas, o cupuaçu, o caju (*Anacardium occidentale*), o açaí (*Euterpe oleracea*), a pupunha (*Bactris gasipaes*) e o coco (*Cocos nucifera*) são as culturas mais frequentes nos SAF da Amazônia. Entretanto outros autores (Homma *et al.*, 1994,

Almeida *et al.*, 2002, Brilhante *et al.*, 2004), mencionam os SAF de agricultores familiares da Amazônia sendo de composição, em geral, por espécies perenes e frutíferas.

Oliveira (2005) em avaliação de programas SAF no Acre, observou que o consórcio da pupunheira (*Bactris gasipaes*) x açazeiro (*Euterpe edulis* Mart.) x Cupuaçuzeiro apresentou valores de produtividade e rentabilidade superior quando avaliados em conjunto, porém quando comparados individualmente apenas a pupunheira apresentou produtividade promissora. Isso só demonstra a viabilidade sustentável e financeira do sistema agroflorestal em questão.

Dentre as vantagens para utilização dos SAF está a capacidade de manter bons níveis de produção ao longo dos anos e melhorar a produtividade de forma sustentável. Isso só é possível devido ao fato das árvores e arbustos utilizados nesses sistemas possuírem funções de adubação, proteção e conservação do solo (Montagnini *et al.*, 1992). Como a maioria dos pequenos produtores rurais possuem pouco poder aquisitivo para sua sobrevivência e necessitam de alternativas viáveis e sustentáveis para que haja um aumento de emprego e incremento de renda na propriedade rural (Rodigheri, 2004), a utilização de composto orgânico produzidos com os restos culturais pode viabilizar a comercialização de substratos para mudas e a redução com a compra de insumos para a propriedade.

Diante disso, experimentos utilizando resíduos da cultura do cupuaçu e de podas fitossanitárias adotadas no manejo da vassoura de bruxa são necessários para produção de composto orgânico de forma a fornecer uma alternativa para uso deste material como adubo orgânico para plantas e para verificar a eficiência na redução de fontes de inóculo do fungo *M. pernicioso* por meio da inativação deste fungo durante o processo de compostagem.

**CAPITULO I – APROVEITAMENTO DE RESTOS DE PODA
FITOSSANITARIA DE PLANTAS DE CUPUAÇUZEIROS
INFECTADAS POR *Moniliophthora perniciosa* PARA PRODUÇÃO DE
COMPOSTO ORGÂNICO**

RESUMO

A doença vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), atualmente tem causado sérios prejuízos aos produtores de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em Roraima, pois esta doença tem reduzido drasticamente a produção de frutos, além de afetar todo o ciclo de desenvolvimento de plantas de cupuaçuzeiro. O manejo adotado pelos produtores tem sido a poda fitossanitária, porém essa pratica tem gerado grandes quantidades de resíduos que são queimados pelos produtores na tentativa de reduzir a fonte de inóculo do patógeno no local. Entretanto a compostagem a partir dos resíduos da vassoura de bruxa pode ser uma alternativa para se dar um destino final aos resíduos da cultura sem a utilização do fogo, sendo assim, uma ação totalmente agroecológica. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi aproveitar os restos de poda fitossanitaria de plantas de cupuaçuzeiros infectadas por *moniliophthora perniciosa* para produção de composto orgânico. Para tal, foram utilizados diferentes proporções de resíduos triturados, para montagem de pilhas de compostagem em baias feitas de madeira com 1,00 x 0,50 m. As composição dos resíduos referente a cada tratamento foram definidas da seguinte forma: T1 = 0 de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes; T2= 20% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 60% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes; T3= 40% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 40% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes; T4= 60% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 20% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes. O delineamento foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Foram realizadas análise química antes e depois do processo de compostagem para saber o teor de nutrientes presentes na matéria orgânica. A temperatura também foi avaliada a cada sete dias, e o ph mensurado. A temperatura atingiu 60° graus no interior das pilhas de compostagem, para a maioria dos tratamentos e se estabilizou aos 49 dias. A análise química revelou que o teor de nutrientes de nitrogênio, cálcio e potássio foram maiores quando comparados aos demais. O ph mensurado foi acima de sete para todas as amostras retiradas do composto orgânico pronto, demonstrando que este apresentava-se totalmente curado e pronto para ser testado como substrato para produção de mudas.

Palavras-chave: compostagem; vassoura de bruxa; nutrientes.

ABSTRACT

Use of residues of phytosanitary pruning of plant's cupuassu infected by fungus *Moniliophthora perniciosa* to production of organic compost

The witches' broom disease (*Moniliophthora perniciosa*) has currently caused serious losses to producers of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) in Roraima, due this disease has drastically reduced fruit production, and affect the entire development cycle of cupuassu plants. The management adopted by producers has been the phytosanitary pruning, but this practice has generated large amounts of waste that are usually burned by producers who trying to reduce the source of pathogen inoculum on site. However compost from the waste of witch's broom can be an altertiva to give a final destination to residues of the culture without the use of fire, thus, a fully agroecologic action. Thus, the objective of this work was to produce organic compost from residues of phytosanitary pruning of plant's cupuassu infected by fungus *Moniliophthora perniciosa*. To this end, different proportions of residues were crushed and used for mounting compost piles in box made of wood with 1.00 x 0.50 m. The composition of waste for each treatment were defined as follows: T1 = 0 of witch's broom + 20% of Guandu bean + 80% of leaf debris, twigs, grass grazed, fruit peel and cupuaçu seeds; T2 = 20% of witch's broom + 20% of Guandu bean + 60% of leaf debris, twigs, grass grazed, fruit peel and cupuaçu seeds; T3 = 40% of witch's broom + 20% of Guandu bean + 40% of leaf debris, twigs, grass grazed, fruit peel and cupuaçu seeds; T4 = 60% of witch's broom + 20% of Guandu bean + 20% of leaf debris, twigs, grass grazed, peel fruit and cupuaçu seeds. The experiment was in a completely randomized design, with four treatments and five replications. Chemical analyzes were performed before and after the composting process to know the nutrient content present in the organic matter. The temperature was measured every seven days, and the pH measured. The temperature reached 60 degrees within compost piles, for most treatments and stabilized at 49 days. Chemical analysis revealed that the concentration of nitrogen, calcium and potassium were higher when compared to the other nutrientes. The measured pH was seven or more in all samples taken from organic compound ready, demonstrating that it had been completely cured and ready to be tested as a substrate for growing seedlings.

Keywords: composting; witch's broom; nutrients.

3 INTRODUÇÃO

A compostagem a partir de resíduos orgânicos, na última década, tem despertado grande interesse por parte dos agricultores, principalmente pelo surgimento e reconhecimento da agricultura orgânica, pois tem sido uma forma eficiente e rápida de se aproveitar o lixo orgânico que é enviado para aterros e lixões (Teixeira *et al.*, 2004). A decomposição do material orgânico, sob condições ótimas de umidade aeração e temperatura, é rápida, e resulta em um produto com boas características químicas, físicas e biológicas (Vidigal *et al.*, 1995; Pereira Neto, 1996, Maciel, 1997, Cravo *et al.*, 1998;).

Atualmente, no Brasil se produz uma quantidade em torno 241.614 toneladas de lixo por dia, entretanto 60% do total do lixo urbano, são formados por resíduos orgânicos que são galhos de arvores, aparato de gramas, folhas e restos de alimentos que podem se transformar em excelentes fontes de nutrientes para as plantas, após o processo de compostagem (Oliveira *et al.*, 2005).

A agricultura agroecológica tem buscado reduzir o uso de fertilizantes químicos na agricultura, sendo a compostagem cada vez mais introduzida nas propriedades agrícolas como forma de desintoxicação do solo e proteção contra a degradação, além de contribuir para melhoria das condições ambientais e da saúde humana, conseqüentemente se observa maior eficiência dos adubos mineralizados proporcionado às plantas, além disso, observa-se que o uso de composto orgânico proporciona mais vida ao solo, o que representa produção por mais tempo com mais qualidade (Penteado, 2000, Kiehl, 1998).

Para que a decomposição da matéria orgânica possa atuar de forma positiva, é necessário que haja duas classes de materiais, os materiais ricos em carbono e os materiais ricos em nitrogênio. Essa relação C/N tem que ser equilibrada, em torno de 30/L, pois misturas acima dessas podem apresentar um retardamento da ação dos microorganismos pela falta de nitrogênio, por outro lado se a relação C/N for baixa o excesso de nitrogênio acelera o processo de decomposição e cria áreas anaeróbias no sistema (Teixeira *et al.*, 2002, Pereira Neto, 1996).

Segundo Kiehl (1985) os elementos essenciais para as plantas estão contidos não só na matéria orgânica do solo, mas também nos resíduos de plantas e de animais em quantidades variáveis de elementos minerais, como o fósforo, o magnésio, o cálcio, potássio, nitrogênio e o enxofre além dos micronutrientes. À medida que a matéria orgânica se decompõe, estes nutrientes são liberados e tornam-se disponíveis para as plantas em crescimento.

A intensa atividade dos microorganismos geram altas temperaturas realizadas no interior do composto, e eliminam organismos patogênicos, larvas de insetos, ovos e sementes de invasoras (Teixeira *et al*, 2002).

Em Roraima, a prática de poda fitossanitária para retirada de ramos afetados pela doença vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* tem sido a principal medida de manejo adotada pelo produtor. Entretanto, tal prática tem gerado grandes quantidades de resíduos tais como folhas, galhos, troncos, bem como frutos e sementes de cupuaçuzeiros, que em muitos casos são queimados como forma de reduzir o inóculo do patógeno da área de cultivo. Por outro lado, ao invés de queimar tais resíduos há a alternativa de utilizá-los para produção de composto orgânico que podem ser utilizados como substratos para mudas e ou para adubação de plantas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi aproveitar os restos de poda fitossanitária de plantas de cupuaçuzeiros infectadas por *Moniliophthora perniciosa* para produção de composto orgânico.

2.1 Localização do Experimento

O experimento foi montado utilizando-se as estruturas do laboratório de Fitopatologia e área experimental (bacias para compostagem), na EMBRAPA Roraima, localizada no município de Boa Vista/RR, Brasil (02°45'27"N, 60°43'52"W, 090 m de altitude), no período de fevereiro de 2014 a dezembro 2015.

2.2 Avaliação do Processo de Compostagem dos Resíduos e Composição Química

Foram coletados restos culturais das plantas de cupuaçuzeiro, tais como folhas, galhos e ramos com sintomas de vassoura de bruxa resultantes da poda fitossanitária, bem como cascas de frutos do cupuaçu e sementes (fonte de carbono) que foram descartados após processamento dos frutos (Tabela 1). 60% dos ramos de vassouras de bruxa, foram coletadas no campo experimental da Embrapa no município de Cantá, 25% foram coletados no município de Pacaraima em áreas de plantio e os outros 15% vieram de Rorainópolis também de áreas de plantio.

Tabela 1. Composição dos resíduos vegetais (%) utilizados para produção de composto orgânico conforme cada tratamento

Resíduos vegetais triturados	Composição dos resíduos (%) por tratamento			
	T1	T2	T3	T4
Ramos de vassoura de bruxa	0	20	40	60
Ramos de feijão guandu	20	20	20	20
Restos vegetais (folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos, sementes, etc)	80	60	40	20

Além destes, foram coletados resíduos de outras plantas cultivados em mesma área de plantio e material proveniente de capinas. Esses materiais foram triturados com auxílio de um triturador forrageiro (TRF600[®]) para gerar material de tamanho reduzido e uniforme de forma a facilitar o processo de compostagem e reduzir o tempo para a decomposição. O mesmo procedimento foi realizado com ramos de feijão Guandu (*Cajanus cajan*), proveniente do campo experimental da Embrapa no Água Boa, Município de Boa Vista Roraima.

Posteriormente, o material vegetal triturado foi organizado em pilhas de compostagem dentro de baias de madeira com piso de concreto, medindo 1,0 m x 1,0 m, x 0,5 m.

As pilhas de composto orgânico (v/v) foram organizadas em camadas de 20 cm de material triturado de restos vegetais (fonte de carbono) intercaladas com camadas de 20 cm de ramos de feijão guandu triturado (fonte de nitrogênio).

A irrigação foi realizada sempre após a montagem de duas camadas intercalares até atingir a capacidade de campo, procedendo-se a montagem da pilha de compostagem até atingir uma altura de 1 m de camadas intercalares. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições (DIC). Os tratamentos para compostagem foram montados conforme demonstrado na Tabela 1, sendo todos esses materiais calculados em base seca.

A biomassa em compostagem foi revolvido a cada 15 dias, com a finalidade de acelerar o processo de compostagem, as pilhas foram irrigadas manualmente em intervalos de cinco dias, durante cinco minutos para cada baia. A temperatura do composto orgânico foi mensurada com o auxílio de um termômetro analógico (WEBER[®]) uma vez por semana, introduzindo-se o termômetro nas pilhas de compostagem a uma profundidade de 50 cm durante 10 minutos.

Decorridos 76 dias após a montagem das pilhas de compostagem, o composto orgânico ficou pronto para ser testado quanto a sua eficiência. Os parâmetros adotados para determinar se o composto orgânico estava totalmente curado, foram os mesmos descritos por Oliveira (2008).

Foi coletado uma amostra de 600 gramas de cada tratamento com auxílio de um trado, em diferentes profundidades (0-20, 20-40, 40-80 cm), que posteriormente foram homogeneizadas dentro de um balde para obter uma amostra composta de cada repetição por tratamento com 300g, e após este procedimento as amostras de composto orgânico foram colocadas em sacos de papel e submetidas a secagem em estufa com circulação forçada de ar ($65^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$) por 72 horas até a obtenção da massa constante. A seguir as amostras foram trituradas e peneiradas em malha de 0,2 mm para reduzir a sua granulometria, sendo posteriormente armazenadas em sacos plásticos limpos e devidamente identificados.

Utilizou-se cinco gramas de cada amostra para mensurar o pH do composto em um medidor de pH (QUIMIS[®]), que foi determinado potenciométricamente na suspensão substrato-água deionizada de 1: 2,5 com o tempo de contato de uma hora e agitação da suspensão antes da leitura com o auxílio de um bastão de vidro.

Amostras de parte da matéria orgânica coletados antes e após a compostagem foram enviadas para análise no Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda, para determinar o teor de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) disponíveis nas amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento 1: Composição Química de macronutrientes dos Diferentes materiais Orgânicos realizados antes da decomposição.

Antes do processo de decomposição, o nitrogênio apresentou uma média expressiva de 11,43 g. kg⁻¹ para os resíduos vegetais composto por capim roçado, folhas, cascas de frutos de cupuaçu e sementes e uma média de 14,93 g. kg⁻¹ para resíduos contendo vassoura de bruxa (Tabela 2). O número expressivo de N presente nos galhos, sementes e cascas pode ser explicado pelo fato de que as plantas de cupuaçuzeiros são exigentes deste mineral principalmente na fase adulta (Souza *et al.*, 2007). Para Vance (2001) a produção de alimentos de boa qualidade e rico em proteínas é altamente dependente de quantidades suficientes de N.

Tabela 2. Média dos macronutrientes em g.kg⁻¹ analisados na matéria seca do material vegetal antes da compostagem e desvio padrão da média

Material vegetal	Macronutrientes presentes em g.kg ⁻¹ do material vegetal e desvio padrão da média				
	N	P	K	Ca	Mg
Capim roçado, folhas, galhos, casca de frutos de cupuaçu e sementes	11,43 ± 2,25	0,87 ± 0,10	3,06 ± 0,81	5,30 ± 0,52	2,45 ± 0,30
Ramos de Feijão Guandú retirados ainda verde	22,40 ± 2,10	10,63 ± 0,50	9,00 ± 0,00	5,13 ± 0,12	1,19 ± 0,05
Ramos de Vassoura de Bruxa	14,93 ± 1,62	0,66 ± 0,05	8,60 ± 0,35	4,93 ± 0,45	1,91 ± 0,12

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) apresentou a maior média de g.kg⁻¹ para o nitrogênio, pois trata-se de uma leguminosa rica neste mineral (Tabela 2). Spagnolo *et al.* (2002) obtiveram produção de matéria seca de 5,01 g.ha⁻¹ de N para o feijão guandu. Em áreas sob pousio, Aita *et al.* (2001) verificaram valores de produção de matéria seca de 1,19 g.ha⁻¹ de N, valor inferior aos encontrados neste trabalho.

O nitrogênio atua em diversas funcionalidades na planta, pois além de ser um nutriente extremamente importante que atua na realização da fotossíntese, também é

responsável pela produção e armazenamento de polímeros de glicose que se constitui o principal polissacarídeo de reserva nas células vegetais (Pascholati, 1995). Ainda segundo o autor, a maioria dos patógenos produz amilase, que degradam esse polímero em moléculas de glicose diretamente utilizáveis nas atividades metabólicas desses microorganismos, isso explica o fato das vassouras de bruxa de plantas de cupuaçuzeiros apresentarem uma quantidade expressiva de nitrogênio maior do que a encontrada no material vegetal composto por capim roçado, folhas, galhos, casca de frutos de cupuaçu e sementes, porém, não foi maior do que a encontrada no feijão Guandu (Tabela 2).

Snoeiijeres *et al.* (2000) acredita que a nutrição inadequada de N pode comprometer a atuação dos mecanismos de defesa da planta. Huber e Watsom (1974) relatam que as formas de N que são assimilados pelas plantas, podem ter efeitos opostos em relação às doenças, isso porque são metabolizados de formas diferentes.

Segundo Sreenivasan *et al.* (1989), o fungo *Moniliophthora perniciosa* surge em duas fases distintas, biotrófica (parasítico) e necrotrófica (saprofítico). Desta forma, ao infectar a planta o fungo atua como biotrófico, e a planta em resposta ao ataque do patógeno remobiliza nutrientes para o ramo afetado, induzindo a formação do surgimento de vassouras verdes. A partir de então, o fungo passa a ter um ramo rico em nutriente, causando então a morte do ramo, passando de vassoura verde para vassoura seca, fase na qual o fungo passa a atuar como necrorófico. Fertilizantes a base de nitrogênio geralmente aumentam a suscetibilidade de plantas a microorganismos biotróficos e diminuem a suscetibilidade das plantas a necrotróficos (Snoeiijeres *et al.*, 2000; Ballini *et al.*, 2013).

Sendo assim, o teor de Nitrogênio presente nos resíduos de vassoura de bruxa (Tabela 2) do presente trabalho indicam que a planta remobilizou substâncias nitrogenadas para os ramos afetados pelo patógeno, o que pode ter favorecido o desenvolvimento do fungo na sua fase biotrófica.

A quantidade de fosforo foi baixa para os componentes capim triturado, capim roçado, folhas, galhos entre outros e para a vassoura de bruxa, quando comparados com os resultados obtidos para os demais nutrientes. Entretanto, o feijão guandu se sobressaiu com a maior média de P, sendo tal resultado esperado, pois essa leguminosa também é rica neste nutriente (Tabela 2). Oliveira *et al.* (2006) avaliando o crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico, obteve resultados satisfatórios da biomassa do guandu que proporcionou uma ciclagem de 20 kg.ha⁻¹ de P.

O potássio, cálcio e magnésio tiveram resultados semelhantes entre si, em relação aos diferentes tipos de material vegetal testado no presente trabalho (Tabela 2). O K foi superior ao P e Mg para ambas as composições. Já o Ca foi superior ao K na composição (capim roçado, folhas, galhos, de frutos e sementes), também foi superior ao Mg para todas as composições, entretanto o Mg só foi superior ao P nas composições capim roçado, folhas entre outros e para os ramos de vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro. Segundo Salvador *et al.* (1999); Bellé e Kämpf (1993) as plantas de cupuaçuzeiros na fase adulta são bastante exigentes em nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, tais nutrientes tornam-se indispensáveis para essas plantas, entretanto não se descarta a exigência de fosforo, enxofre e micronutrientes.

3.2 Composição Química de macronutrientes de Diferentes Substratos com Resíduos de Cupuaçuzeiro Realizado depois da Decomposição

Nitrogênio

O nitrogênio (Tabela 3) não foi superior ao cálcio, porém observa-se que ele apresentou resultados superiores quando comparados com o fosforo, potássio, magnésio e enxofre, esse nutriente apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os tratamentos 1 e 4 apresentaram as melhores médias. O nitrogênio é considerado um dos elementos mais abundantes na terra, porém tem sido o nutriente mais limitante ao crescimento para a maioria das plantas pelo simples fato de não se encontrar disponível em quantidades essenciais para as plantas (Smil, 1999; Socolow, 1999; Vance, 2000).

Ainda segundo Vance (2001) os alimentos mais ricos em proteínas são extremamente dependentes da disponibilidade suficiente de N, pois as plantas só adquirem o nitrogênio de duas maneiras: a primeira é através do solo, fertilizantes comerciais, adubos verdes ou através da mineralização da matéria orgânica, já a segunda é através da fixação simbiótica de nitrato, função que é desenvolvida pelas plantas leguminosas.

Fosforo

O fosforo apresentou os menores resultados para todos os tratamentos (Tabela 3) quando comparados com os demais nutrientes, segundo Taiz e Zaiger (2004) o fosforo é um nutriente muito importante e indispensável para a formação do sistema radicular e seu fornecimento é fundamental nas fases iniciais do desenvolvimento da planta, portanto, a disponibilidade de fosforo nos ingredientes do substrato devem ser levados em consideração.

Tabela 3. Características químicas e médias em (g.kg⁻¹), em base seca a 65°C, de composto orgânico curado após 76 dias produzido na EMBRAPA Roraima, Boa Vista/RR, Brasil

Tratamentos	Nitrogênio	Fosforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
1	13,86 a	0,88 b	6,16 b	16,62 a	1,91 b	1,64 a
2	10,50 b	0,73 b	4,86 c	11,50 b	1,82 b	1,64 a
3	12,46 ab	0,91 ab	6,28 ab	11,66 b	2,07 b	1,82 a
4	14,00 a	1,09 a	7,08 a	14,38 ab	2,86 a	1,96 a
C.V (%)	10,63	11,94	8,02	16,60	11,22	11,88

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais.

Trabalhos realizados por Severino *et al.* (2006) avaliando 11 tipos de materiais orgânico, observaram-se teores expressivos de fosforo encontrados na cama de frango (38,7 g.kg⁻¹), cinza de madeira (33,6 g.kg⁻¹) e torta de mamona (31,1 g.kg⁻¹) respectivamente. Konzen, (1999) avaliando a estabilização de resíduos orgânicos simples processos de compostagem, observou que o fosforo foi o segundo nutriente mais expressivo em porcentagem observado com (17,9 g.kg⁻¹), perdendo apenas para o nitrogênio que aparece com (1,94%), resultado esse diferente ao observado na tabela 4 para o P.

Ainda de acordo com Salvador *et al.* (1999), o efeito da omissão de fósforo, estudada em plantas de cupuaçu cultivado em solução nutritiva, se caracterizou por apresentar folhas velhas pequenas com manchas necróticas e irregulares, apresentando também formação exagerada de gemas folhíferas apicais e laterais dormentes. Os teores de fósforo em folhas inferiores da referida cultura foi de 2,20 g kg⁻¹ de P, quando este nutriente foi omitido, e 1,80 g/kg de P em plantas sem sintomas, tratamento completo.

Potássio

O potássio assim como nos demais nutrientes apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3), o tratamento quatro se destacou dos demais com a maior média observada, entretanto não diferiu do T3. O potássio segundo Lima *et al.* (2006) é um nutriente que pode ser facilmente perdido através da lixiviação no solo, porém quando este nutriente é fornecido através da matéria orgânica tem sua perda diminuída, pois a mesma

tem a capacidade de reter mais umidade, entretanto este nutriente só estará totalmente disponível para as plantas após a humificação total da matéria orgânica.

Conforme Cakmak (2005), para que haja um bom desenvolvimento vegetal, o potássio se faz necessário, pois ele é responsável pelo crescimento meristemático e a extensão celular desenvolvendo uma íntima relação entre o alongamento celular e a concentração de K nas folhas, este nutriente ainda é responsável pelos fitorreguladores que estimulam o processo de alongamento celular e por isso são altamente dependentes de níveis e ou doses de K nos tecidos vegetais.

O potássio de acordo com Mello, (1983), constitui juntamente com o nitrogênio e o fósforo, o grupo denominado elementos indispensáveis da adubação. Para Malavolta, (1980), o potássio é o segundo macronutriente que é mais exigido pelas plantas, sendo que o nitrogênio ocupa o primeiro lugar como o macronutriente mais requerido pelas plantas, mesmo não sendo encontrado nos solos em teores tão limitantes quanto o fósforo. O seu requerimento para o ótimo crescimento das plantas está aproximadamente entre 2% a 5% na matéria seca, variando em função da espécie e do órgão analisado.

Cálcio

O cálcio foi o mineral que apresentou resultados mais expressivos se comparados com os demais nutrientes (Tabela 3). O tratamento 1 se destacou quando comparado com demais tratamentos, mas não diferiu ($p > 0,05$) do tratamento 4. Segundo Müller *et al.* (1995) o cupuaçuzeiro é muito exigente em potássio e cálcio, sendo assim, o autor recomenda para produção de mudas uma adubação com 10 gramas de adubo químico por muda contendo 6,0% de N; 20% de P_2O_5 ; 6,0% de K_2O ; 2,05% de cálcio; 1,05% de magnésio; 1,5% de enxofre; 0,05% de zinco e 0,02% de boro respectivamente.

O cálcio num contexto geral está presente em pequenas quantidades na matéria orgânica, porém esse elemento é de grande importância na composição dos substratos para a produção e formação de mudas, pois o mesmo influencia diretamente na formação do sistema radicular das plantas em geral, portanto deve ser levado em consideração sempre que possível a necessidade do fornecimento de cálcio de fontes inorgânicas quando os teores presentes nos componentes do substrato não forem suficientes (Severino, 2006). Diante disso, constata-se que a quantidade elevada de cálcio presente no composto orgânico dos tratamentos testados no presente trabalho apresenta grande importância para a produção e formação de mudas.

Magnésio

O magnésio foi superior ao fosforo e ao enxofre (Tabela 3), sendo o melhor resultado observado no tratamento 4 com uma média de 2,86 g.kg⁻¹. Esse nutriente não é requerido pelas plantas em grandes quantidades, porem ele é de suma importância por participar na formação da clorofila, e a falta desse macronutriente é pouco relatado na produção de mudas e sua deficiência se assemelha ao do nitrogênio fato que pode passar por despercebido (Taiz e Zaiger, 2004).

Segundo Ferri (1985) o magnésio é primordial para a absorção de fósforo, pois além de fazer parte da clorofila na proporção de 2,7 % desta, o Mg é responsável pela ativação de numerosas enzimas, dentre elas os “aminoácidos”, que catalisam o primeiro passo da síntese de proteínas.

Enxofre

O enxofre foi o único elemento que não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos observados (Tabela 3), também não apresentou médias expressivas quando comparado com os demais nutrientes. De acordo com Estipp e Casarim (2010) o enxofre tem participação de numerosos compostos como aminoácidos, proteínas, sulfolipídeos, lipídeos, glucosinolatos, polissacarídeos entre outros, junto com o nitrogênio o S esta presente em todas as funções e processos que são parte da vida da planta, da absorção iônica aos papeis de RNA e DNA inclusive controle hormonal para o crescimento e a diferenciação celular.

O enxofre é necessário não somente como nutriente, pois ele desenvolve papel importante nos mecanismos de defesa da planta contra pragas e doenças, quando este elemento não se encontra na forma ativa fica armazenado como precursor inativo, sendo ativado por ações de enzimas em respostas ao ataque de praga e patógenos (Nogueira e Melo, 2003).

3.3 Temperatura do Composto

Sete dias após a montagem das pilhas de compostagem, a temperatura do composto atingiu uma média de 60°C para quase todos os tratamentos, exceto o tratamento 2 que apresentou temperatura em torno de 58°C (Figura 1).

Segundo D'almeida e Vilhena (2000) é possível observar três fases durante o processo de compostagem: a primeira trata-se de uma fase rápida de fitotoxicidade que é o composto cru ou imaturo, já a segunda é uma fase de bioestabilização ou semi-cura, e a terceira e última é a humificação pois que, trata-se da fase de mineralização dos nutrientes presentes na matéria orgânica do composto (cura).

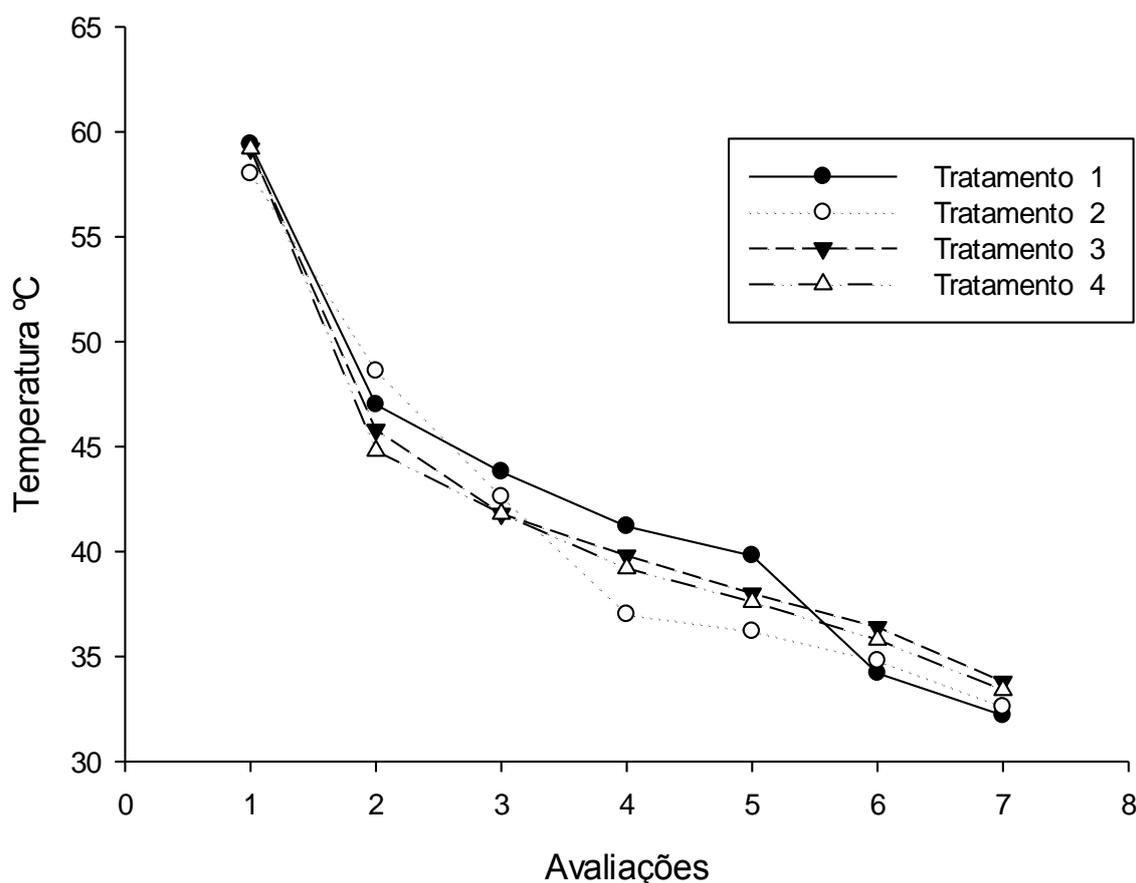


Figura 1. Temperatura do composto orgânico, mensurada em intervalos de sete dias, de cada tratamento. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais.

É possível observar que houve um aumento de temperatura na primeira avaliação para todos os tratamentos, que foi por volta de 60°C e, a partir daí houve o decréscimo, saindo da primeira fase e entrando na segunda fase que é fase de semicura, que pode ser observado na quarta e quinta avaliação para todos os tratamentos. A estabilização do composto em relação à temperatura ocorreu a partir da sétima avaliação que foi por volta dos 49 dias (Figura 1). Isso coincide com a ideia de Aquino (2005) que segundo o autor, esse aumento repentino de temperatura está relacionado com as condições de umidade, aeração, e a uma gama de

microorganismos tais como bactérias, fungos, actinomicetes, protozoários, algas, além de larvas e insetos, que têm na matéria orgânica in natura sua fonte de energia.

Segundo Oliveira (2008) no processo de compostagem há uma liberação de energia, que é produzida pela intensa atividade dos microorganismos atuantes no meio, quando essas temperaturas ultrapassam os 40°C há uma predominância dos microorganismos termofílicos, que são responsáveis pela decomposição mais acelerada da matéria orgânica. Contudo é nessa fase que as temperaturas ultrapassam os 55°C, a partir daí acontece a inativação e/ou eliminação dos microorganismos patogênicos tanto para os humanos quanto para as plantas. Entretanto, temperaturas superiores a 65°C promove a eliminação dos microorganismos benéficos, ou seja, aqueles responsáveis pela decomposição, sendo necessário, controlar a temperatura com umidade e aeração mantendo-a a níveis desejados. Tais informações demonstram que a temperatura que o composto atingiu durante o processo de compostagem no presente trabalho é considerado eficiente, pois o mesmo não atingiu temperaturas que pudessem promover a eliminação de microrganismos benéficos.

Além disso, Observou-se que na sétima avaliação houve uma tendência de estabilização da temperatura no composto orgânico, onde todos os tratamentos tiveram uma temperatura final abaixo dos 34 °C (Figura 1). Segundo Barbosa (1997) o clima da região é do tipo AW, tropical chuvoso, quente e úmido com temperatura ambiente para o Estado de Roraima variando de 28 a 34°C. A partir desta informação pode-se dizer que o composto alcançou estabilidade em relação a temperatura aos 49 dias após a montagem das pilhas nas baias de compostagem.

3.4 **Potencial de Hidrogênio (pH)**

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias observadas para potencial de hidrogênio (pH), analisado no composto orgânico após a cura (Tabela 2). O pH segundo Jimenez e Garcia (2003), pode ser um ótimo indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos, ainda segundo eles o pH diminui nas primeiras horas quando se inicia o processo de compostagem podendo chegar até próximo de 5.0, posteriormente, com a evolução dos mais variados processos de compostagem, há a estabilização do composto e o pH volta a subir se firmando com valores entre 7 e 8 indicando a eficácia no processo de compostagem.

Para Kiehl (1998) no ato do processo de compostagem, os ácidos orgânicos em conjunto com os ácidos minerais reagem com as bases que são liberadas da matéria orgânica e desta forma os compostos alcalinos se formam. Porém, a medida que a matéria orgânica vai sendo transformada pelos microrganismos há uma elevação do pH podendo variar de sete a oito, nível que é considerado básico, logo, os resultados observados no presente trabalho (Tabela 4) indicam a eficácia no processo de compostagem, corroborando com tais relatos.

Tabela 4. Análise de potencial de hidrogênio (pH) feito em composto orgânico após o processo de compostagem (cura)

Tratamento	1	2	3	4
pH	7,66 a	7,54 a	7,55 a	7,46 a
C.V.(%)	1,60			

Valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. Composição dos substratos referente a cada tratamento. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais.

A maturação do composto ocorre quando a humificação atinge total estabilização, nesta fase o húmus além de ter mineralizado todos nutrientes presentes na matéria orgânica, torna facilmente disponibilizados para as plantas apresentando boas propriedades físicas, químicas e biológicas. A partir daí ele pode ser utilizado sem restrições para o preparo de substrato para vasos, canteiros de sementeira, hortaliças, culturas em sulcos, covas ou em cobertura (Kiehl, 1998).

Um aspecto fundamental e extremamente importante, é que sempre que possível o produtor deverá realizar a manipulação com vassouras verdes, pois nesta fase o fungo ainda está se desenvolvendo (fase biotrófica). Porém se o produtor optar por trabalhar com vassouras secas, ele deverá ter o máximo de cuidados, pois é nesta fase que o fungo evolui para necrotrófico e começa a produzir basidiocarpos e basidiósporos que é a frutificação do fungo, sendo considerado a etapa crítica da doença, pois é quando há a disseminação de esporos do fungo principalmente pelo vento (Luz *et al.*, 1997, Benchimol, 2001) .

Não há relatos do uso de plantas de guandú na utilização de compostagem 100% vegetal, pois geralmente essa leguminosa é cultivada e em seguida é incorporada ao solo como adubos verdes, para aumentar o teor de nitrogênio no solo (Pereira *et al.*, 1992).

Entretanto essa leguminosa pode ser uma alternativa totalmente viável e disponível para o produtor, pois nem todos os produtores tem disponível em suas propriedades fontes de nitrogênio que possa utilizar em um simples processo de compostagem por exemplo.

Além disso, o guandu é uma leguminosa que pode ser trabalhada em consorcio com várias culturas de interesse econômico, e podem proporcionar múltiplos efeitos benéficos, além de ser uma planta que se adapta aos vários tipos de solos, pode ser usada na alimentação animal e é moderadamente resistente a seca (Altieri, 2002, Miyasaka *et al.*, 2001).

4 CONCLUSÕES

O composto orgânico atingiu uma temperatura de 60 °C aos sete dias para a maioria dos tratamentos, estabilizando-se aos 49 dias.

Após o processo de compostagem, dentre os nutrientes presentes na matéria orgânica, o maior valor foi o de cálcio;

Os maiores teores de N, P, K, Mg e S estavam presentes no composto orgânico contendo a mistura de 60% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 20% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu.

Aos 76 dias após o início do processo de compostagem o composto orgânico estava totalmente curado, pois o valor do ph foi superior a sete em todas as amostras analisadas.

**CAPITULO II- ANÁLISES BIOMETRICA DE MUDAS DE
CUPUAÇUZEIRO E AÇAIZEIRO CULTIVADAS EM SUBSTRATO
CONTENDO DIFERENTES PROPORÇÕES DE VASSOURA DE
BRUXA**

RESUMO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) apresenta-se como uma das fruteiras da mais alta relevância na economia regional, perante o volume de matéria-prima comercializada, razão pela qual muitas instituições de pesquisa tem desenvolvido estudos fitotécnicos, principalmente com relação aos métodos de propagação de mudas, tratamentos culturais, produtividade e tecnologia de aproveitamento do fruto. Já a cultura do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart) é reconhecido como uma fruteira de expressão econômica, porém já ultrapassou as fronteiras da Amazônia, sendo comercializado nas grandes capitais brasileiras, além disso, seu cultivo em escala comercial estão em plena expansão nas regiões Norte e Nordeste. Há poucas informações sobre formulação de um substrato utilizando resíduos de podas fitossanitárias que seja eficiente para produção de mudas tanto de cupuaçuzeiro quanto de açaizeiro. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do composto orgânico produzido a partir de resíduos de podas fitossanitárias de cupuaçuzeiros infectados por *Moniliophthora perniciosa* e restos vegetais como substrato para produção de mudas de cupuaçuzeiro consideradas altamente suscetíveis à vassoura de bruxa, bem como para mudas de açaizeiro. Para tal, mudas de cupuaçuzeiro suscetíveis à vassoura de bruxa foram cultivadas em substratos contendo diferentes proporções de vassoura de bruxa e restos vegetais durante seis meses, mantidas sob tela com 50% de sombreamento, sendo mensurado a cada sete dias o comprimento da parte aérea, diâmetro do caule e número de folhas, bem como avaliação da incidência e severidade da vassoura de bruxa. Outro experimento similar a este foi realizado para produção de mudas de açaizeiro, avaliando-se as variáveis comprimento de parte aérea, diâmetro do caule e número de folhas. Os resultados demonstraram que mudas de cupuaçuzeiros cultivadas no substrato contendo a mistura de 60% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 20% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu, apresentaram desenvolvimento promissor, pois o desenvolvimento vegetativo das mudas foram similar às mudas cultivadas em substrato comumente utilizado contendo pó de serragem curtida, esterco de carneiro curtido e solo de lavrado rico em matéria orgânica (v 1: 1: 1: 1), mais 250g de superfosfato simples para cada 225 litros de substrato. Mudas de cupuaçuzeiro não apresentaram sintomas de incidência e severidade da doença. Já para plantas de açaizeiros os melhores resultados de desenvolvimento vegetativo para todas as variáveis analisadas, foram observados no substrato contendo 40% de Vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 40% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes. Assim, a utilização destes compostos orgânicos nas proporções descritas podem ser utilizados como substratos para produção de mudas de cupuaçuzeiro e açaizeiro, tornando-se uma alternativa viável e ecologicamente recomendada para a eliminação dos resíduos de podas fitossanitárias e eliminação de fonte de inóculo do patógeno *Moniliophthora perniciosa* na área de plantio.

Palavras-chave: Produção de mudas; Incidência e Severidade; Patógeno.

ABSTRACT

Analysis biometrical of seedlings cupuassu and açaí grown in substrate with different proportions of witches' broom

The cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) is presented as one of the fruit of the highest importance in the regional economy, relating to the volume of raw material sold, which is why many research institutions have developed phytotechnical studies, particularly with respect to the method of propagation of seedling, cultivation, crop production. The açaizeiro culture (*Euterpe oleracea* Mart) is recognized as a fruit of economic expression, but already crossed the borders of the Amazon, being marketed in major Brazilian cities, in addition, its cultivation on a commercial scale are in full expansion in the North and Northeast. There is little information on the formulation of a substrate using phytosanitary pruning waste that is efficient to produce seedlings such as cupuassu and açaí. The aim of this study was to evaluate the efficiency of the organic compound produced from phytosanitary pruning of cupuassu waste infected by *Moniliophthora perniciosa* and plant remains as a substrate for production of cupuassu seedlings considered highly susceptible to witches' broom, as well as seedlings açaizeiro. To this end, cupuassu seedlings susceptible to witches' broom were grown on substrates containing different proportions of witch's broom, being the plants kept under 50% screen shading, assessing every seven days the length of the shoot, stem diameter of stem and number of leaves, as well as evaluation of the incidence and severity of witch's broom. Another similar experiment was done for the production of açaí seedlings, evaluating the shoots of variable length, stem diameter and number of leaves. The results showed that cupuassu seedlings grown in substrate containing a mixture of 60% of witch's broom + 20% Guandu bean + 20% leaf debris, twigs, grass grazed, cupuaçu fruit peel, showed promising development because the vegetative growth of seedlings were similar to plants grown in substrate commonly used containing weathered sawdust, tanned sheep manure and plowed soil rich in organic matter (v 1: 1: 1: 1) plus 250g of superphosphate to each 225 liter substrate. Seedlings of cupuassu showed no incidence of symptoms and disease severity. As for plant açaizeiros the best vegetative development outcomes for all all variables were observed on the substrate containing 40% Witch's Broom + 20% pigeon pea + 40% leaf debris, twigs, grass grazed, bark cupuaçu fruit and seeds. Thus, the use of organic compounds in the described proportions can be used as substrates for production cupuassu seedlings and açaizeiro, becoming a viable and environmentally recommended alternative for the disposal of waste from phytosanitary pruning and to elimination of inoculum source of *Moniliophthora perniciosa* in the planting area.

Keywords: Seedling production; Incidence and Severity; Pathogen.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo e comercialização de produtos e subprodutos do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em escala comercial é bastante precoce. Porém, essa espécie florestal já era cultivada pelas populações indígenas amazônicas. A cultura começou a ter expressão econômica a partir da década de 1970, quando foi utilizada para ocupar áreas de pimenteiros-do-reino que estavam sendo dizimadas pela doença fusariose. Até essa época, a produção de frutos de cupuaçuzeiros provinha, basicamente, de pequenos plantios em quintais agroflorestais e de populações nativas existentes no Sudeste do Pará e Noroeste do Maranhão (Alves e Ferreira, 2012).

Em Roraima, plantas de cupuaçuzeiro tem sido bastante cultivados em consórcio com plantas de açaizeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) em sistemas agroflorestal (SAF), que compreende pequenas áreas de cultivo, pequenos pomares rurais, quintais urbanos e em comunidades indígenas (LIMA et al., 2013).

O açaizeiro é uma palmeira característica da Amazônia que possui grande importância econômica e cultural. Trata-se de um dos principais extrativos vegetais da floresta amazônica, pois é a espécie mais adaptada ao ecossistema de várzea (Azevedo, 2005).

De acordo com Canto (2001), os produtos fornecidos pelo açaizeiro, principalmente o palmito e o “suco” do açaí, são tradicionalmente consumidos na região e auxiliam na sobrevivência da população ribeirinha dos estados do estuário amazônico (Amapá e Pará). Estima-se que o domínio dos açaiçais estenda por 10.000 km², principalmente no estuário Amazônico (Padilha et al. 2005).

De acordo com Berni (2007), cada planta tem exigências nutricionais diferenciadas, pois ainda não foi possível a formulação de um substrato universal que seja eficiente na produção de mudas de diversas plantas. Entretanto Souza e Silva (1999) avaliando um substrato contendo matéria orgânica decomposta (camada superficial do solo de mata) e esterco de curral curtido na proporção (v 4:1), e ainda 2 kg de superfosfato triplo para cada metro cúbico de substrato, conseguiram ótimos resultados como substrato para produção de mudas de cupuaçuzeiros.

Já o substrato ideal para a produção de mudas de açaizeiros, apresenta a seguinte composição de (v 3:1:1), ou seja, três partes de terra de mata (camada superficial do solo de mata), uma parte de esterco curtido e uma parte de pó de serragem (Oliveira et al., 2007).

Queiroz e Mochiutti (2001), alertam que quando for utilizar substrato composto, a este deverá ser feita a incorporação de 3g de calcário e 2 g de superfosfato triplo por litro de substrato, antes de sua colocação no recipiente. No caso de terra preta apenas, além do calcário e do fósforo, deverá ser adicionado ao substrato 0,3 g/l do micronutriente FTE BR 15.

Diante dessas informações o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do composto orgânico produzido a partir de resíduos de podas fitossanitárias de cupuaçuzeiros infectados por *Moniliophthora perniciosa* e restos vegetais como substrato para produção de mudas de cupuaçuzeiro consideradas altamente suscetíveis a vassoura de bruxa, bem como para mudas de açaizeiro

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento 2: Aproveitamento dos resíduos de podas fitossanitárias para produção de composto orgânico e preparo de substrato para produção de mudas de cupuaçuzeiros

Frutos de cupuaçu oriundos de plantas de genótipos identificadas como sendo altamente suscetível a vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) conforme Lima *et al.* (2013), foram coletadas no campo experimental do Confiança da Embrapa Roraima, no Município do Cantá/RR e transportados para o laboratório de pós-colheita localizado na sede da Embrapa Roraima, no município de Boa Vista/RR. As sementes foram retiradas com auxílio de uma despoldadeira (MACANUDA[®]), sendo posteriormente submetidas a um processo de escarificação, que consistiu em esfregar com as mãos um pouco de sementes e areia grossa, para retirada do excesso da polpa que ficou aderido à semente. Sendo em seguida semeadas em areia dentro de canteiros com dimensões de 1,0 m x 1,0 m x 0,3 m. As sementes foram semeadas em fileiras com espaçamento de 2 cm entre sementes e 5 cm entre fileiras a uma profundidade de 2 cm.

Após trinta dias, quando as mudas de cupuaçu estavam com aproximadamente 10 cm de altura, estas foram transplantadas para sacos de plásticos de polietileno com dimensões de 15 x 28 cm, contendo como substrato o composto orgânico de cada tratamento (T1, T2, T3 e T4) e como controle (T5), foi adotado um substrato comumente utilizado para produção de mudas, composto por pó de serragem curtida, esterco de carneiro curtido e solo de lavrado rico em matéria orgânica (v 1: 1: 1: 1), mais 250g de superfosfato simples para cada 225 litros de substrato, a composição da matéria orgânica dos tratamentos 1 a 4 estão descritos na tabela 2 do experimento 1. Após o transplante, as mudas permaneceram por quinze dias em um galpão coberto para aclimatização, e após este período as mudas foram mantidas em viveiro com tela de sombreamento de 50% com irrigação realizada duas vezes ao dia, por meio de irrigação por aspersão.

2.1.1 Avaliação do desenvolvimento das mudas de cupuaçuzeiros

Para avaliar a eficiência do processo de compostagem na eliminação do fungo *M. perniciosa* presente no composto estabilizado, o substrato pronto e a testemunha, foram testado utilizando-se mudas de genótipos de cupuaçuzeiro selecionado como sendo altamente suscetível à doença vassoura de bruxa, conforme descrito anteriormente. Para tal, as

avaliações do desenvolvimento das mudas de cupuaçuzeiro foram iniciadas 15 dias após o estabelecimento das mudas no viveiro, repetindo-se as avaliações em intervalos de setes dias por um período de seis meses. As variáveis avaliadas foram: comprimento da parte aérea, mensurada com auxílio de uma régua graduada, diâmetro do colo utilizando-se um paquímetro digital, número de folhas, bem como a incidência e severidade da vassoura de bruxa (%). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição constituída por três plantas, totalizando 75 plantas.

2.3 Experimento 3: Aproveitamento dos resíduos de podas fitossanitárias para produção de composto orgânico e preparo de substrato para produção de mudas de açaí

Após o término do período de compostagem, conforme descrito no experimento 1, utilizou-se como substrato o composto orgânico de cada tratamento (T1, T2, T3 e T4) conforme descritos na Tabela 1, e como controle (T5), foi adotado um substrato comumente utilizado para produção de mudas, já mencionado no experimento 2.

2.3.1 Avaliação das mudas de açaizeiros

Sementes de açaí da espécie *Euterpe oleracea* Mart. foram coletadas no município de Rorainópolis numa área de SAF contendo cultivo de cupuaçuzeiros, açaizeiros e plantas nativas em região de mata. Os frutos de açaí coletados foram submetidos a um processo de separação que consistiu na retirada da polpa da semente, com um auxílio de uma máquina despulpadeira (METVISA[®]). Em seguida as sementes de açaí foram semeadas em canteiro contendo areia, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente para as sementes de cupuaçu.

As sementes de açaí germinaram 15 dias após a semeadura, e foram transplantadas trinta dias após a semeadura para sacos plásticos de polietileno com dimensões de 15 x 28 cm contendo como substrato o composto orgânico de cada tratamento (T1, T2, T3, T4), além do substrato testemunha (T5) comumente utilizado para produção de mudas. Após o transplante, as mudas permaneceram por quinze dias em um galpão coberto para aclimatização, e após este período as mudas foram alocadas em viveiro com tela de sombreamento de 50% com irrigação realizada duas vezes ao dia, por meio de irrigação por aspersão, onde permaneceram por um período de cinco meses.

A avaliação do desenvolvimento das mudas de açaizeiro foi baseada nas medições biométricas realizadas por um período de cinco meses após o transplante das mudas para os sacos. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição constituída por cinco plantas. As variáveis avaliadas foram: altura da planta utilizando-se régua graduada, medindo-se do colo da planta até a altura da última folha emergida, circunferência do colo mensurada com auxílio de um paquímetro digital e número de folhas por planta. O desenvolvimento das mudas de açaizeiro foi avaliado mensalmente a cada 30 dias.

2.4 Pacote tecnológico estatístico

Foram utilizados os programas SISVAR (Ferreira, 2000a), SigmaPlot 12.0, planilha do Excel 97-2003 e planilha Libre Office cálc. 3.0, para se realizar as análises estatísticas e construção dos gráficos, compreendendo os experimentos 1, 2 e 3. Os dados foram submetido a análise de variância e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação Biométrica de mudas de Cupuaçuzeiro

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) no crescimento inicial das mudas de cupuaçuzeiro entre os tratamentos, até a 10ª avaliação (70 dias), conforme demonstrado na Figura 2, entretanto a partir da 11ª avaliação (77 dias) as mudas cultivadas no substrato referente ao tratamento 5 (testemunha) apresentaram diferença significativa ($p\leq 0,05$) com relação aos demais tratamentos, evidenciando que as mudas de cupuaçuzeiro apresentaram maior crescimento que pode ter sido em função da maior disponibilidade de nutrientes.

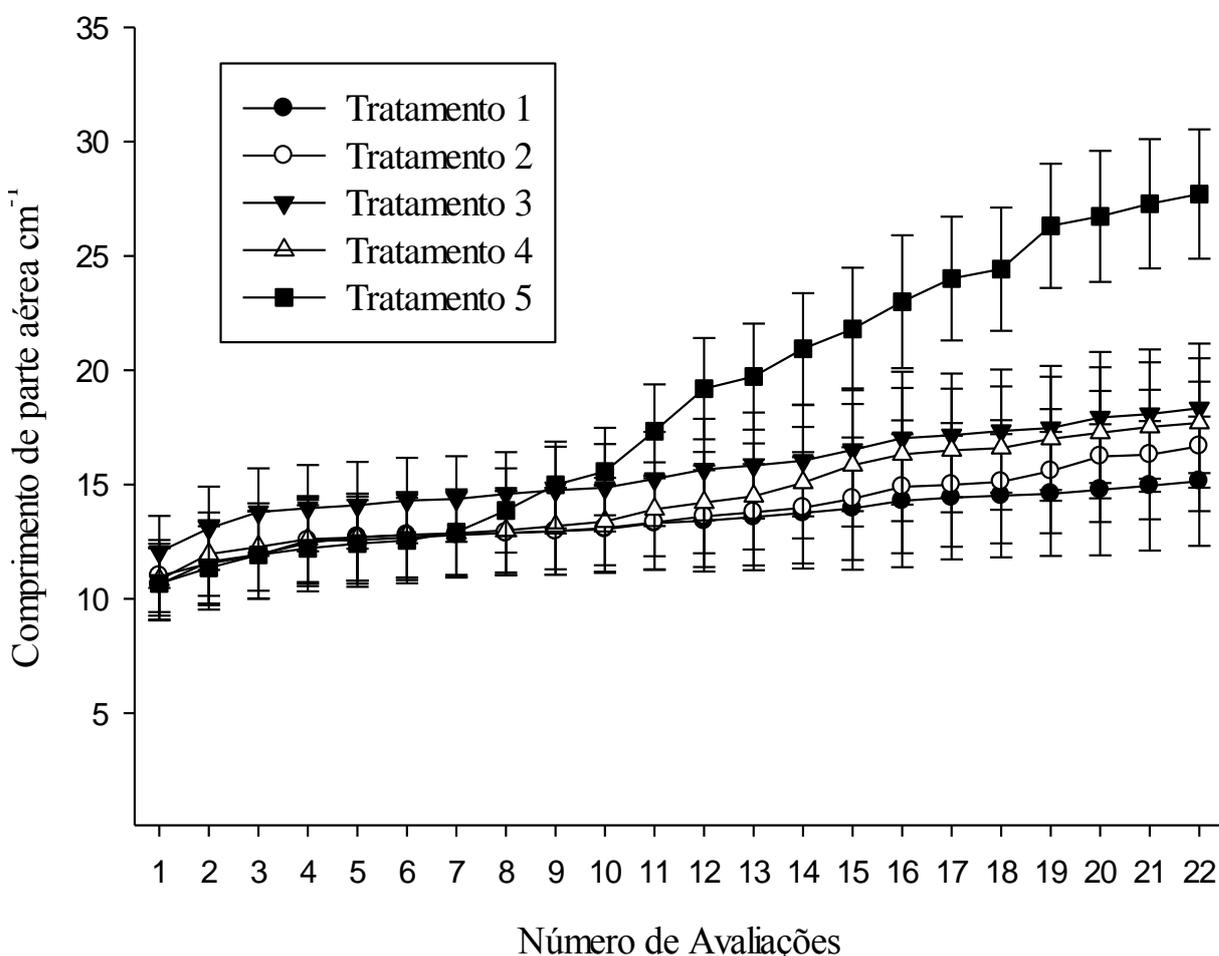


Figura 2. Comprimento da parte aérea de mudas de cupuaçuzeiro suscetíveis à vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) cultivada durante seis meses em diferentes substratos. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de Restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais. Barras representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Alves e Ferreira, (2012) recomendam para a produção de mudas da BRS Carimbó um substrato composto por: três partes de terriço da mata, uma parte de esterco bovino, uma parte de serragem curtida ou três partes de terriço de mata mais duas partes de cama de aviário. Ainda segundo o autor as plantas estarão aptas para serem levadas para a área permanente, quando possuírem oito folhas bem definida e altura variando de 30 a 50 centímetros, que acontecerá com cerca de oito meses após a sementeira no viveiro, resultado semelhante pôde ser observado em mudas do tratamento 5 (Figura 2) em que as plantas de cupuaçuzeiro apresentaram crescimento acima de 25 centímetros após 6 meses de avaliações. A tabela 5 mostra as médias finais para cada tratamento, em relação ao comprimento de parte aérea.

Tabela 5. Teste de médias e DMS da última avaliação (22ª) para o comprimento de parte aérea de mudas de cupuaçuzeiro

Tratamentos	Médias	DMS
T1	15,14 b	
T2	16,67 ab	
T3	17,69 ab	5,66
T4	18,33 a	
T5	27,70 a	
C.V(%)	15,67	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. DMS – Diferença Mínima Significativa.

Não houve diferença mínima significativa ($p > 0,05$) para o comprimento de parte aérea (Figura 2), para os tratamentos (1, 2, 3 e 4) quando comparadas entre si, porém o tratamento 5 diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos demais tratamentos a partir da 17ª avaliação (119 dias). Durante o período de seis meses em que as plantas foram avaliadas, vale ressaltar que houve um crescimento igual para todos os tratamentos até 11ª avaliação (77 dias) indicando que o composto orgânico foi capaz de suprir a demanda do teor de nutrientes necessários ao crescimento das plantas presente no composto orgânico por quase três meses. Lima (2002) avaliando o crescimento, composição mineral e sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas de cupuaçuzeiro, constatou um menor crescimento de parte aérea e raiz para todos os tratamentos que não receberam solução nutritiva, sendo a deficiência em g.kg^{-1} de 1,6 para N; 2,7 para P; 4,1 para K; 3,3 para Ca; 2,8 para Mg e 2,9 para S quando comparado com o tratamento completo

Houve diferença significativa ($p>0,05$) para o diâmetro de mudas de cupuaçuzeiro a partir da 12ª avaliação (84 dias) como demonstrado na Figura 3, para o tratamento 5 (testemunha) em relação aos demais tratamentos. Segundo Souza *et al.* (2008) as mudas de cupuaçuzeiro (propagada por semente) estará em condições de ser transplantada de 6 a 8 meses após a semeadura, quando as mesmas estiverem medindo entre 60 e 80 cm de altura, e diâmetro do coleto em torno de 15 mm e / ou 1,5 cm, com 21 folhas maduras aproximadamente.

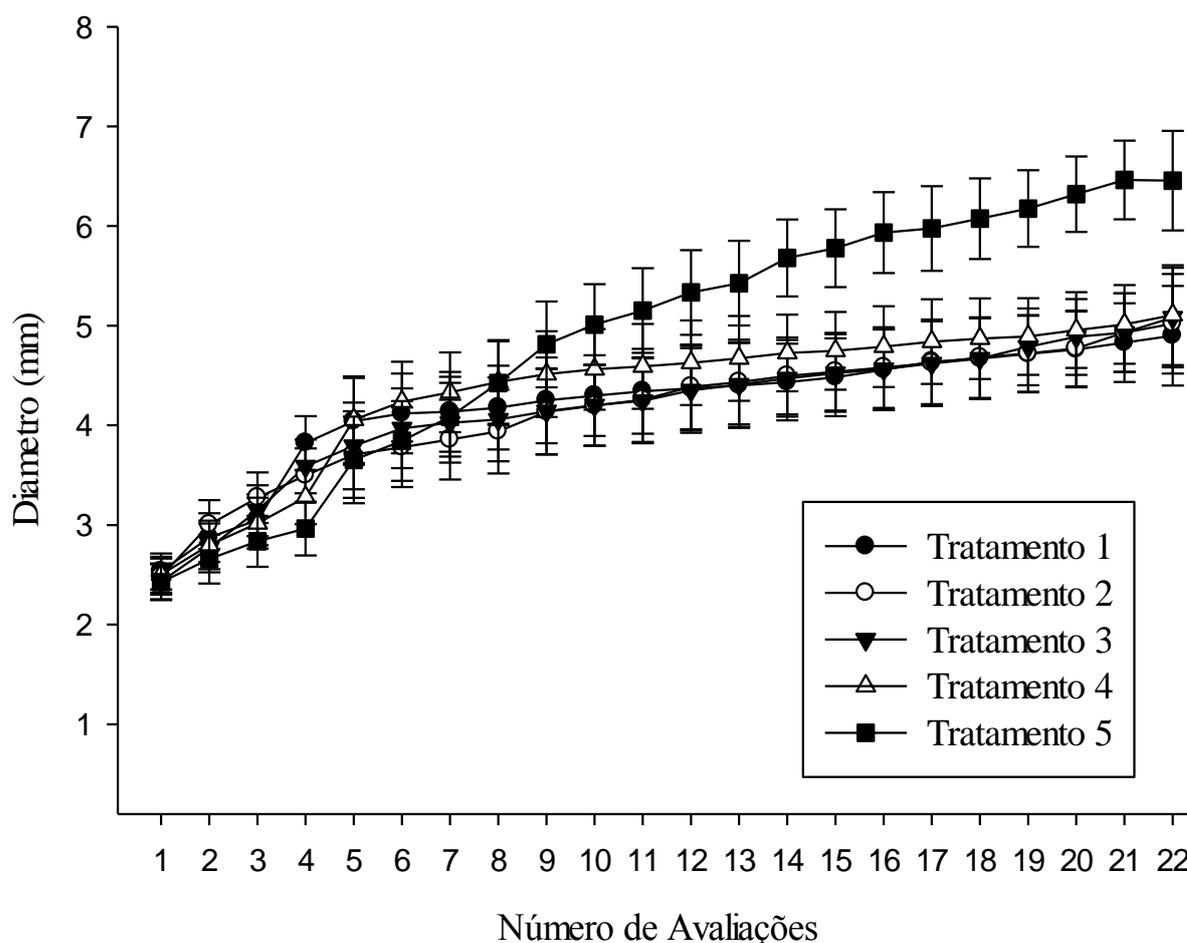


Figura 3. Diâmetro do caule de mudas de cupuaçuzeiro cultivadas em diferentes substratos. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de Restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais. Barras representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos apresentaram um bom desenvolvimento do diâmetro ao longo das avaliações, porém não houve diferença significativa ($p\leq 0,05$) entre os tratamentos (1, 2, 3 e 4) que apresentaram um diâmetro final entre 4,3 a 5 milímetros. Já o tratamento 5 se destacou dos demais e apresentou um diâmetro de 6,5 mm ao final das avaliações. Lima

(2002) avaliando a deficiência do teor de macronutrientes em plantas de cupuaçuzeiro observou teor reduzido de magnésio no caule e ramos do cupuaçuzeiro em que a omissão deste nutriente foi de $1,57 \text{ g.kg}^{-1}$ de Mg, enquanto que no tratamento completo foi de $3,85 \text{ g.kg}^{-1}$.

No presente estudo observou-se que não houve diferença significativa no teor de magnésio entre os tratamentos 1, 2 e 3 (Tabela 4). Porém, mesmo o T4 diferindo dos demais, não foi observado diferença significativa entre o diâmetro do caule das mudas de cupuaçuzeiro para os tratamentos de 1 a 4.

Bueno (1997) avaliando plantas de cupuaçuzeiro em condições de casa de vegetação com solução nutritiva, observou que houve um aumento do diâmetro do caule em função da maior absorção de potássio pela planta, onde caule e ramos tiveram um acúmulo de $0,497 \text{ g.kg}^{-1}$ de K por planta. Lima (2002) observou aos 173 dias após o início dos tratamentos, que houve uma carência de potássio para plantas de cupuaçuzeiro avaliados em condições de casa de vegetação, devido a essa carência houve uma diminuição no número de folhas, tamanho e diâmetro das plantas. A média final estar representada na tabela 6 para o diâmetro de mudas de cupuaçuzeiro, para melhor observação da figura 3.

Tabela 6. Teste de médias e DMS da última avaliação (22^a) para o diâmetro de mudas de cupuaçuzeiro

Tratamentos	Médias	DMS
T1	4,31 b	
T2	4,54 b	
T3	4,80 b	1,18
T4	5,03 b	
T5	6,43 a	
C.V(%)	12,43	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%. DMS – Diferença Mínima Significativa.

Mudas de cupuaçuzeiro cultivadas no substrato referente ao tratamento 5 apresentaram maior número de folhas, que se destacou dos demais tratamentos a partir da 8^a avaliação (56 dias), porém ao final das avaliações o tratamento 4 também se destacou sobre os demais, não diferindo do tratamento 5, conforme observado na figura 4.

Todas as mudas de cupuaçuzeiro apresentaram perdas de folhas, sendo mais acentuadas para o tratamento 5 como observado na 13ª avaliação (91 dias), essa perda poderá ter sido em função de uma menor disponibilidade de nutrientes (figura 4).

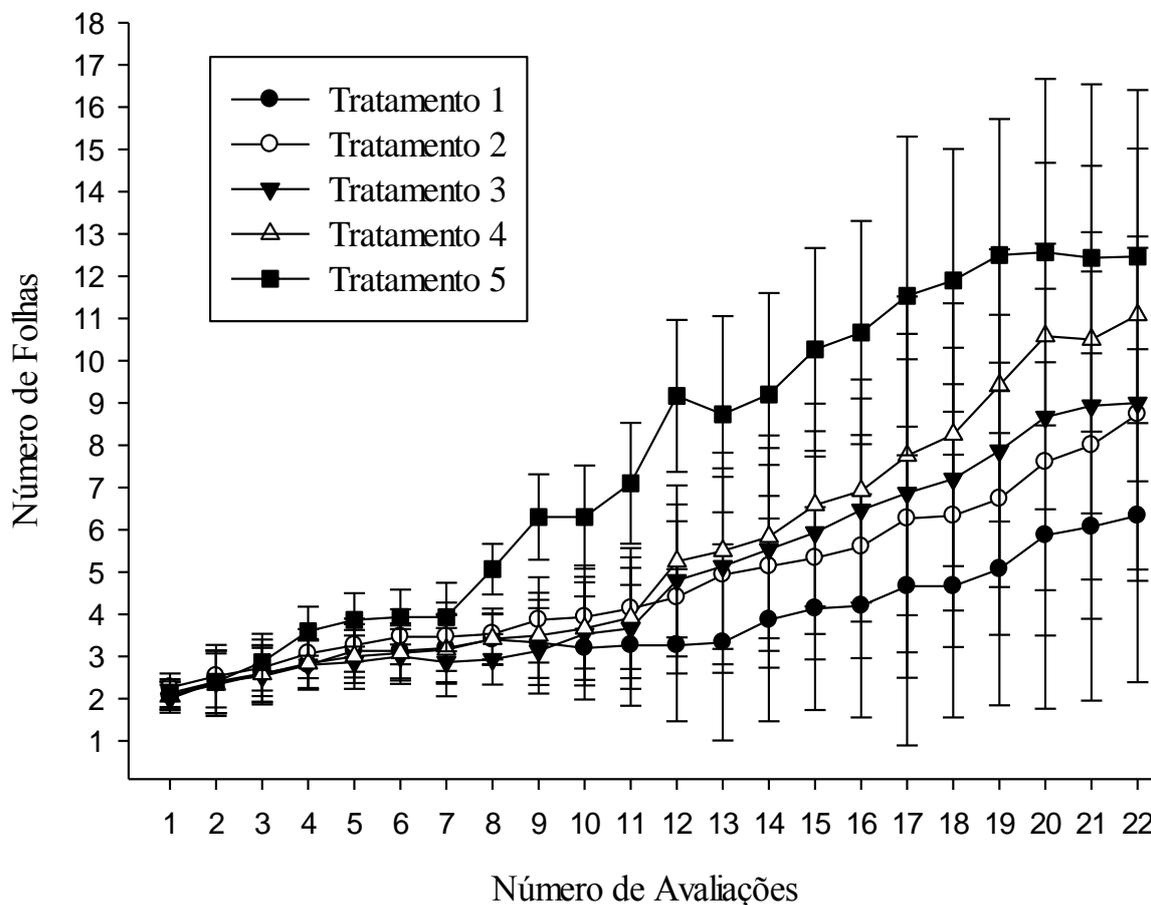


Figura 4. Número de folhas em mudas de cupuaçuzeiro cultivadas em diferentes substratos. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de Restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais. Barras representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em trabalho realizado por Salvador *et al.* (1994), analisando os teores de nutrientes em plantas de cupuaçuzeiro, observaram que houve queda prematura das folhas com deficiência de cálcio, apresentando nas folhas jovens pontos renascentes e necróticos surgindo entre as nervuras, que com a fusão desses, formaram grandes ilhas limitadas pelas nervuras, as plantas sofreram redução no crescimento pela paralisação do desenvolvimento apical, ocasionando maior disponibilidade de cálcio em folhas superiores sem sintomas, do que em folhas inferiores com sintomas, que apresentaram 1,72 e 0,42 g.kg⁻¹ de Ca, respectivamente. No composto orgânico referente aos tratamentos 1, 2, 3 e 4 apresentou alto teor de Ca, o que pode ter influenciado para uma menor perda de folhas nas mudas.

Segundo Souza *et al.* (2008), as plantas de cupuaçuzeiro só estarão aptas a irem para o campo quando estas apresentarem um numero de 21 folhas bem definidas. Os tratamentos 4 e 5 não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre si ao final da avaliações para a variável número de folhas, pois tal fato demonstra que mudas cultivadas em substratos de composto orgânico contendo 60% de resíduos de Vassoura de bruxa (T4), contribuem para que tais mudas apresentem a quantidade de folhas similar às mudas produzidas utilizando substrato comum. Tal fato demonstra a viabilidade do uso de resíduos de vassoura para produção de composto orgânico de forma a substituir o uso do substrato comumente utilizado com aplicação de fertilizantes, o que retrata redução nos custos de produção. O teste de médias final estar representado na tabela 7, para o número de folhas de cupuaçuzeiro.

Tabela 7. Teste de médias e DMS da ultima avaliação (22^a) para o número de folhas de mudas de cupuaçuzeiro

Tratamentos	Médias	DMS
T1	6,33 b	
T2	8,73 ab	
T3	9,00 ab	3,94
T4	11,00 a	
T5	12,46 a	
C.V(%)	21,86	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%. DMS – Diferença Mínima Significativa.

Santana *et al.* (1984) avaliando a deficiência e exigências nutricionais e uso de fertilizantes em sistemas de produção de cacau, observaram sintomas de deficiência de fósforo com redução do tamanho da planta, com folhas relativamente estreitas, porém conservando a cor verde normal, desfolhamento acentuado que teve inicio pelas folhas mais velhas.

Não houve diferença significativa ($p\leq 0,05$) para os tratamentos 1, 2 e 3, que apresentaram uma média final de 6, 8 e 9 folhas por muda, respectivamente (Figura 4). Isto indica que mudas cultivadas no substrato referente aos tratamentos 1, 2 e 3 irão requerer mais tempo para produzir uma quantidade maior de folhas, para só então serem transferidas para o campo.

Salvador *et al.* (1994), observou uma deficiência de nitrogênio que foi caracterizada pela redução do tamanho da planta e na qualidade, número e tamanho das folhas. No presente

estudo, não houve um maior desenvolvimento no tamanho das mudas e diâmetro do caule referentes aos tratamentos 1, 2, 3 e 4, quando comparadas com o tratamento 5. Porém, no tratamento 4 que apresentou alta concentração de N com relação aos tratamentos 1, 2 e 3, não foi observado a redução do número de folhas. Tais informações dão suporte para o resultado obtido das análises de macronutrientes da amostra referente ao tratamento 4 que apresentou alto teor de N, o que provavelmente favoreceu a produção de um maior número de folhas nas mudas.

Segundo Kämpf (2000) quando há uma produção de plantas dentro de um recipiente, o desenvolvimento das suas raízes, ao contrário do que acontece em pleno campo, é limitado pelo pequeno volume utilizado, tal fato faz com que as exigências das plantas, relativas à capacidade de retenção de água, arejamento e disponibilidade de nutrientes do substrato de cultivo, sejam muito mais intensas do que se fossem cultivadas no campo, onde o volume do solo disponível e, teoricamente, ilimitado. Portanto, o substrato deve ser melhor do que o solo, tanto na parte física como na química. Por tal motivo, o tipo de substrato utilizado é obrigatoriamente de grande importância.

Durante os seis meses de avaliação do desenvolvimento vegetativo das mudas de cupuaçuzeiro, não houve incidência e sintomas de vassoura de bruxa quando as plantas foram submetidas ao cultivo, nos diferentes substratos obtidos da compostagem dos resíduos de podas fitossanitárias, provenientes de plantas infestadas com vassoura de bruxa. Segundo Hoitink e Boehm (1999), a adição de matéria orgânica ao solo e o grau de decomposição da mesma permitem que vários microrganismos presentes neste material orgânico funcionem como agentes de controle biológico, atuando diretamente no controle de várias populações de patógenos do solo, causadores de doenças de plantas. O autor cita que estes microrganismos, por apresentarem diversos mecanismos de biocontrole, promovem um equilíbrio sustentável na biota do solo. Com base nesta consideração, é possível afirmar que substratos formulados com compostos orgânicos atuam benéficamente na sanidade das mudas.

Segundo Bellé e Kämpf (1993) os substratos para produção de mudas principalmente os oriundos de compostagem, vêm cada vez mais substituindo o uso do solo mineral como meio de cultivo, pois além de estarem livres de patógenos, tem proporcionado significativos aumentos na produção. Assim, o resultado obtido no presente estudo dá suporte para recomendar o uso de substrato proveniente da compostagem de resíduos contendo 60% de vassoura de bruxa + 20% de feijão Guandu + 20% de restos, tais como folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes.

3.2 Avaliação biométrica de mudas de Açazeiro

Na figura 5 estão apresentados os dados referentes à altura das mudas de açazeiro, onde é possível observar que até a terceira avaliação não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, a partir da terceira a avaliação, o tratamento 5, que embora tenha apresentando a maior média para esta variável, não diferiu significativamente do tratamento 3, pois ambos apresentaram altura da parte aérea similar. Houve diferença significativa ($p > 0,05$) dos tratamentos 1, 2 e 4 em relação ao tratamento 5 para a variável altura de parte aérea, sendo que o tratamento 3 também diferiu do tratamento 1. Porém, os tratamentos 2, 3 e 4 não diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si.

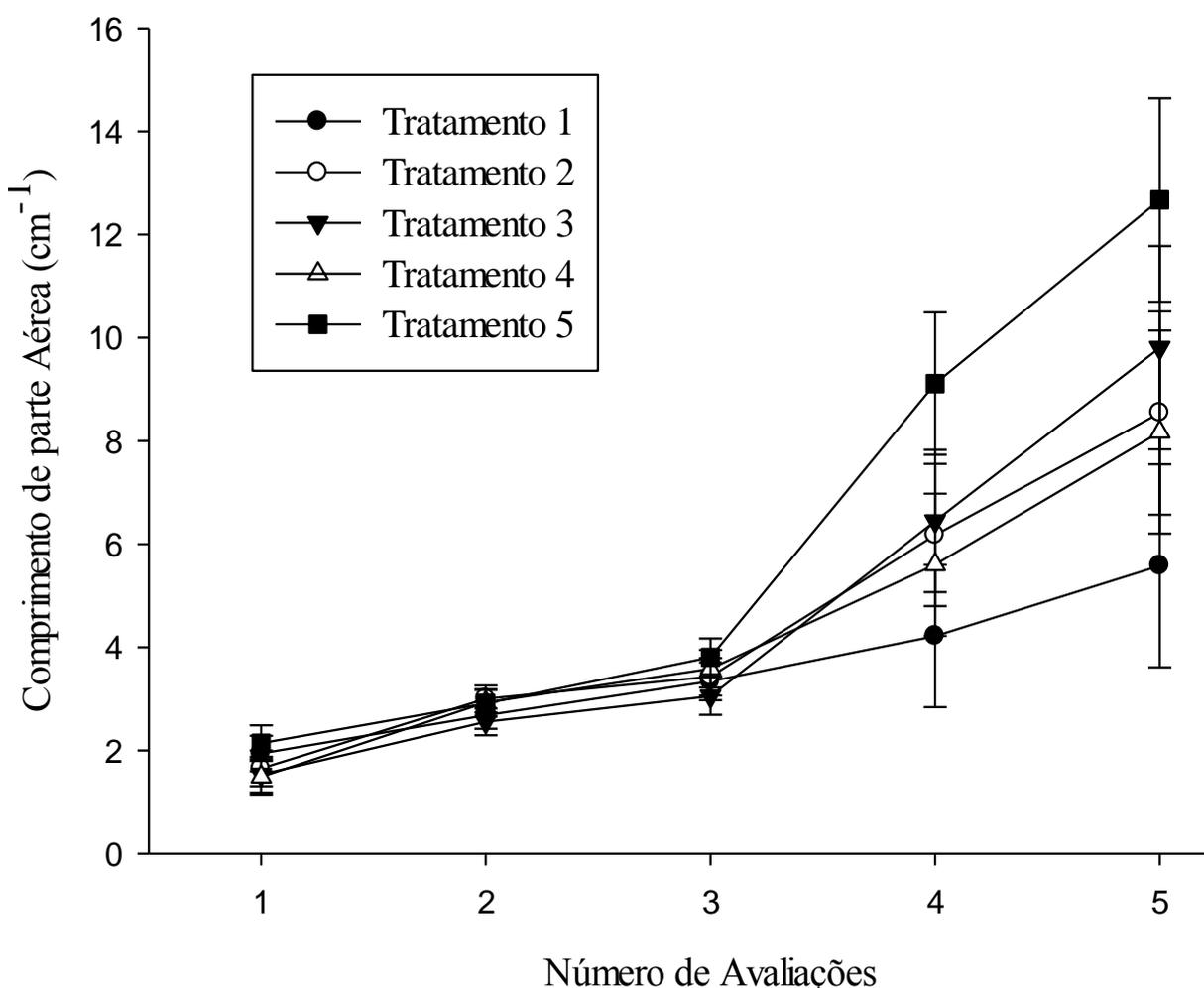


Figura 5. Altura de parte aérea (cm) de mudas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivado em diferentes substratos determinada por um período de cinco meses. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de Restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais. Barras representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Carvalho *et al.* (2012) avaliando compostos orgânicos no plantio do cupuaçuzeiro e do açazeiro na Amazônia, obtiveram resultados satisfatórios quando se utilizou composto de casca de arroz, onde as plantas de açazeiro apresentaram um crescimento de 26 cm de parte aérea, e para o composto com pó de serragem de madeira este crescimento foi de 35, 5 cm respectivamente.

Mendes *et al.* (2013) avaliando diferentes doses de cama de aviário para formação de mudas de açai-do-amazonas Precatória, observou que com a adição de 10% de cama de aviário no solo, as plantas de açazeiro apresentaram um ótimo crescimento após oito meses, apresentando uma altura média de 68,6 cm, mensurados a partir do colo da muda até o ápice da última folha expandida.

Resultados promissores podem ser observados neste trabalho em mudas de açazeiros cultivadas no substrato do tratamento 3 e 5, entretanto a mensuração da altura das mudas de açai foram realizadas a partir do colo até o ponto de emissão do folíolo da folha do ápice, quando as mesmas apresentavam cinco meses. Ainda segundo Queiroz *et al.* (2001) para mensurar a altura da parte aérea da muda, deve-se levar em consideração o comprimento existente entre a base do caule que surge a partir do solo do saco até o ponto de emissão do folíolo da folha do ápice.

Zamora e Flores, (1985) estudando a nutrição mineral e fertilidade do solo no cultivo da pupunha, apresentou resultados da análise foliar, referente à terceira folha de 3,18% de N, 0,20% de P, 1,33% de K, 0,60% de Ca, e 0,24% de Mg respectivamente.

Tabela 8. Teste de médias e DMS da última avaliação (5ª) para o comprimento de parte aérea de mudas de açazeiro

Tratamentos	Médias	DMS
T1	5,58 c	
T2	8,54 bc	
T3	9,80 ab	3,94
T4	8,17 bc	
T5	12,67 a	
C.V(%)	23,29	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%. DMS – Diferença Mínima Significativa.

Malavolta (1980) avaliando a nutrição de plantas de açazeiro, observou resultados satisfatórios de teor foliar de 11 g.kg⁻¹, de N. Na tabela 8, estar representado o teste de médias

final para melhor visualização e compreensão da figura 5, onde observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos 3 e 5.

Para a variável diâmetro do caule das mudas de açazeiro não houve diferença significativamente ($p>0,05$) entre os tratamentos 2, 3 e 5, sendo que o tratamento 4 também não diferiu dos tratamentos 1, 2 e 3. Porém, houve diferença significativa ($p>0,05$) do tratamento 1 em relação aos tratamentos 3 e 5. As mudas cultivadas no substrato referente ao tratamento 3 e 5 apresentaram diâmetro do caule acima de 8 mm (Figura 6).

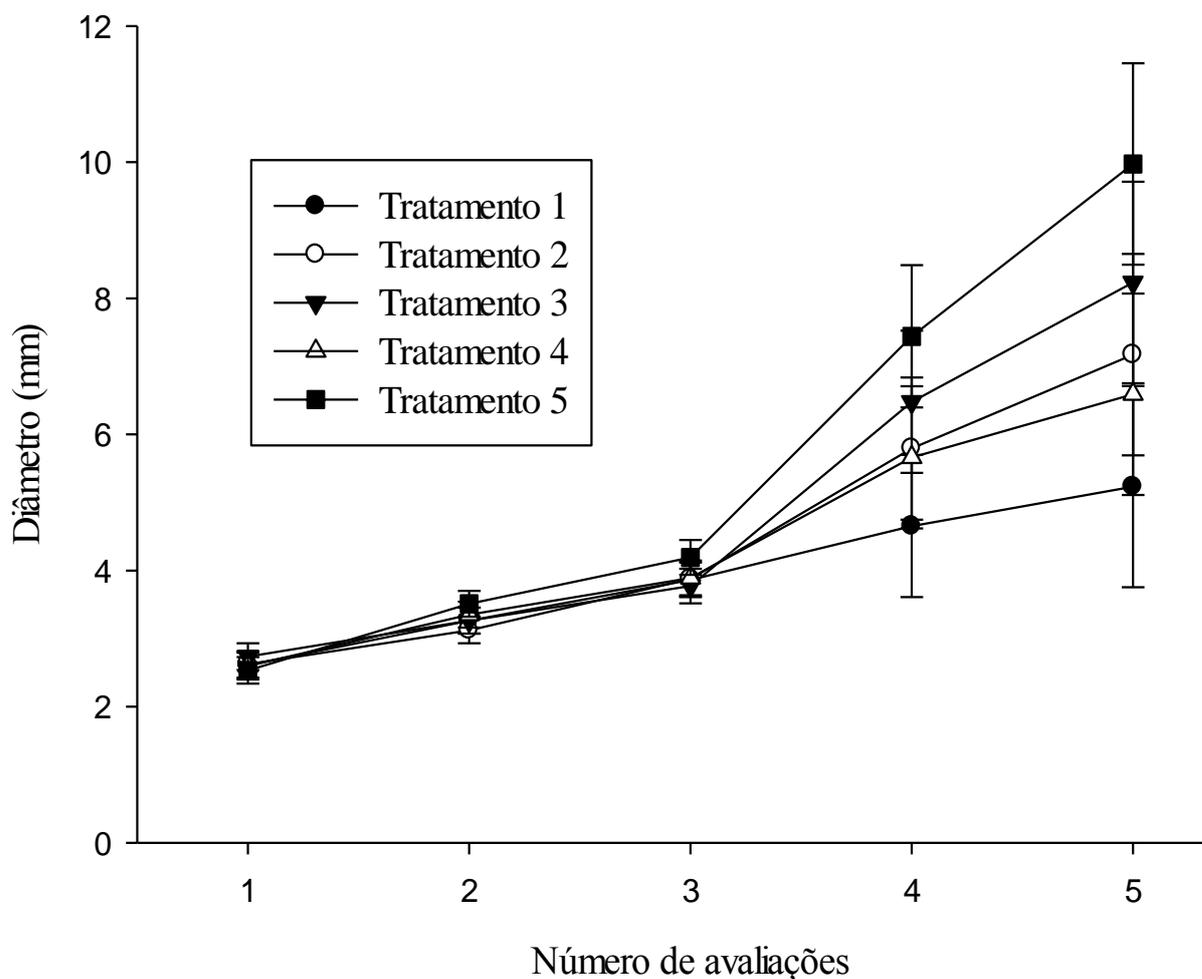


Figura 6. Diâmetro do caule de mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivadas em diferentes substratos determinada por um período de cinco meses. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de Restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais. Barras representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O diâmetro das mudas de açazeiro aumentou em função do crescimento das mesmas, sendo tal ocorrência confirmada por trabalho realizado por Queiroz *et al.* (2001), demonstrando que quando as plantas de açazeiro atingem uma altura de parte aérea entre 40 e

50 cm, estas apresentam diâmetro do caule na base do colo variando de 10 a 10,2 mm, quando cultivadas em viveiro sob condições propícias ao seu desenvolvimento.

Segundo Oliveira *et al.* (2015), plantas de açaizeiro tornam-se aptas a irem para o campo, após um período de seis meses quando as mesmas deverão apresentar altura variando entre 30 a 50 cm e diâmetro do caule variando entre 8 a 10 mm, respectivamente.

Queiroz e Mochiutti (2001) recomendam que mudas com altura superior a 60 cm, o diâmetro do coleto deverá ser 0,5 cm mais grosso para cada 10 cm a mais na altura. A altura máxima recomendada para as mudas é de 100 cm, pois alturas acima destas não apresentam uma boa porcentagem de pagamento no campo.

Na tabela 9, praticamente observa-se o mesmo cenário já visto anteriormente para o comprimento de parte aérea, pois o teste de médias se comportou de maneira igual para o diâmetro de mudas de açaizeiros, não havendo diferença significativa entre os tratamento 3 e 5 novamente.

Tabela 9. Teste de médias e DMS da última avaliação (5ª) para o diâmetro de mudas de açaizeiro

Tratamentos	Médias	DMS
T1	5,23 c	
T2	7,17 bc	
T3	8,23 ab	2,96
T4	6,58 bc	
T5	9,97 a	
C.V(%)	21,03	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%. DMS – Diferença Mínima Significativa.

Para a variável número de folhas, ao final das avaliações, o tratamento 5 diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) apenas do tratamento 1. Entretanto, o tratamento 1 não diferiu ($p > 0,05$) dos tratamentos 2 e 4. Novamente observa-se que o tratamento 3 apresenta médias similares às do tratamento 5 (Figura 7).

Carvalho (2009) em avaliação biométrica de plantas de açaí em um Sistema Agroflorestal na Pré-Amazonia Maranhense observou uma média do número de folhas de 4,63 para açaí nativo (*Euterpe precatória* Mart.) e 4,52 para o açaí BRS-Pará (*Euterpe oleracea* Mart.). No presente trabalho plantas dos tratamentos 3 e 5 apresentaram uma média

final de 3,96 e 4,20 folhas por planta, respectivamente, aos 5 meses após a semeadura (Figura 7). Assim, plantas do tratamento 3 apresentam em geral um bom desenvolvimento vegetativo.

Segundo Queiroz e Mochiutti (2001) as plantas de açaizeiros são mais exigentes em fósforo e cálcio, sendo recomendado a incorporação de 3g de cálcio e 2 g.⁻¹ de superfosfato triplo no substrato composto antes de sua colocação no recipiente. No caso de terra preta apenas, além do cálcio e do fósforo, deverá ser adicionado ao substrato 0,3 g.l⁻¹ do micronutriente FTE BR 15.

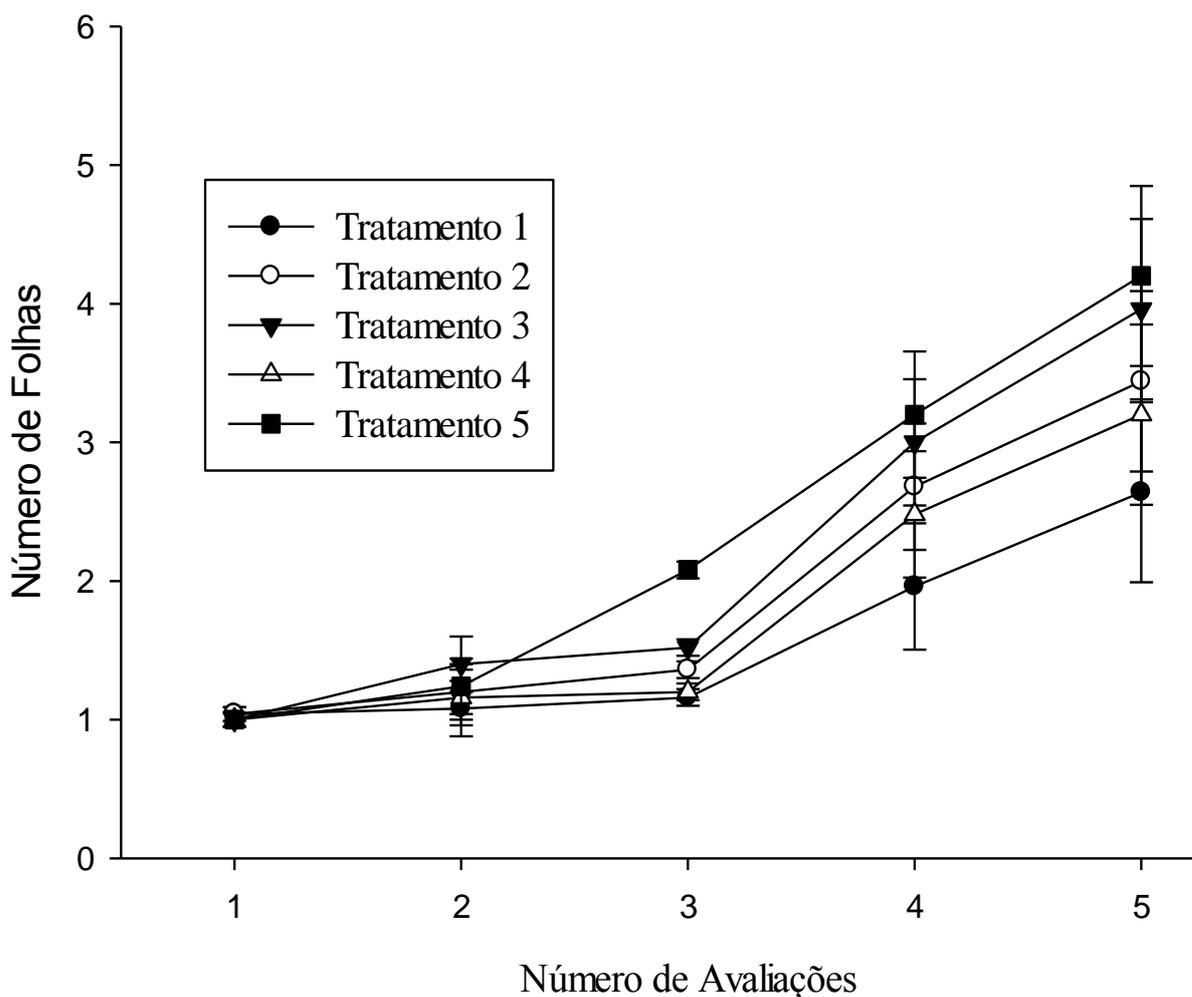


Figura 7. Numero de folhas de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivadas em diferentes substratos determinada por um período de cinco meses. Composição de matéria orgânica para cada tratamento: T1 = 0 de Vassoura de bruxa (VB) + 20% de feijão guandu (FG) + 80% de restos de folhas, galhos, capim roçado, casca de frutos de cupuaçu e sementes (Restos vegetais); T2= 20% de VB + 20% de FG + 60% de Restos vegetais; T3= 40% de VB + 20% de FG + 40% de Restos vegetais; T4= 60% de VB + 20% de FG + 20% Restos vegetais. Barras representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para Oliveira *et al.* (2015) uma mistura de substrato contendo terra da parte superior do solo, pó de serragem e esterco curtidos, na proporção 1:1:1, tem se constituído em um bom substrato para mudas de açazeiros comercializadas com quatro a seis meses.

A tabela 10 reforçando o que pode ser observado na figura 7, mostra através do teste de médias que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos 3 e 5 mais uma vez. O que evidencia que as plantas cultivadas em diferentes substratos apresentaram ter preferencia ao substrato do tratamento 3, quando se comparou aos demais.

Tabela 10. Teste de médias e DMS da ultima avaliação (5^a) para o número de folhas de mudas de açazeiro

Tratamentos	Médias	DMS
T1	2,64 b	
T2	3,44 ba	
T3	3,96 a	1,30
T4	3,20 ab	
T5	4,20 a	
C.V(%)	19,71	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%. DMS – Diferença Mínima Significativa.

Tal fato evidencia que o substrato referente ao tratamento 3 pode ser utilizado em substituição ao substrato comum utilizado para produção de mudas de açazeiro (T5), e ainda reduzir custos com aquisição de insumos. Além do mais esse substrato foi feito com restos de matéria orgânica que pode facilmente ser encontrado em qualquer propriedade agrícola, não requer altos custos com mão de obra e também poder aquisitivo e pode ser produzido em qualquer propriedade.

O tratamento 5 (testemunha) substrato contendo pó de serragem curtida, esterco de carneiro curtido, areia e terra preta de lavrado (v 1: 1: 1: 1), mais 250g de superfosfato simples, também apresentou resultados satisfatórios para o cultivo de mudas de cupuaçuzeiros e açazeiros.

4 CONCLUSÕES

Mudas de cupuaçuzeiro cultivadas no substrato contendo 60% de vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 20% restos vegetais (T4), apresentaram desenvolvimento vegetativo similar ao substrato comumente utilizado para produção de mudas;

Mudas de açaizeiro cultivadas no substrato contendo 40% de vassoura de bruxa + 20% de feijão guandu + 40% de restos vegetais (T3), apresentaram desenvolvimento vegetativo similar ao substrato comumente utilizado para produção de mudas;

A utilização destes compostos orgânicos como substratos para produção de mudas de açaizeiro e cupuaçuzeiro pode ser uma alternativa viável para a eliminação dos resíduos de podas fitossanitárias e eliminação de fonte de inóculo do patógeno *Moniliophthora perniciosa* na área de plantio.

5 CONCLUSÕES FINAIS

O processo de compostagem foi eficiente no controle do fungo *Moniliophthora perniciosa* presente nos resíduos vegetais, pois não houve incidência e sintomas de vassoura de bruxa nas mudas de cupuaçuzeiros suscetíveis, cultivadas nos diferentes substratos obtidos da compostagem dos resíduos de podas fitossanitárias provenientes de plantas de cupuaçuzeiros infectadas com vassoura de bruxa;

As plantas de cupuaçuzeiros apresentaram desenvolvimento satisfatório nos três primeiros meses no substrato composto orgânico, quando se comparou em relação a testemunha (substrato comumente utilizado para produção de mudas).

As plantas de açaizeiro apresentaram desenvolvimento similar para comprimento de parte aérea, diâmetro e número de folhas quando se comparou com a testemunha (substrato comumente utilizado para produção de mudas).

Mais estudos ainda necessitam serem realizados, para saber qual a melhor composição de substrato a partir da matéria orgânica, será capaz de suprir a demanda de nutrientes por um período maior de tempo, exigida pela planta do cupuaçuzeiro.

Plantas de açaizeiros apresentaram desenvolvimento satisfatório no substrato “composto orgânico”, quando se comparou os resultados em relação a testemunha. Isso evidencia que o substrato foi capaz de suprir a demanda de nutrientes exigida pelas plantas de açaizeiros por um período de 5 meses.

Dar um destino final que não à queima para os resíduos da vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro, tem uma ação totalmente agroecológica. Pois a prática do fogo causa sérios prejuízos ao meio ambiente, e não traz nenhum retorno ao produtor.

A prática da compostagem com vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro surge como uma alternativa a disposição do produtor, que só trará benefícios tais como: erradicação do patógeno da área de cultivo, substituição ao uso do fogo e o uso do substrato como abubação complementar para plantas tanto de cupuaçuzeiro quanto de açaizeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIME, M. C., PHILLIPS-MORA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. **Mycologia**, n. 97, n. 5, p. 1012 – 1022, 2005.
- AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N. & ROS, C.O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, nº25. p.157-165, 2001.
- ALBUQUERQUE, P. S. B., MOTTA, J. W. S., ANDERBRHAN, T. Poda fitossanitária na recuperação de roças de cacau (*Theobroma cacao*) com alta incidência de vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso*) em Rondônia: aspectos técnicos e econômicos. **Agrotrópica**, n. 7, p. 43 – 48, 1995.
- ALMEIDA, C. M. V. C., Müller, M.W., Sena-Gomes, A. R., Matos, P. G. G. 2002. Sistemas agroflorestais com cacauzeiro como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas, no Estado de Rondônia, Brasil. **Agrotrópica**, 14(3): p. 109-120.
- ALTIERI M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 592 p. 2002.
- ALVES, R. M. **Substituição de copa do Cupuaçuzeiro – método alternativo para controle da vassoura-de-bruxa**. Belém: 6 p, EMBRAPA, 2012. (Comunicado técnico, 236).
- ALVES, R. M. FERREIRA, F. N. **BRS Carimbó – A Nova Cultivar de Cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental. 8 p, Janeiro 2012. (Comunicado Técnico 232).
- ALVES, R. M., RESENDE, M. D. V., BANDEIRA, B. S., PINHEIRO, T. M., FARIAS, D. C. R. Avaliação e seleção de progênies de cupuaçuzeiro em Belém, Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v.33, n.1, p.204-212, 2010.
- ALVES, R. M., RESENDE, M. D. V., BANDEIRA, B. S., PINHEIRO, T. M., FARIAS, D. C. R. Evolução da Vassoura-de-bruxa e avaliação da resistência em progênies de cupuaçuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v.3, n.4, p.1022-1032, 2009.
- ALVES, S. A. M. **Epidemiologia da vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso*) em cacauzeiros enxertados em Uruçua/Ba**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de concentração em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. **Ambiental**, Viçosa, v. 12, n. 42, 2009.
- ALVES, S. M. C., ABOUD, A. C. S., RIBEIRO, R. L. D., ALMEIDA, D. L. **Balanco do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de**

biomassa de guandu. Pesquisa agropecuária brasileira., Brasília, v.39, n.11, 7 p, novembro. 2004

ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum* (Willd.ex.Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos.** 2003. 146 folhas. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003.

ALVES, R. M. Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex. Spreng) Schum). In: EMBRAPA. **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental.** Belém: Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. Cap.1, p. 37- 48, 1999. (Documentos, 16).

ALVES, R. M., STEIN, R. L. B., ARAÚJO, D. G., PIMENTEL, L. Avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto à resistência à vassoura-de-bruxa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.20, n.3, p.297-306, 1998a.

ANDEBRHAN, T., MADDISON, A. C., ARIAS, R., MAFFIA, L. A. Disease gradients of *Crinipellis pernicioso* on cocoa seedlings. In: RUDGARD, S. A., MADDISON, A. C., ANDEBRHAN, T., (Ed.). **Disease Management in cocoa: comparative epidemiology of witches' broom.** London: Chapman e Hall. Cap. 12, p. 157-154, 1993.

AQUINO, A. M. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos.** EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12, 2005.

ARCO-VERDE, M. F., SCHWENGBER, D. R., XAUD, H. M. Alterações químicas do solo após a implantação de sistemas agroflorestais no estado de Roraima In: 76 CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3. **Resumo.** Manaus: EMBRAPA\CPAA, 2000.

AZEVEDO, J. R. **Tipologia do sistema manejo de açazais nativos praticados pelos ribeirinhos em Belém, Estado do Pará.** 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Amazônicas) - Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (Amazônia Oriental), Belém, 2005.

BALLINI, E., NGUYEN, T. T. T., MOREAL, J. B. Diversity and genetics of nitrogen-induced Susceptibility to the blast fungus in rice and what. **Rice** v.6, n.32, p.1-13, 2013

BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. 1997. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima: INPA.** p. 325-335, 1997.

BASTOS, C.N. Capacidade de *Crinipellis pernicioso* produzir basidiósporos viáveis em vassouras com três anos de idade e de infectar tecidos do cacauzeiro com gemas dormentes. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 585-587, 1994.

BASTOS, C. N., EVANS, H. C., A new pathotype of *Moniliophthora perniciosa* (witches' broom disease) on solanaceous hosts. **Plant Pathology**, v.34, p. 306- 312, 1985.

BELLÉ, S., KÄMPF, A. N. Produção de mudas de maracujá-amarelo em substratos à base de turfa. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. V. 28, n. 3, p. 385-390. Brasília, 1993.

BENCHIMOL, R. L., ALBUQUERQUE, F. C., NASCIMENTO, R. M. Aspectos epidemiológicos da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro na microregião de Belém, P. A. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.36, n.2, p. 279-283, 2001.

BERNI, R. F. **Relatório parcial sobre a atividade estudo de adubação para a cultura do cupuaçuzeiro componente do projeto Agronegócio do cupuaçuzeiro** FAPEAM/processo 903/2003. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007.

BRILHANTE, M.O., Rodrigues, F. Q., Brilhante, N. A., Penereiro, F. M., Ludewigs, T., Flores, A. L., Souza, J. F. 2004. **Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no Vale do Juruá, Estado do Acre**. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5, Anais. EMBRAPA Florestas, Curitiba, Paraná.

BUENO, N. Alguns aspectos recentes da nutrição do cupuaçuzeiro. SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém, PA. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental: JICA. p.77-87, 1997. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

CAKMAK, I. Proteção de plantas contra os efeitos nocivos do estresse de fatores ambientais. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2005, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba. p. 261-274, 2005.

CALZAVARA, B. B. G. **Recomendações básicas**. Belém: EMBRAPA CPATU, 1987.

CALZAVARA, B.B.G.; MULLER, C.H.; KAHWAGE, O.N.N. **Fruticultura Tropical: O cupuaçuzeiro – cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984.

CANTO, S. A. E. **Processo Extrativista do Açaí: Contribuição da Ergonomia com Base na Análise Postural Durante a Coleta dos Frutos**. 2001. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CARVALHO, G.E.V., SAGRILO, E., SERAFIM, E.C., COSTA,C. Avaliação Biométrica de Plantas de Açaí (*Euterpe oleracea*) em um Sistema Agroflorestal na Pré-Amazônia Maranhense. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, Nº. 2, novembro 2009.

CARVALHO, M. A. C., PERES, W. M., ROQUE, C. G., YAMASHITA, O. M., KOGA, P. S. COMPOSTOS ORGÂNICOS NO PLANTIO DO CUPUAÇUZEIRO E DO AÇAÍZEIRO NA AMAZÔNIA. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT, v.10, n.1, p.1 - 8, 2012.

CLEMENT, C. R. 1942 and the loss of Amazonian crop genetic resources. In: The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v.53, n.2, p.188-202, 1999.

COSTA, J. C. do B. **Progreço da vassoura-de-bruxa em órgãos vegetativos do cacaeiro em Altamira e Tomé-Açú, Pará**. Viçosa 1993. 52 p. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Viçosa.

CRAVO, M.S., MURAOKA, T. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 22, p.547-553, 1998.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., ALVARENGA, R. C., GONTIJO NETO, M. M., VIANA J. H. M., OLIVEIRA, M. F. DE., MATRANGOLO, W. J. R. **Cultura do milho: sistema de plantio direto**. Belo Horizonte: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/sisplantiodireto.htm>. Acesso em: 18 jul. 2011.

CUATRECASAS, J. A. Cocoa and its aliies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. **Contributions from the United States National Herbarium**, Washington, v.35, n.6, p.32-46, 1964.

D'ALMEIDA, M.Luiza; VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2 .ed. São Paulo: IPT/CEMPRE. p. 370, 2000.

DUCKE, A. **As espécies brasileiras do gênero *Theobroma* L.** Belém: Instituto Agrônômico do Norte. p.89, 1953 (Boletim Técnico, 28).

ESTIPP, S. R., CASSARIM, V. **A IMPORTANCIA DO ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA**. Informações agronômicas nº 129, março 2010.

EVANS, H. C. **Witches' broom disease - a case study**. Cocoa Growers' Bulletin, Bournville, v.32, p. 5-19, 1981.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal** . 2. ed. São Paulo: EPU. v.1, 1985

GODOY, R.; SANTOS, P. M. *Cajanus cajan*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Editora UFV. p. 294-309, 2011.

GOMES, W.R. da; PACHECO, E. Composto orgânico. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, p. 11, 1988. (Boletim Técnico, 11).

GRANGEIRO, L. C., CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido Tide. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.93-97, 2004.

GRIFFITH, G.W.; NICHOLSON, J. NENNINGER, A.; BIRCH, R.N.; HEDGER, J. Witches' broom and frosty pods two major pathogens of cacao. **New Zealand Journal of Botany**. Vol. 41, p. 423-435, 2003.

HOITINK, H.A.H.; BOEHM, M.J. Biocontrol within the context of microbial communities: A substrate-Dependent Phenomenon. **Annual Review of phytopathology**. Vol. 37, p. 427-446, 1999.

HOMMA, A.K.O., Walter, R.T., Carvalho, R.A., Ferreira, C. A. P., Conto, A. J., Santos, A. I. M. **Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso dos agricultores nipo-brasileiros em Tomé- Açu, Pará**. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 1, Resumos .EMBRAPA-CNPQ, Colombo, Paraná. p. 51- 61, 1994.

HUBER, D. M., WATSON, R. D. Nitrogen Form and Plant Disease. **Annual Review of Phytopathology**. V. 12, p. 139- 165, 1974.

INOMOTO, M. M., MOTTA, L. C. C., BELUTI, D.B., M., ZAMBONI, A.C. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 39-44, 2006.

JIMÉNEZ, E. I. e GARCÍA, V. P. **Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias CSIC**, Avenida. Francisco Sanchez 3, 38206 La Laguna, Tenerife, Canary Islands, Spain .Accepted 4 July 1991. Available online 24 June 2003.

JONES, P., MARTIN, M. **A review of the literature on the occurrence and survival of pathogens of animals and humans in green compost**. Oxon-UK: The Wastes and Resources Action Programme (WRAP). p. 33, 2003.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: livraria e editora agropecuária. p.254, 2000.

KERR, W. E., CLEMENT, C.R. Práticas agrícolas de consequências genéticas que possibilitam aos índios da Amazônia uma melhor adaptação as condições ecológicas da região. **Acta Amazônica**, v.9, p. 392- 400, 1980.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres Limitada. p.492, 1985.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: O autor. p. 171, 1998.

KIEHL, E. J. **Preparo do composto na fazenda**. Casa da Agricultura, Campinas: v.3, n.3, p.6-9, 1981.

KILARU, A. e HASENSTEIN, K. H. Development and Pathogenicity of the Fungus *Crinipellis perniciosoa* Interaction with Cacao Leaves. **Biochemistry and Cell Biology**. Vol 95, nº 1, p. 101-107, 2005.

KONZEM, E. A. **ESTABILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM PROCESSOS DE COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA, Maio/1999, 6 p. (Comunicado técnico, 12).

LAMPKIN, N. **Organic Farming**. Farming Press, UK, 1992.

LANNES, S. C. S., MEDEIROS, M. L. Formulação de “chocolate” de cupuaçu e reologia do produto líquido. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 463- 469, 2002.

LEDO, A. S., LAMEIRA, O. A., BENBADIS, A. K. Explantes de Cupuaçuzeiro Submetidos a Diferentes Condições de Cultura *In Vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v.24, n.3, p.604-607, 2002.

LELIS, M. P. N., 1998: **“Influência da Umidade na Velocidade de Degradação e no Controle de Impactos Ambientais da Compostagem”**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1998. 180 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais.

LIMA, H. E., SANTOS, V. A., CHAGAS, E. A., RODRIGUEZ, C. A., ARAÚJO, M. C. R. **Severidade da vassoura de bruxa em genótipos de cupuaçuzeiro cultivados em sistemas agroflorestal (SAF's) e produção de genótipos tolerantes a doenças**. Cadernos de Agroecologia. v.8, n. 2, 2013.

LIMA, M. I. M., SOUZA, A. das G. C., **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) T. Schum.) e seu controle**, Manaus: EMBRAPA-CPAA. p.18, 1998. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 9)

LIMA, M. M. **CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE CUPUAÇUZEIRO** (*Theobroma grandiflorum*). BELÉM-PARÁ: Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA. p. 80, 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas).

LIMA, R. L. S., SEVERINO, L.S., SILVA, M.I.L., VALE, L.S., BELTRÃO, N.E.M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p.474-479, 2006.

LIMA-PRIMO, H. E., ALBUQUERQUE, T. C. S., SANTOS, V. A., LINS, D. C. M., CARMO, I. L. G. S. **SEVERIDADE DA VASSOURA-DE-BRUXA EM PLANTAS DE CUPUAÇUZEIRO APÓS A REALIZAÇÃO DE PODA DRÁSTICA**. In: XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2014, Cuiabá - MT. XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2014.

LINDENBERG, R. C. **60 Questões Sobre a Compostagem**. São Paulo. p. 15, 1992.

LOPES, J. R. M., LUZ, E. D. M. N. Origem e caracterização do cupuaçuzeiro no sul da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 12, n. 1/2, Janeiro – Dezembro, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: 3ª Edição, São Paulo. p. 368, 2000.

LUZ, E. D. M. N., BEZERRA, J. L., RESENDE, M. L. V., OLIVEIRA, M. L. Cacau (*Theobroma cacao* L.) Controle de doenças. In: Ribeiro do Vale, F.X. & Zambolim, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas, grandes culturas**. Viçosa, UFV, v. 2, p. 617 – 622, 1997.

MACEDO, V. U., SANTOS JÚNIOR, M. C., TARANTO, A., SOUZA, C. S., GALANTE, R. S., ANDRADE, B. S., ASSIS, S. A., GÓES-NETO, A. Aspectos Gerais do *Moniliophthora perniciosa* (stahel) Aime & Phillips-Mora, o Agente Etiológico da Vassoura-de-bruxa. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** 9: 57-65, 2009.

MACIEL, M.A.R. **Lixo, reciclagem e compostagem**. Viçosa, MG: CPT. p. 34, 1997. (CPT. Manual, 02).

MAKI, C. S. **Diversidade e potencial biotecnológico de fungos endofíticos de cacau** (*Theobroma cacao* L.). 2006, 128 folhas. Tese Doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas, São Paulo: **Ceres**. p. 251, 1980.

MEDEIROS, M. L., LANNES, S. C. S. **Avaliação sensorial de achocolatados de cupuaçu normal e dietético processados por *spray-dryer***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18. Porto Alegre, 2002. *Anais*. Porto Alegre, SBCTA, 2002. p. 27-30. [CD-ROM] MELLO de. F. de A. F. de., SOBRINHO, M. de O. do B., ARZOLLA, S., COBRA NETO, A., KIEHL, J. de C. Fertilidade do solo. 4. ed. Piracicaba: ESALQ. p. 400, 1983.

MENDES, N. V., B., Nascimento, W. M. O., Tavares, R. F. M., Malcher, D. J. P. **DIFERENTES DOSES DE CAMA DE AVIÁRIO PARA FORMAÇÃO DE MUDAS DE AÇAÍ-DO-AMAZONAS (*Euterpe Precatória Mart.*)**. Universidade Federal Rural da Amazônia- UFRA, p.4, 2013.

MIYASAKA, S. C., HOLLYER, J. R., KODANI, L. S. Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Research*, nº 71, 101-112 p. 2001.

MOCHIUTTI, S., QUEIROZ, J. A. L. de. Estrutura e manejo de sistemas agroflorestais tradicionais do Estuário Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: Manaus, 2000, Manejando a Biodiversidade e Compendo a Paisagem Rural, 3., **Resumos ...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p.360-362, 2000. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 7).

MONTAGNINI, F. (Coord.) et al. **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2. ed. San José: Organización para Estudios Tropicales. p.622, 1992.

MORAIS F. I. O., SANTANA, C. J. L., CHEPOTE, S. R. E. Resposta do cacauzeiro ao nitrogênio, fósforo e potássio em solos da região cacauzeira da Bahia. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v.8, n.1, p.31-41, 1978.

MOURÃO JR, M., LOPES, C. E. V., ARCO VERDE, M. F., XAUD, H. A. M. **Expectativa de retorno financeiro do uso de sistemas agroflorestais na comunidade rural do Apiaú, Roraima**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5. 2004, Curitiba. *Anais... Documentos 98*. Curitiba: Embrapa Florestas, 2004.

MÜLLER, C. H., FIGUEIREDO, F. J. C., NASCIMENTO, W. M. O., GALVÃO, E. U. P., STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B., RODRIGUES, E. E. L. F., CARVALHO, J. E. U., NUNES, A. M. L., NAZARÉ, R. F. B., BARBOSA, W. C. **A cultura do cupuaçu**. Brasília: EMBRAPA-SPI. p.62, 1995.

NEPSTAD, D. et al. (a) **A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia**. Brasília: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais no Brasil, 1999.

NIELLA, G. R. **Esporulação de *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer em frutos de cacau (*Theobroma cacao*) no Sudoeste da Bahia e sensibilidade in vitro a quatro compostos**

sulfurados. 60 folhas. Dissertação, Mestrado em Fitopatologia, Universidade federal de Lavras-Lavras, 1997.

NOBLE, R., ROBERTS, S. J. **A review of the literature on eradication of plant pathogens and nematodes during composting, disease suppression and detection of plant pathogens in compost**. Oxon-UK: The Wastes and Resources Action Programme (WRAP). p. 41, 2003.

NOGUEIRA, M. A., MELO, W. J. Enxofre disponível para a soja e atividade da arilsulfase em solo tratado com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 27, p. 655-663, 2003.

NUNES, A. M. L.; ALBUQUERQUE, F. C.; OLIVEIRA, R. P.; SÁ, T. D. A.; NUNES, M. A. L.; SHIMIZU, O. Epidemiologia da vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Oriental. **Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido**. Belém. p. 83-105, 1996. (Documentos, 85).

NUNES, M. U. C., SANTOS, J. R., SANTOS, T. C. **Tecnologia para biodegradação da casca de coco seco e de outros resíduos do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. p. 5, 2007. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 46).

OLIVEIRA, A. M. G., AQUINO, A. M., Neto, M. T. C. **Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico**. Cruz das Almas, BA Dezembro. p. 6, 2005. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Circular Técnica, 76).

OLIVEIRA, E. C. A., Sartori, R. H., Garcez, T. B. **COMPOSTAGEM**. Piracicaba – São Paulo. p. 19, Maio de 2008. (Documentos, 16).

OLIVEIRA, F. L., GUERRA J. G. M., JUNQUEIRA R. M., SILVA E. E., OLIVEIRA F. F., ESPINDOLA J. A. A., ALMEIDA D. L., RIBEIRO R. L. D., URQUIAGA S. Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, nº 24, p. 53- 58, 2006.

OLIVEIRA, M. DO S., FARIAS, P. J. T. DE N., QUEIROZ, J. A. L. **AÇAIZEIRO: CULTIVO E MANEJO PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS**. CP 48, Belém, PA. p. 22, 2015.

OLIVEIRA, M. S. P. J., NETO, T. F., PENA, R. S. **AÇAÍ: TÉCNICAS DE CULTIVO E PROCESSAMENTO**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007.

OLIVEIRA, S. A. S. **Indução da Supressividade à murcha-de-fusario do caupi pela adubação verde**. 2008. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2008.

OLIVEIRA, T. C. **CARACTERIZAÇÃO, ÍNDICES TÉCNICOS E INDICADORES DE VIABILIDADE FINANCEIRA DE CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS**. 2005. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco- Acre, 2005.

OLIVEIRA, T. K., AMARAL, E. F., VALENTIM, J. F., LANI, J. L., ARAÚJO, E. A., PADILHA, J. P.; CANTO, S. A. E.; RENDEIRO, G. Avaliação do potencial dos caroços de açaí para geração de Energia. **Biomassa & Energia**, v. 2, n. 3, p. 231-239, 2005.

PASCHOLATI S. F., Leite, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorin L (Eds.) Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo SP. **Agronômica Ceres**. vol. 1, pp. 417-453, 1995.

PENTEADO, S.R. Introdução à Agricultura Orgânica – Normas e Técnicas de Cultivo. Campinas: Editora Grafimagem. p.110, 2000.

PEREIRA NETO, J. T., 1996: **Manual de Compostagem**. Belo Horizonte – UNICEF – 56 p.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem**: processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF. p.56, 1996.

PEREIRA, E. B. Produção de composto orgânico. Vitória: EMCAPA. p.15, 1985. (EMCAPA. Circular Técnica, 9)

PEREIRA, G. A. G. O projeto genoma de *Crinipellis pernicioso*, fungo causador da vassouradebruxa: Fundamentos e potencial contribuição. Disponível em: <http://www.lge.ibi.unicamp.br/vassoura/>. Acesso em 14 de Julho, 2011.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Goiânia, 1992. **Anais**, coord. por C.V. Costa e L.C.V. Borges. Campinas: Fundação Cargill. p.140-154, 1992.

PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. Status of cacao witches broom: biology, epidemiology and management. **Annual Review Phytopathology**. Wardowsky, v.34, p.573-94, 1996.

QUEIROZ, E. S., LIMA, H. E., SILVA, L. S., SMIDERLE, O. J., CHAGAS, E. A., QUEIROZ, E. S. **PRÉ-TRATAMENTOS GERMINATIVOS EM SEMENTES DE AÇAÍ**. In: IIº Simpósio Internacional de Botânica Aplicada e IIº Simpósio Nacional de Frutíferas do Norte e Nordeste (SINBOT/SINFAN), 2013, MANAUS- AM. IIº Simpósio Internacional de Botânica Aplicada e IIº Simpósio Nacional de Frutíferas do Norte e Nordeste (SINBOT/SINFAN). 2013. Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional

de Biometria, 45. 2000a, São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar. p. 255-258, 2000a,

QUEIROZ, J. A. L. de., MOCHIUTTI, S., BIANCHETTI, A. **Produção de mudas de açaí em viveiros na floresta.** Macapá: Embrapa Amapá. p. 5, 2001a. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 34).

QUEIROZ, J. A. L., MOCHIUTTI S. **Cultivo de açaizeiros e manejo de açaizais para produção de frutos.** Macapá: Embrapa Amapá. p. 33, 2001. (Embrapa Amapá. Documentos, 30).

RIBEIRO, G. D. **A cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) em Rondônia.** 2.ed. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia. p.43, 2000.

ROCHA NETO, O.G., OLIVEIRA JÚNIOR, R.C., CARVALHO, J. E. U., LAMEIRA, O.A., SOUZA, A. R., MARADIAGA, J. B. G. Cupuaçu. In: **Principais produtos extrativos da Amazônia e seus coeficientes técnicos.** Brasília: Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro Nacional de Desenvolvimento sustentado das Populações Tradicionais. p. 24-40, 1999.

RODIGHERI, H. R. **Plantios florestais e sistemas agroflorestais:** alternativas para o aumento de emprego e renda na propriedade rural. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 42, 2004, Cuiabá - MT, 2004.

ROSENFELD, D. TRMM. Observed First Direct Evidence of Smoke from Forest Fires Inhibiting Rainfall. *Geophys. Res. Lett.* 26, 3105-3108, 1999.

Rossi, C. E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.2, n.14, p. 26-27, 2002.

SALVADOR, J. O., MOREIRA , A., MURAOKA, T. Efeito da omissão combinada de N,P,K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 2, p. 501-507. abril-junho, 1999.

SALVADOR, J. O; MURAOKA, T. ROSSETTO, R; RIBEIRO, G. de A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 3, p. 407-414, 1994.

SANTANA, C. J. L. de; SANTANA, M. B. M; ROSAND, P. C. Exigências nutricionais e uso de fertilizantes em sistemas de produção de cacau. Ilhéus: CEPLAC. p.88, 1984.

SANTOS, A. M. G. **Aproveitamento de resíduos das culturas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pupunha (*Bactris gasipae*) como adubo orgânico em sistemas agroflorestais na Amazônia.** 2003. 49 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroflorestais) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SCARPARI, L. M. MEINHARDT, L. W., MAZZAFERA, P., POMELLA, A. W. V., SCHIAVINATO, M. A., CASCARDO, J. C. M., PEREIRA, G. A. G. Biochemical changes during the development of witches' broom: the most important disease of cocoa in Brazil caused by *Crinipellis pernicioso*. **Journal of Experimental Botany**. p. 1-13, 2005.

SCHULTES, R. E. The Amazônia as a source of new economic plants. **Economic Botany**, v.33, p. 258-266, 1979.

SEVERINO, L. S., LIMA, R. L. S., BELTRÃO, N. E. M. **Composição Química de Onze Materiais Orgânicos Utilizados em Substratos para Produção de Mudanças.** Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. p. 5, 2006. (Circular técnica, 278).

SHARMA, R. D. Adubação verde no controle de fitonematóides. In: CARVALHO, A. M., AMABILI, R. F. (Eds.). Cerrado: adubação verde. Planaltina: Embrapa Cerrado. p. 237- 264, 2006.

SILVA JUNIOR, J. F., SOBRINHO, R. J. A., FRANÇA, S. K. S., REIS, I. M. S., PEREIRA, G. T. **ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS EM CUPUAÇUZEIROS SADIOS E INFECTADOS POR VASSOURA DE BRUXA.** Nucleus, v.8, n.1, abril, 2011.

SMIL, V. Nitrogen in crop production: Na account of global flows. **Global Biogeochemical Cycles**, v 13, p. 647- 662, 1999.

SNOEIJERES, S. S. et al. The effect of nitrogen on disease developmente and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. **European Journal of Plant Pathology**. v. 106, n. 6, p. 493- 506, 2000.

SOCOLOW, R. H. Nitrogen management and the future of food: lessons from the management of energy and carbono. **Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.96, n.11, p. 6001- 6008, 1999.

SOUZA, A. G. C. S., SILVA, E. L. **PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng. Schum.))** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Amazônia Ocidental. p.12, 1999. (Circular Técnica, nº 1).

SOUZA, A. G. C. S., SILVA, S. E. L., TAVARES, A. M., RODRIGUES, MRL. A **cultura do cupuaçu** [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.]. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p.20, 1999. (Circular técnica, 2).

SOUZA, A. G. C. S.; BERNI, R. F.; SOUZA, M. G.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L.; TAVARES, A. M. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçu**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p.56, 2007.

SOUZA, A. G. C., SOUZA M. G., BERNI, R. F., PAMPLONA, A. M. S. R., RIBEIRO, G. D. **A CULTURA DO CUPUAÇU: MUDAS**. Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF. p.52, 2008. (Coleção Plantar, 62).

SOUZA, C. M., PIRES, F. R. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: UFV, 2002. (UFV. Cadernos Didáticos, 96).

SOUZA, M. G., SOUZA, A. G. C. S., ARAÚJO, J. C. A., SOUSA, N. R., LIMA, R. M. B. **Método para avaliação da severidade da Vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro em condições de campo**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p.11, 2009. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

SPAGNOLLO, E., BAYER, C. WILDNER, L. P., ERNANI, P.R., ALBUQUERQUE, J. A. & PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho no Sul do Brasil. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, nº 26. p. 417-423, 2002.

SREENIVASAN, T. N. and DABYDEEN, S. "Modes of penetration of young cocoa leaves by *Crinipellis perniciosa*." **Plant Disease**, v 73, nº 6. p. 478-481, 1989.

STONE, A. G., SCHEUERELL, S. J., DARBY, H. M. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. In: MAGDOFF, F., WELL, R. R. (Eds). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press. p. 132- 164, 2004.

SUFRAMA- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior Superintendência da Zona Franca de Manaus. **PROJETO POTENCIALIDADES REGIONAIS ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA – CUPUAÇU**, 2003.

SURUJDEO-MAHARAJ, S.; UMAHARAN, P.; BUTLER, D. R. Assessment of resistance to Witches'-Broom disease in clonal and segregating populations of *Theobroma cacao*. **Plant Disease**, v.88, p.797-803, 2004.

TAIZ, L., ZEIGER. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamim/Cummings Publishing, 2004.

TEIXEIRA, L. B., GERMANO, V. L. C., OLIVEIRA, E. R. F., FURLAN JUNIOR, J. **Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí**. Belém: Embrapa Amazonia Oriental. p.6, 2002. (Circular Técnica, nº 29).

TEIXEIRA, R. F. F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.5, p.120-123, 2002

TOMAZELI, A.N., SANTOS, I., MORALES, R. G. F. Resíduos orgânicos para o controle das doenças do feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii*. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 7 n.1, p. 65-74, 2011.

VANCE, C. P. Symbiotic Nitrogen Fixation and Phosphorus Acquisition. *Plant Nutrition in a World of Declining Renewable Resources*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 127, n. 2, p. 390 – 397, 2001.

VANOTTI, M. B., MILLNER, P. D., HUNT, P. G., ELLISON, A. Q. A remoção de patógenos e microrganismos indicadores de esterco líquido de suínos na etapa de tratamento biológico e químico. **Bioresource Tecnologia**, Essex, v. 96, p. 209–214, 2005.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108p.

VENTURIERI, G. A., ALVES, M. L. B., NOGUEIRA, M. Q. **O Cultivo do cupuaçuzeiro**. Informativo SBF, Campinas, ano 4, n. 1, 1985.

VIANA, F.M.P.; Souza, N.L. Controle do tombamento de plântulas de feijoeiro causado por *Sclerotinia sclerotiorum* com a incorporação de matéria orgânica ao substrato. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.26, n.1. p. 94-97, 2000.

VIDIGAL, S.M., RIBEIRO, A.C., CASALI, V.W.D., FONTES, L.E.F. Resposta do alface (*Lactuca sativa*, L.) ao efeito da adubação orgânica. II – ensaio em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v. 42, n. 239, p.89-97, 1995.

WENDLING, I., FERRARI, M.P., GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas. p.48, 2002.

ZAMORA, F.D.; FLORES, S. Ensayo sobre niveles de fósforo en pejibaye para palmito. **ASBANA**, v.6, p.62-65, 1985.

ZUCCONI F & BERTOLDI, M. **Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste.** In Compost: production, quality and use, M de Bertoldi, M.P. Ferranti, P.L'Hermitte, F.Zuconi eds. **Elsevier Applied Science**, London, 30-50 p, 1987.

ANEXOS



Foto: Hyanameyka, resíduos de vassoura de bruxa oriundos de podas fitossanitárias.



Foto: Ezequiel, restos de matéria orgânica triturada, para acelerar o processo de compostagem.



Foto: Ezequiel, matéria orgânica em compostagem.

Foto: Ezequiel, matéria orgânica compostada.



Foto: Hyanameyka, feijão guandú triturado, foi utilizado como fonte de nitrogênio.



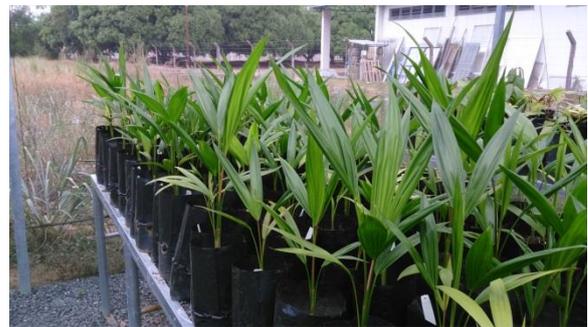
Foto: Ezequiel, cupuaçu com 30 dias após o trasnp.



Plantas de açai com 30 dias após o trasnplante.



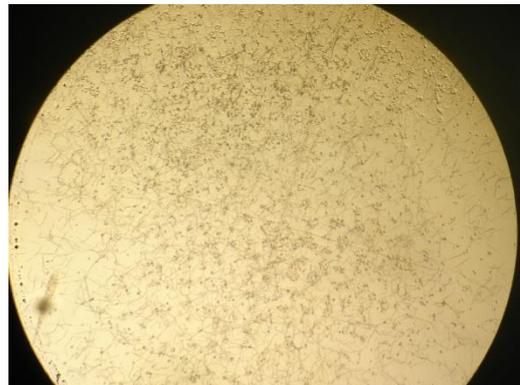
Foto: Ezequiel, cupuaçu com 6 meses após o trasp.



Plantas de açazeiro 5 meses após o transplante.



Foto: Ezequiel, basidiocarpio da vassoura de bruxa.



Basidiósporos da vassoura de bruxa.