



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DOIS TIPOS DE TUBETES**

ALINE ASSIS CARDOSO

Orientadora:

Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil

Goiânia, GO – Brasil
2017

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

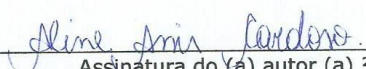
Nome completo do autor: Aline Assis Cardoso

Título do trabalho: Fertilizantes organominerais granulados na produção de mudas de espécies florestais em dois tipos de tubetes

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 22 / 03 / 17

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

ALINE ASSIS CARDOSO

**FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DOIS TIPOS DE TUBETES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração: Solo e Água.

Orientadora:

Dr^a. Eliana Paula Fernandes Brasil

Co-orientador:

Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia, GO – Brasil
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Cardoso, Aline Assis
FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NA
PRODUÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DOIS TIPOS DE
TUBETES [manuscrito] / Aline Assis Cardoso. - 2017.
MMXVII, 106 f.

Orientador: Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil; co
orientadora Dra. Wilson Mozena Leandro.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2017.

Bibliografia.

Inclui tabelas, lista de tabelas.

1. Preservação ambiental. 2. adubação sustentável. 3. resíduos
agroindustriais. I. Brasil, Eliana Paula Fernandes, orient. II. Título.

CDU 631.4



ATA DE DEFESA DE TESE

Aos vinte e três dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezessete (23.02.2017), às 14h00min, no Mini-auditório do PPGA, da Escola de Agronomia da UFV, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos membros: Prof^ª. Dr^ª. Eliana Paula Fernandes Brasil - Orientadora e Presidente da Banca, Prof. Dr. Jácomo Divino Borges, Prof^ª. Dr^ª. Francine Neves Calil, Prof. Dr. Fernando Ernesto Ucker e Prof^ª. Dr^ª. Graciella Corcioli, para a realização da sessão pública da defesa de Tese intitulada: "FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DOIS TIPOS DE TUBETES", de autoria de **Aline Assis Cardoso**, discente do curso de **Doutorado**, na área de concentração em **Solo e Água**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFV. A sessão foi aberta pela presidente, que fez a apresentação formal dos membros da Banca e deu início as atividades relativas à defesa da Tese. Passou a palavra a doutoranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a candidata foi arguida sequencialmente pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFV, a Banca Examinadora considerou a Tese "**APROVADA**", com as correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **DOUTORA** em Agronomia, na área de concentração em **SOLO E ÁGUA**, pela Universidade Federal de Goiás. A doutoranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da Tese à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Tese, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Para finalizar, a Presidente agradeceu os membros examinadores, congratulou-se com a doutoranda e encerrou a sessão às 17h34min, para constar, eu Welinton Barbosa Mota, secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.

Prof^ª. Dr^ª. Eliana Paula Fernandes Brasil
Presidente da Banca - EA/UFV

Prof. Dr. Fernando Ernesto Ucker
Membro - Faculdade Araguaia

Prof. Dr. Jácomo Divino Borges
Membro - EA/UFV

Prof^ª. Dr^ª. Francine Neves Calil
Membro - EA/UFV

Prof^ª. Dr^ª. Graciella Corcioli
Membro - EA/UFV

A Deus
Ao meu esposo Michel
Às minhas filhas Maria Augusta e Maria Beatriz

E aos meus pais

Dedico

AGRADECIMENTOS

Á Prof^a. Dr^a. Eliana Paula Fernandes Brasil (Orientadora) por suas valiosas contribuições e sugestões.

Ao Prof. Dr. Wison Mozena Leandro (Co-orientador) pela paciência e colaboração no decorrer da pesquisa.

Á Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de formação.

Ao meu marido Michel pelo carinho e incondicional apoio oferecido em todos os estágios da pesquisa, desde a parceria nos trabalhos em disciplinas, ajuda em análises laboratoriais até nos momentos da elaboração da Tese.

Á minha filha Maria Augusta pelo carinho. Aos meus Pais Ademar e Regina, em especial à minha mãe a qual cuida da minha filha enquanto me dedico à formação profissional.

E a todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho se tornasse uma realidade.

Agradeço Sinceramente

SUMÁRIO

RESUMO	09
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 CULTURA <i>Eucalyptus grandis</i>	13
2.2 CULTURA <i>Acacia mangium</i>	15
2.3 CULTURA <i>Khaya ivorensis</i>	18
2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS.....	19
2.5 POTENCIAL E USO FLORESTAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS.....	20
2.5.1 Eucalipto	20
2.5.2 Acácia	22
2.5.3 Mogno	23
2.6 QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS.....	24
2.6.1 Altura da parte aérea e diâmetro do colo	25
2.6.2 Biomassa seca radicial e aérea	26
2.6.3 Determinação da agregação da raiz ao substrato	27
2.7 MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA.....	28
2.8 COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO.....	29
2.9 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE SUBSTRATOS....	32
2.10 FERTILIZANTE ORGANOMINERAL.....	35
2.11 REFERÊNCIAS.....	36
3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Acacia mangium</i> EM TUBETES CONVENCIONAIS E TUBETES BIODEGRADÁVEIS EM DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAL	46
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	46
3.1 INTRODUÇÃO.....	47
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.4 CONCLUSÃO.....	62
3.5 REFERÊNCIAS.....	62
4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Khaya ivorensis</i> EM TUBETES CONVENCIONAIS E TUBETES BIODEGRADÁVEIS EM DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAL	68
RESUMO.....	68
ABSTRACT.....	68
4.1 INTRODUÇÃO.....	69
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.4 CONCLUSÃO.....	86
4.5 REFERÊNCIAS.....	86

5	PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM TUBETES CONVENCIONAIS E TUBETES BIODEGRADÁVEIS EM DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAL.....	85
	RESUMO.....	85
	ABSTRACT.....	85
5.1	INTRODUÇÃO.....	86
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	87
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91
5.4	CONCLUSÃO.....	100
5.5	REFERÊNCIAS.....	100
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Análise química dos compostos orgânicos do tipo I e tipo II.....	52
Tabela 3.2	Análise química dos fertilizantes organominerais granulados.....	54
Tabela 3.3	Emergência de plântulas de Acácia em função dos tratamentos e do sistema de uso: tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.....	55
Tabela 3.4	Altura de das plântulas de Acácia em função dos tratamentos e do sistema de uso: tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.....	56
Tabela 3.5	Diâmetro de colo das plântulas de Acácia em função dos tratamentos e do sistema de uso: tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.....	57
Tabela 3.6	Teor de Macronutrientes na parte aérea (g.kg^{-1}) de mudas de Acácia plantadas em tubetes convencionais e biodegradáveis e submetidos a diferentes tratamentos de adubação.....	59
Tabela 3.7	Teor de Micronutrientes na parte aérea (mg.kg^{-1}) de mudas de Acácia plantadas em tubetes convencionais e biodegradáveis e submetidos a diferentes tratamentos de adubação.....	61
Tabela 4.1	Análise química dos compostos orgânicos do tipo I e tipo II.....	72
Tabela 4.2	Análise química dos fertilizantes organominerais granulados.	74
Tabela 4.3	Emergência de plântulas de Mogno em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.....	75
Tabela 4.4	Altura de das plântulas de Mogno em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.....	76
Tabela 4.5	Diâmetro de colo das plântulas de Mogno em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.....	76
Tabela 4.6	Teor de Macronutrientes na parte aérea (g.kg^{-1}) de mudas de Mogno plantadas em tubetes convencionais e biodegradáveis e submetidos a diferentes tratamentos de adubação.....	78
Tabela 4.7	Teor de Micronutrientes na parte aérea (mg.kg^{-1}) de mudas de Mogno plantadas em tubetes convencionais e biodegradáveis e submetidos a diferentes tratamentos de adubação.....	81

Tabela 5.1	Análise química dos compostos orgânicos do tipo I e tipo II.....	91
Tabela 5.2	Análise química dos fertilizantes organominerais granulados.	93
Tabela 5.3	Emergência de plântulas de Eucalipto em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.....	94
Tabela 5.4	Altura de das plântulas de Eucalipto em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.....	94
Tabela 5.5	Diâmetro de colo das plântulas de Eucalipto em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.....	95
Tabela 5.6	Teor de Macronutrientes na parte aérea (g.kg^{-1}) de mudas de Eucalipto plantadas em tubetes convencionais e biodegradáveis e submetidos a diferentes tratamentos de adubação.....	97
Tabela 5.7	Teor de Micronutrientes na parte aérea (mg.kg^{-1}) de mudas de Eucalipto plantadas em tubetes convencionais e biodegradáveis e submetidos a diferentes tratamentos de adubação.....	99

RESUMO GERAL

CARDOSO, A. A. **Fertilizantes organominerais granulados na produção de mudas de espécies florestais em dois tipos de tubetes.** 2017. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2017¹.

A formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e de povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e/ou, recuperação de áreas degradadas, está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. O adubo organomineral é viável tanto para os pequenos e médios quanto para os grandes produtores e empresários rurais. Além do benefício financeiro com a redução de gastos, e o benefício físico e biológico do solo, com o maior aporte de nutrientes e matéria orgânica, a adubação organomineral também tem uma vantagem ambiental. Este adubo é produzido a partir de resíduos orgânicos como restos de culturas e subprodutos da indústria. O objetivo geral foi produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador a fim de ser usado na produção de mudas de espécies florestais sendo avaliados seus atributos físicos, químicos e biológicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas plantas de espécies florestais. A condução foi realizada em sistema convencional (tubetes de polipropileno) em comparação aos tubetes biodegradáveis. O ensaio experimental foi conduzido no município de Goianira, GO. A pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e gerar o fertilizante organomineral. Para a composição dos compostos orgânicos foram utilizados quatro tipos de resíduos agroindustriais: bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro, cinzas, vinhaça e microrganismos decompositores (uso de biocatalisador). A segunda etapa foi a produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos na primeira etapa foram secados naturalmente com o uso da radiação solar para redução da umidade a 10% e, posteriormente, os mesmos receberam um tratamento mecânico através de trituração/moagem para produzir uma fração granulométrica em forma de pó. A terceira etapa foi a produção de mudas de *Acacia mangium*, *Khaia ivorensis* e *Eucalyptus grandis* em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 7 x 2, as médias foram comparadas estatisticamente utilizando software estatístico SISVAR. O composto orgânico tipo I apresenta, estatisticamente, superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio. A matéria orgânica (MO) é formada de organismos, resíduos vegetais e animais, em decomposição. Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. Altura e diâmetro do colo das plantas apresentam melhores resultados no sistema com tubete convencional, do que no sistema com tubete biodegradáveis. O tubete convencional proporciona maior acúmulo de macronutrientes nas plântulas de Acácia, Mogno e Eucalipto quando comparado ao biodegradável. O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro em alguns tratamentos nas plântulas de Acácia, Mogno e Eucalipto, e para os outros micronutrientes o maior acúmulo foi no tubete convencional.

Palavras-chave: Preservação ambiental, adubação sustentável, resíduos agroindustriais.

¹ Orientadora: Dr^a. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA-UFG.
Co-orientador: Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

GENERAL ABSTRACT

CARDOSO, A. A. **Organic granulated fertilizers in the production of forest species seedlings in two types of tubes.** 2017. 106 p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Soil and Water) - School of Agronomy, Federal University of Goiás, 2017².

The formation of seedlings destined to the implantation of forest stands for the production of wood and mixed stands for the purpose of environmental preservation and/or recovery of degraded areas is related to the level of efficiency of the substrates. Organomineral fertilizer is feasible for both small and medium-sized producers as well as for large producers and rural entrepreneurs. In addition to the financial benefit from reduced costs, and the physical and biological benefit of soil, with the highest input of nutrients and organic matter, organomineral fertilization also has an environmental advantage. This fertilizer is produced from organic waste as crop residues and by-products from the industry. The general objective is to produce granular organomineral fertilizers with the use of an accelerator biocatalyst in order to be used in the production of seedlings of forest species, being evaluated their physical, chemical and biological attributes, measuring the phytotechnical aspects and nutrient concentration in the plants of forest species. The conduction was carried out in conventional system (polyethylene tubes) in comparison to the biodegradable tubes. The experiment was carried out in Goianira, GO. The research was carried out in three stages, the first one being the preparation of the agroindustrial residues to compose the mixtures and to generate the organomineral fertilizer. For the composition of the organic compounds, four types of agroindustrial residues were used: sugar cane bagasse, sugar cane filter cake, ashes, vinasse and decomposing microorganisms (use of biocatalyst). The second stage was the production of granulated organomineral fertilizer. The organic compounds (types I and II) produced in the first stage were naturally dried with the use of solar radiation to reduce humidity by 10% and subsequently received mechanical treatment through grinding/milling to produce a granulometric fraction in Powder form. The third step was the production of *Acacia mangium*, *Khaia ivorensis* and *Eucalyptus grandis* seedlings in greenhouse, and the experimental design was randomized blocks in factorial scheme 7 x 2, the means were compared statistically using statistical software SISVAR. The organic compound type I presents statistically superiority in the parameters organic matter, organic carbon and Carbon/Nitrogen ratio. Organic matter (OM) is formed of organism, plant and animal waste, decomposing. The organomineral A and organomineral B fertilizers stand out positively among the others, in relation to the organic matter and organic carbon contents. Height and stem diameter shows better results in the conventional system, than the Biodegradable system. The conventional tube provides greater accumulation of macronutrients in the acacia, mahogany and eucalyptus seedlings when compared to the biodegradable ones. The biodegradable tube provides greater accumulation of iron in some treatments in the acacia, mahogany and eucalyptus seedlings, and for the other micronutrients the greater accumulation was in the conventional tube.

Key words: Environmental preservation, sustainable fertilizing, agro-industrial waste.

² Advisor: Dr^a. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA-UFG.
Co-advisor: Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O adubo organomineral é viável tanto para os pequenos e médios quanto para os grandes produtores e empresários rurais. Além do benefício financeiro com a redução de gastos, e o benefício físico e biológico do solo, com o maior aporte de nutrientes e matéria orgânica, a adubação organomineral também tem uma vantagem ambiental. Este adubo é produzido a partir de resíduos orgânicos como restos de culturas e subprodutos da indústria (Royo, 2010).

São vários os benefícios para o solo com a aplicação de adubos orgânicos, pois eleva a capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o transporte e disponibilidade de micronutrientes, bem como reduz os teores de manganês, alumínio tóxico e acidez do solo (Rodrigues, 1994; Cardoso & Oliveira, 2002). Apesar de essa interação estar relacionada ao solo, as plantas são beneficiadas diretamente por essas alterações químicas provenientes da adubação orgânica.

Com relação às características físicas do solo, a adubação orgânica aumenta a retenção de água durante a seca e a drenagem em períodos chuvosos, reduzindo os riscos de enxurrada e, conseqüentemente, de erosão (Taiz & Zeiger, 2009). Isso é possível devido ao aumento da porosidade total, à redução da densidade e do grau de compactação do solo e à resistência à erosão hídrica e eólica (Celik et al., 2004; Leroy et al., 2008). Além disso, esse tipo de adubação aumenta a população da microflora e da microfauna, elevando, assim, a atividade microbiológica (Costa et al., 1986).

A adição de adubos orgânicos aumenta a respiração microbiana, sendo esse fator um indicativo da atividade microbiológica do solo. Contudo, vale ressaltar que diferentes compostos orgânicos influenciam de diferentes formas na elevação da microbiota do solo (Severino et al., 2004).

A crescente pressão ambientalista leva as indústrias a buscarem alternativas para o destino dos resíduos gerados pelos processos industriais. Os custos de construção e manutenção de aterros industriais e os riscos ambientais que estes podem representar têm aumentado o interesse de vários tipos de indústrias em estudar a viabilidade de aplicação de resíduos na agricultura. Entre os resíduos agroindustriais com potencial de utilização como substrato, destacam-se o bagaço-de-cana, a torta de filtro, entre outros. Estes resíduos de cana-de-açúcar encontram-se em alta disponibilidade nas regiões de plantio e

já foram testados com sucesso na produção de mudas de espécies florestais e frutíferas (Serrano et al., 2006).

Mudas de espécies florestais nativas produzidas em viveiro são usadas com objetivos ambientais, tais como recuperação de áreas degradadas e recomposição de áreas de preservação permanente (APP). Atualmente, destaca-se como uma alternativa viável, devido à intensa devastação das florestas nativas, como a Mata Atlântica, onde as espécies de maior valor econômico foram praticamente extintas, em razão da exploração desordenada para fins energéticos, madeireiro e agropecuário (SEAG, 1989).

De acordo com Gonçalves & Poggiani (1996), a boa formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e de povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e, recuperação de áreas degradadas, está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. A germinação de sementes, a iniciação do crescimento radicular e da parte aérea estão associados à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água apresentada pelos substratos. Essas características são altamente correlacionadas entre si: as duas primeiras estão diretamente relacionadas com a macroporosidade, enquanto retenção de água e os nutrientes estão relacionados com a microporosidade e superfície específica do substrato.

A produção de fertilizantes organo-mineral é o resultado de ações planejadas no sentido de reaproveitar os resíduos agroindustriais de forma sustentável e ecologicamente correta.

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver fertilizantes organomineral granulado com uso de biocatalisador acelerador a fim de ser usado na produção de mudas de espécies florestais, sendo avaliados seus atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e a concentração de nutrientes nas plantas de espécies florestais. A condução será realizada em sistema convencional (tubetes de polipropileno) em comparação aos tubetes biodegradáveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DE *Eucalyptus grandis*

O Brasil possui características singulares de produção florestal por ser detentor da segunda maior cobertura florestal do mundo, considerando florestas nativas e plantadas, enquanto a Rússia detém o primeiro lugar (FAO, 2015). Esse potencial possibilita a produção de produtos madeireiros e não madeireiros, tanto pelas florestas plantadas, quanto pelas florestas nativas, por meio das concessões florestais – Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006). Especificamente sobre as florestas plantadas, o Brasil possui 2,5% da área mundial (FAO, 2015), com aproximadamente 7,5 milhões de hectares (IBÁ, 2015).

O eucalipto é uma espécie vegetal de porte arbóreo pertencente à família *Myrtaceae*, gênero *Eucalyptus*. Tem sua origem na Austrália, Nova Guiné, Indonésia e Timor. As várias espécies vegetais caracterizam-se por apresentar um rápido crescimento, facilidade no processo de propagação e possibilidade de uso múltiplo da madeira produzida, como observado por Simões (1968). Possuem uma boa adaptação às condições climáticas brasileiras. Devido a essas características e vantagens, na década de 1950 o eucalipto passou a ser usado também como matéria-prima para a produção de celulose e papel (Garcia & Pereira, 2010).

A partir de 1965, a produção de florestas de eucalipto apresentou considerável aumento, principalmente devido aos incentivos fiscais para reflorestamento concedidos pelo governo brasileiro aos produtores rurais, culminando em um incremento do setor econômico florestal (Valverde, 2007).

O eucalipto, originário da Austrália, vem sendo utilizado em programas de reflorestamento. Em diversos países essas plantações visam sua utilização em indústrias de

celulose, farmacêutica e de produtos de higiene. As espécies de eucalipto apresentam características adequadas para o uso em escala comercial, como rápido crescimento, alta produção de celulose e resistência às adversidades das condições ambientais e às doenças (Santos, 2001).

Segundo Castro (2009), o eucalipto caracteriza-se por apresentar qualidades interessantes ao setor florestal, como rápido crescimento, facilidade com programas de manejo e melhoramento, grande diversidade de espécies, o que amplia a faixa de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, além de possuir uma elevada produção de sementes e facilidade em propagação vegetativa. Trata-se de um gênero com potencial de múltiplos usos no meio agroflorestal pelos seus atrativos para a silvicultura.

Introduzido no Brasil no ano de 1868, o eucalipto, proveniente da Austrália, era utilizado apenas como planta decorativa e na formação de quebraventos. Com o desenvolvimento dos programas de reflorestamento, o eucalipto, com mais de 600 espécies, passou a ser utilizado comercialmente para a produção de madeira, sendo uma das essências florestais com maior área plantada no País, apresentando altos níveis de melhoramento genético, de produtividade e qualidade da madeira (Souza et al., 2008). Dentre as espécies de eucalipto, a espécie *E. grandis* é a mais utilizada, ocupando 55% das áreas cultivadas com eucaliptos, seguido das espécies *E. saligna*, com 17%, *E. urophylla*, com 9% e *E. viminalis*, com 2%. (Andrade et al., 2006; SBS, 2008).

Segundo a ABRAF (2011), o mercado florestal Brasileiro das últimas décadas pode ser dividido em três grandes fases. A primeira ocorreu entre as décadas de 1960 e 1980, período no qual foi atribuída a formação da base florestal em que entraram em cena os incentivos fiscais e o início dos processos de industrialização, sem, contudo haver uma alta produtividade do setor. A segunda fase ocorrem entre as décadas de 1980 e 2000, período que se observou um incremento do extrativismo com ênfase na sustentabilidade, produtividade, crescimento na área de melhoramento genético, negócios, diversidades de uso, competitividade, preocupação socioambiental e consolidação do processo e industrialização. E, por fim, a terceira fase ocorrem entre as décadas de 2000 a 2010, em que há um aumento no desenvolvimento sustentável, ampliação de novas fronteiras florestais, novos produtos e processos, fortalecimento da biotecnologia e consolidação do Brasil no mercado internacional no setor de florestas plantadas.

A elevada utilização do eucalipto nos reflorestamentos ocorre devido a sua diversidade de espécies, adaptabilidade em várias regiões e climas e seu potencial de

produção, pois contribui para diminuir a pressão do desmatamento das áreas de preservação e reservas legais de matas nativas e também auxilia na captura de dióxido de carbono na atmosfera, diminuindo o efeito estufa (Garay et al., 2004).

A eucaliptocultura, buscando suprir a demanda de madeira, teve grande impulso nos últimos 30 anos, em virtude da vasta rede experimental instalada por órgãos públicos e empresas particulares. A área destinada ao plantio de eucalipto no Brasil apresentou crescimento médio de 6,03% ao ano entre 2006 e 2012, chegando a 5.102.030 ha de área plantada, sendo o estado de Goiás responsável por, aproximadamente, 38.081 ha desse total (ABRAF, 2013).

2.2 CULTURA DA *Acacia mangium*

A *Acacia mangium* é uma leguminosa pertencente à Família Mimosaceae. O gênero *Acacia* apresenta um grande número de espécies. Inicialmente a espécie foi descrita como *Mangium montanum* Rumph e também como *Acacia glauscenses* sensu *Kanehira* e *Hatusima* (Catie, 1992). Elas são divididas principalmente em dois grupos. Um grupo consiste em árvore ou arbustos com espinhos e folhas pequenas. São pertencentes ao outro grupo, as acácias australianas, que são principalmente sem espinhos, e não apresentam folhas quando adultas, o que se vê como folha na verdade é o pecíolo (Chaturvedi, 1998).

Segundo Joker (2000), os frutos são do tipo vagem, espiralados ou torcidos, marrons, curtos, deiscentes, com sementes pretas, pequenas, pendentes na vagem por um filamento amarelo, formadas de setembro a novembro. O tempo de floração varia do ambiente natural para as plantações. As sementes são elipsóides e pequenas, em torno de quatro mm de comprimento, contendo, em média, 95.000 sementes kg^{-1} , apresentando tegumento duro e de coloração preta lustrosa (Lima & Garcia, 1996).

A *Acacia mangium* é uma espécie natural da região noroeste da Austrália (Queensland), Papua Nova Guiné e leste da Indonésia (Ilhas Molucas, Sula e Aru) (Lemmens et al., 1995; Tonini & Vieira, 2006). O gênero *Acacia* possui mais de 1.300 espécies largamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do globo (Rossi et al., 2003). Segundo Smiderle et al. (2005), a maior parte das espécies é encontrada no hemisfério sul e o principal centro de diversidade é a Austrália. A maioria das espécies produtoras de madeira é encontrada na Papua Nova Guiné (Lemmens et al., 1995). Em seu

ambiente natural ocorrem em agrupamentos puros e densos, sugerindo que podem ser plantadas em monoculturas sem problemas sérios de pragas e doenças (NRC, 1983).

Segundo Turnbull (1984), as leguminosas das espécies *Acacia mangium* e *auriculiformis* são originárias do nordeste da Austrália e Nova Guiné. As condições climáticas tropicais são quentes e úmidas ou subúmidas, com precipitação média anual de 1.000 mm a 2.000 mm, podendo ser inferior para a espécie *A. mangium*. Os indivíduos dessas espécies atingem alturas entre 25 m e 30 m e se desenvolvem bem em solos oxídicos argilosos, de baixa fertilidade e ácidos, podendo a espécie *A. mangium* tolerar inclusive solos com impedimento de drenagem sazonal.

Uma característica notável é a habilidade de *A. mangium* para crescer em solos com pH baixo, como 4,2. Esta característica se torna importante, pois essas tais terras ácidas são difundidas nas regiões trópicas e esse é um atributo que distingue essa acácia de outras leguminosas, como a leucena que requer um pH acima de 5,5 (NRC, 1983). De acordo com Turnbull (1984), a *A. mangium* é tolerante a solos ácidos e de baixa fertilidade, também tolera áreas dominadas pelas gramíneas do gênero *Imperata*, sendo utilizada para controle desta (Chatuverdi, 1998).

De acordo com Chaturvedi (1998), essa espécie sobrevive em terrenos rochosos, erodidos, em terras rasas, infecundas e ácidas. Assim, a espécie destaca-se em programas de recuperação de áreas degradadas e representa uma opção silvicultural para o Brasil (Balieiro et al., 2004). O interesse também, parte por ela apresentar significativa capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras (Andrade et al., 2000).

O crescimento de *A. mangium* é afetado basicamente por fatores químicos do solo (Catie, 1992), e por causa de sua folhagem densa e raízes superficiais, a espécie é suscetível ao vento (Mackey, 1996).

Seu tronco ereto possui coloração cinza-parda, com casca pouco saliente e levemente sulcado longitudinalmente. Quanto à ramificação, apresenta-se fina, horizontal, espaçada, formando copa ovalada com folhagem densa. A madeira de *A. mangium* é considerada dura, de cerne marrom-claro e alborno creme-claro, podendo ser facilmente serrada, aplainada e polida (Lelles et al., 1996). O peso específico de *A. mangium* aumenta em relação ao aumento da idade (Wahyudi et al., 1999).

O aproveitamento da madeira é direcionado, principalmente, para polpa de celulose. Porém, a espécie possui aptidão para produção de moirões e uso na construção civil, (Balieiro et al., 2004), além de possibilitar a produção de carvão e outros produtos

como MDF, aglomerados e compensados (Schiavo & Martins, 2003). Em plantios silviculturais existem estudos que podem levar ao aproveitamento de sua madeira para movelaria de baixo custo (Barbosa, 2002). As folhas da acácia podem ser usadas como forragem na alimentação de animais (Lelles et al., 1996).

A espécie apresenta também grande potencial de uso em programas de reflorestamento e recuperação de áreas com solos pobres ou degradados, tais como as áreas de encostas e de mineração (Schiavo & Martins, 2003). Também pode ser utilizada como quebra-ventos e sombreamento (Balieiro et al., 2004).

Entre as leguminosas arbóreas, *Acacia mangium* Willd destaca-se pela rusticidade e adaptabilidade às condições adversas de solo e clima, pelo rápido crescimento, elevada produção de biomassa e capacidade de formar simbioses com microrganismos do solo (Colonna et al., 1991).

As sementes de acácia apresentam dormência tegumentar que representa uma dificuldade na produção de mudas em programas de reflorestamento. Devido à dormência causada pelo tegumento impermeável à água, considerável número de sementes de acácia pode permanecer sem germinar durante os testes de germinação ou em sementeiras destinadas à formação de mudas (Smiderle et al., 2005). Esses autores indicam para superação de dormência da semente, considerando o menor tempo de resposta para a germinação, o uso de água a 100 °C por um minuto, pela facilidade de padronização operacional, sendo desnecessário manter as sementes imersas por período adicional de 12 horas em água a temperatura ambiente (27 °C). As sementes começam a germinar em dois a três dias após a semeadura e completam o processo em dez dias (Azevedo et al., 1998).

Para Lima & Garcia (1996), o método de imersão das sementes em água a temperatura de 80 °C, mostrou-se eficiente na superação da dormência de *A. mangium*.

2.3 CULTURA DE *Khaya ivorensis*

Entre as espécies exploradas em larga escala pelo setor madeireiro, e sob ameaça de extinção, encontra-se o mogno (*S. macrophylla*), conhecida também como aguana, araputango, cedro, mogno-brasileiro (Lorenzi, 1998; Sudam, 1979). A área de ocorrência natural do mogno se estende desde o México, passando pela costa atlântica da América Central, até um amplo arco do sul da Amazônia venezuelana, equatoriana, colombiana, peruana, boliviana e brasileira (Veríssimo & Grogam, 1998). Sua madeira

pode ser utilizada para construções de mobiliário maciço e de luxo, folheado, rodapé, contraplacado e molduras, construção naval, painéis, pisos, marcenaria de interior e exterior, revestimento exterior, embarcações leves e artesanato. Árvore de porte alto, o mogno pode alcançar mais de 50 m de altura e seu tronco pode atingir até 3 m de diâmetro (Lorenzi, 1998).

O mogno brasileiro é uma das espécies de maior valor madeireiro do mundo. Em 2001, um metro cúbico de mogno serrado de qualidade superior era vendido por cerca de US\$ 1,200 (preço FOB - Free on board). Por causa dessa importância, o mogno tem sido intensamente extraído nas últimas décadas em sua área de ocorrência natural na América tropical, desde o México até o Brasil (Lugo, 1999; Snook, 1996; Veríssimo et al., 1995; Rodan et al., 1992).

Entre 1971 e 2001, o Brasil exportou aproximadamente quatro milhões de metros cúbicos de mogno (*S. macrophylla*) serrado, sendo que cerca de 75% desse total de madeira foi exportada para os Estados Unidos e Inglaterra. A exploração total é estimada em 5,7 milhões de metros cúbicos serrados, e cerca de 1,7 milhão de metros cúbicos foi consumido no mercado nacional nesse período. O valor bruto estimado dessa produção, considerando um preço médio histórico de US\$ 700.00 o metro cúbico, seria cerca de US\$ 3.9 bilhões (5,7 milhões de m³ x US\$ 700.00 o m³) (Perez & Bacha, 2007).

Segundo Lemmens (2008), a espécie *Khaya ivorensis* (A. Chev) teve sua origem e distribuição a partir da Costa do Marfim e de Camarões, leste e sul de Cabinda (Angola) e, possivelmente, também ocorre na Guiné, Libéria, República Centro Africano e Congo. É uma espécie amplamente cultivada nas plantações dentro da sua área natural de distribuição, mas também na Ásia e América tropical. Ocorre desde 0 a 450 m de altitude, normalmente em vales úmidos, suportando inclusive inundações durante o período das chuvas. Entretanto, é muito sensível ao período de estiagem (Grogan et al., 2002,).

Segundo Falesi & Baena (1999), o mogno africano (*K. ivorensis*) tem sido uma das espécies preferidas pelos reflorestadores no estado do Pará. É uma árvore de grande importância para a região amazônica, devido ao seu alto valor no comércio internacional e crescimento relativamente rápido, promovendo a recuperação de áreas alteradas, além de oferecer resistência a algumas pragas, como a broca do ponteiro (*H. grandella*) (Verzignassi et al., 2009; Lemmens, 2008).

As espécies arbóreas exóticas mais requisitadas pelos pequenos produtores e empresários que desejam aumentar seus plantios florestais, de acordo com Sabogal (2006),

são a teca (*Tectona grandis* L.) e o mogno-africano (*K. ivorensis*). Esse último por ser a madeira altamente valorizada para móveis, armários, caixas decorativas e folhas de madeira, e também é comumente usado para caixilhos de janelas, painéis, portas e escadas. É adequado para a construção leve, piso luz, construção naval, carrocerias, cabos, escadas, artigos esportivos, instrumentos musicais, brinquedos, equipamentos de precisão, tornearia escultura, e para fabricação de violões, por ser considerada de boas características acústicas.

Tradicionalmente, a madeira é utilizada para canoas. Sua madeira também é utilizada como lenha e para a produção de carvão vegetal. A casca, de sabor amargo, é amplamente utilizada na medicina tradicional. A decocção da casca é usada para tratar tosse, febre e anemia, sendo aplicada externamente para o tratamento de feridas, úlceras e tumores, e como um paliativo para tratar dores reumáticas e lombalgia. Brotos e folhas jovens são aplicadas externamente como um anódino. As sementes são utilizadas na produção de sabão. Na Nigéria, as árvores de *K. ivorensis* são localmente mantidas em plantações de cacau para servir como árvores de sombra (Lemmens, 2008).

Segundo Lemmens (2008), uma árvore de floresta natural, com um diâmetro de tronco de 80 cm, produz, em média, 6,6 m³ de madeira, e uma árvore de 160 cm de diâmetro produz cerca de 17,9 m³. Em plantações com idade de 30 anos, na África Tropical, a produção anual de madeira é de 2 a 4 m³.ha⁻¹. Em solos de boa qualidade, na Costa do Marfim, um estande de 31 anos de idade, com 70 árvores por hectare (com média de 37 a 40 m de altura e 57 cm de diâmetro) produziu 8 m³.ha⁻¹.ano⁻¹.

2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

A demanda cada vez maior por mudas de espécies florestais a um menor custo fez com que a qualidade das mudas fosse relegada a segundo plano (Gomes et al., 1991).

Mudas de espécies florestais nativas produzidas em viveiro são usadas com objetivos ambientais, tais como recuperação de áreas degradadas e reflorestamento de matas ciliares. Atualmente, destaca-se como uma alternativa viável, devido à intensa devastação das florestas nativas, como a Mata Atlântica, onde as espécies de maior valor econômico foram praticamente extintas, em razão da exploração desordenada para fins energéticos, madeireiro e agropecuário (SEAG, 1989).

De acordo com Gonçalves & Poggiani (1996), a boa formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e de

povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e, recuperação de áreas degradadas, está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. A germinação de sementes, a iniciação do crescimento radicular e da parte aérea estão associados à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água apresentada pelos substratos. Essas características são altamente correlacionadas entre si: as duas primeiras estão diretamente relacionadas com a macroporosidade, enquanto retenção de água e os nutrientes estão relacionados com a microporosidade e superfície específica do substrato.

Diversos materiais de origem vegetal e animal têm sido utilizados no preparo de compostos orgânicos para produção de mudas. A escolha do substrato, quando da sua formulação, deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas e químicas, seu peso e custo (Toledo, 1992). É necessário, portanto, testar substratos de fácil aquisição, alternativos à vermiculita, por ser essa de elevado custo (Gomes et al., 1991).

A utilização de um substrato que promova um rápido crescimento inicial das mudas é fundamental para melhorar a tecnologia de produção na fase de viveiro, com uma expectativa de atender a demanda de mudas para um mercado em franca expansão (Morais et al., 1996).

Com o intuito de obter melhor produtividade dos plantios, têm-se procurado definir os melhores recipientes, substratos, dosagens e tipos de fertilizantes para produção de mudas de melhor qualidade (Carneiro, 1995).

Os tubetes de plásticos convencional apresentam várias vantagens, como por exemplo, simplificam as operações, agilizam o processo de produção e possuem baixos custos pelo reaproveitamento dos tubetes. Mas, em contrapartida, necessitam de um sistema adequado para o seu armazenamento, de uma limpeza rigorosa para não contaminar a muda e causar uma má qualidade nas árvores quando no campo. A reutilização do tubetes também causam rebarbas na parte inferior do mesmo, causando problemas de enovelamento das raízes da parte basal das mudas. E, de acordo com Iatauro (2004), há uma “taxa de redução negativa” na produtividade das mudas quando em campo, pelo um estresse das mudas durante sua remoção e acondicionamento no solo.

Segundo Iatauro (2001), os tubetes elaborados com material biodegradável apresentam diversos pontos favoráveis. Como por exemplos, é possível diferenciar o recipiente pela possibilidade de incorporação de adubo na formulação, também a introdução de fungicidas e inseticidas que causam perdas em viveiros. Walker et. al.,

(2011) afirmam que os recipientes de papel apresentam uma boa durabilidade quando bem produzidos, também apresentam uma boa permeabilidade da raiz, não necessita retirar as mudas dos tubetes, porém apresentam um custo mais elevado quando comparado com o custo do tubete de plástico rígido.

2.5 POTENCIAL E USO FLORESTAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS

2.5.1 EUCALIPTO

A partir de 1965, a produção de florestas de eucalipto apresentou considerável aumento, principalmente devido aos incentivos fiscais para reflorestamento concedidos pelo governo brasileiro aos produtores rurais, culminando em um incremento do setor econômico florestal (Valverde, 2007).

Segundo Castro (2009), o eucalipto caracteriza-se por apresentar qualidades interessantes ao setor florestal, como rápido crescimento, facilidade em programas de manejo e melhoramento, grande diversidade de espécies - o que amplia a faixa de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, além de possuir uma elevada produção de sementes e facilidade em propagação vegetativa. Trata-se de um gênero com potencial de múltiplos usos no meio agroflorestal pelos seus atrativos para a silvicultura.

Introduzido no Brasil no ano de 1868, o eucalipto, proveniente da Austrália, era utilizado apenas como planta decorativa e na formação de quebraventos. Com o desenvolvimento dos programas de reflorestamento, o eucalipto, com mais de 600 espécies, passou a ser utilizado comercialmente para a produção de madeira, sendo atualmente a essência florestal com maior área plantada no País, apresentando altos níveis de melhoramento genético, de produtividade e qualidade da madeira (Souza et al., 2008). Dentre as espécies de eucalipto, a espécie *E. grandis* é a mais utilizada, ocupando 55% das áreas cultivadas com eucaliptos, seguido das espécies *E. saligna*, com 17%, *E. urophylla*, com 9% e *E. viminalis*, com 2%. (Andrade et al., 2006; SBS, 2008).

2.5.2 ACÁCIA

De acordo com Chaturvedi (1998), essa espécie sobrevive em terrenos rochosos, erodidos, em terras rasas, infecundas e ácidas. Assim, a espécie destaca-se em

programas de recuperação de áreas degradadas (RAD) e representa uma opção silvicultural para o Brasil (Balieiro et al., 2004).

O aproveitamento da madeira é direcionado, principalmente, para polpa de celulose. Porém, a espécie possui aptidão para produção de moirões, construção civil, (Balieiro et al., 2004) além de possibilitar a produção de carvão e outros produtos como MDF, aglomerados e compensados (Schiavo & Martins, 2003). Em plantios silviculturais existem estudos que podem levar ao aproveitamento de movelaria de baixo custo (Barbosa, 2002). As folhas da acácia podem ser usadas como forragem na alimentação de animais (Lelles et al., 1996).

Apresenta também grande potencial de uso em programas de reflorestamento e recuperação de áreas com solos pobres ou degradados, como as áreas de encostas e de mineração (Schiavo & Martins, 2003). A espécie também pode ser utilizada como quebra-ventos (Balieiro et al., 2004) e para sombreamento.

Entre as leguminosas arbóreas, *Acacia mangium* destaca-se pela rusticidade e adaptabilidade às condições adversas de solo e clima, pelo rápido crescimento, elevada produção de biomassa e capacidade de formar simbioses com microrganismos do solo (Colonna et al., 1991).

As plantas leguminosas, em razão da grande diversidade de espécies, versatilidade de usos potenciais e de seu papel na dinâmica dos ecossistemas, especialmente quanto ao suprimento e ciclagem de nitrogênio (N), têm sido indicadas para a recuperação de áreas degradadas (Franco et al., 1994; Kondo & Resende, 2001).

As sementes de acácia apresentam dormência tegumentar que representa uma dificuldade na produção de mudas em programas de reflorestamento (Smiderle et al., 2005).

2.5.3 MOGNO

Entre as espécies exploradas em larga escala pelo setor madeireiro, e sob ameaça de extinção, encontra-se o mogno (*S. macrophylla*), conhecida também como aguana, araputango, cedro, mogno-brasileiro (Lorenzi, 1998; Sudam, 1979). A área de ocorrência natural do mogno se estende desde o México, passando pela costa atlântica da América Central, até um amplo arco do sul da Amazônia venezuelana, equatoriana, colombiana, peruana, boliviana e brasileira (Veríssimo & Grogam, 1998). Sua madeira

pode ser utilizada para construções de mobiliário maciço e de luxo, folheado, rodapé, contraplacado e molduras, construção naval, painéis, pisos, marcenaria de interior e exterior, revestimento exterior, embarcações leves e artesanato. Árvore de porte alto, o mogno pode alcançar mais de 50 m de altura e seu tronco pode atingir até 3 m de diâmetro (Lorenzi, 1998).

O mogno brasileiro é uma das espécies de maior valor madeireiro do mundo. Em 2001, um metro cúbico de mogno serrado de qualidade superior era vendido por cerca de US\$ 1,200 (preço FOB - Free on board). Por causa dessa importância, o mogno tem sido intensamente extraído nas últimas décadas em sua área de ocorrência natural na América tropical, desde o México até o Brasil (Lugo, 1999; Snook, 1996; Veríssimo et al., 1995; Rodan et al., 1992). Entre 1971 e 2001, o Brasil exportou aproximadamente quatro milhões de metros cúbicos de mogno (*S. macrophylla*) serrado, sendo que cerca de 75% desse total de madeira foi exportada para os Estados Unidos e Inglaterra. A exploração total é estimada em 5,7 milhões de metros cúbicos serrados, e cerca de 1,7 milhão de metros cúbicos foi consumido no mercado nacional nesse período. O valor bruto estimado dessa produção, considerando um preço médio histórico de US\$ 700,00 o metro cúbico, seria cerca de US\$ 3,9 bilhões (5,7 milhões de m³ x US\$ 700,00 o m³) (Perez & Bacha, 2007).

As espécies arbóreas exóticas mais requisitadas pelos pequenos produtores e empresários que desejam aumentar seus plantios florestais, de acordo com Sabogal (2006), são a teca (*Tectona grandis* L.) e o mogno-africano (*K. ivorensis*). Esse último por ser a madeira altamente valorizada para móveis, armários, caixas decorativas e folhas de madeira, e também é comumente usado para caixilhos de janelas, painéis, portas e escadas. É adequado para a construção leve, piso luz, construção naval, carrocerias, cabos, escadas, artigos esportivos, instrumentos musicais, brinquedos, equipamentos de precisão, tornearia escultura, e para fabricação de violões, por ser considerada de boas características acústicas.

Tradicionalmente, a madeira é utilizada para canoas. Sua madeira também é utilizada como lenha e para a produção de carvão vegetal. A casca, de sabor amargo, é amplamente utilizada na medicina tradicional. A decocção da casca é usada para tratar tosse, febre e anemia, sendo aplicada externamente para o tratamento de feridas, úlceras e tumores, e como um paliativo para tratar dores reumáticas e lombalgia. Brotos e folhas jovens são aplicadas externamente como um anódino. As sementes são utilizadas na

produção de sabão. Na Nigéria, as árvores de *K. ivorensis* são localmente mantidas em plantações de cacau para servir como árvores de sombra (Lemmens, 2008).

2.6 QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Os critérios na seleção das mudas para o plantio são baseados em parâmetros que, na maioria das vezes, não determinam as reais qualidades, uma vez que o padrão de qualidade varia de acordo com a espécie, e para uma mesma espécie, entre diferentes sítios ecológicos (Carneiro, 1995), além do tipo de transporte para o campo, da distribuição e do plantio. Existem várias razões para a utilização de testes para definir o padrão de qualidade de mudas, agregando a elas alguns valores (Munson, 1986) que, de acordo com os critérios adotados, são muitas vezes exigidos pelo mercado.

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos. Tanto a qualidade morfológica quanto a fisiológica das mudas dependem da carga genética e da procedência das sementes, das condições ambientais e dos métodos e das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas para o campo (Parviainen, 1981).

Os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (Fonseca, 2005).

De forma semelhante, Carneiro (1995) descreveu que as mudas com padrão de qualidade são fundamentais para o desempenho do povoamento após o plantio, mencionando parâmetros como altura, diâmetro do colo, peso seco da parte aérea e radicular, peso seco total, Índice de Qualidade de Dickson, entre outros, frisando que as duas características mais importantes para avaliar a qualidade de mudas são altura e diâmetro.

Variáveis qualitativas para avaliação da qualidade do torrão, também vem sendo utilizada, como a facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato, principalmente quando a causa de variação é o substrato (Wendling et al., 2007).

2.6.1 Altura da parte aérea e diâmetro do colo

A altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (Carneiro, 1995).

É sabido que a altura da parte aérea é de fácil medição e, portanto, sempre foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (Carneiro, 1995; Gomes, 2001 e Caldeira et al., 2008), sendo considerada, também, como um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (Mexal & Lands, 1990 e Reis et al., 1991), além do que sua medição não acarreta a destruição das mudas, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas (Mexal & Lands, 1990).

No entanto, o uso da altura das mudas de espécies florestais como único meio de avaliação do padrão de qualidade, pode apresentar deficiências no julgamento quando se espera um alto desempenho dessas, principalmente nos primeiros meses após o plantio. Porém, para mudas sem nenhuma restrição ao crescimento normal, a altura ainda é um excelente parâmetro em todo tipo de viveiro (Gomes, 2001).

Para Gomes & Paiva (2004) o diâmetro de colo, sozinho ou combinado com a altura é uma das melhores características para avaliar a qualidade da muda, quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento com a parte aérea, principalmente quando se exige rustificação das mudas.

Segundo Gomes & Paiva (2006), as mudas devem apresentar o diâmetro do colo maior para melhor equilíbrio de crescimento da parte aérea, principalmente quando se exige maior rustificação delas. O padrão de qualidade das mudas prontas para o plantio possui alta correlação com o diâmetro do colo e isso pode ser observado nos aumentos das taxas de sobrevivência e crescimento das mudas no campo.

Conforme observado por Gomes et al., (2002), a relação altura/diâmetro do colo, apresenta uma boa contribuição para uma avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* (eucalipto), sendo essas características fáceis e viáveis de mensuração, além de não destruir as mudas.

2.6.2 BIOMASSA SECA RADICIAL E AÉREA

A biomassa seca, segundo Gomes & Paiva (2004), deve sempre ser considerada visto que indica a rusticidade de uma muda; quanto maior, mais rustificada será. A biomassa seca tem sido considerada como um parâmetro para caracterizar a qualidade de mudas; muitas vezes este parâmetro não é viável, pois requer a destruição de mudas, além de ser necessário o uso de estufa e balança de precisão, mas, mesmo assim, indica a rusticidade das mudas (Gomes & Paiva, 2006). Este parâmetro é uma boa indicação de capacidade de resistência das plantas (Carneiro, 1995).

A quantificação da biomassa radicular, segundo Novaes (1998), sob o ponto de vista fisiológico, é de grande importância, visto estar diretamente relacionada à sobrevivência e ao crescimento inicial em campo, devido à sua função de absorção de água e nutrientes.

Ao analisar a contribuição relativa das variáveis mensuradas no viveiro para a avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* aos 120 dias, Gomes et al., (2002) observaram que a biomassa seca total contribui com 43,39 %, seguido da biomassa seca aérea (28,60 %) e biomassa seca radicial (11,78 %).

2.6.3 Determinação da agregação da raiz ao substrato

A facilidade de retirada do tubete (FRT) e a agregação das raízes ao substrato (AGR) são técnicas para avaliar a qualidade da muda no momento da expedição e manuseamento da mesma. A FRT e a AGR são fatores importantes considerados na escolha do tipo de substrato a ser adotado em escala comercial na produção de mudas, visto que determina a rapidez de sua preparação antes do plantio ou venda, além de que, em substratos difíceis de serem retirados da embalagem, ocorre a desintegração do torrão. Quanto mais agregado o substrato está ao sistema radicial, mais fácil se tornam todas as etapas posteriores, além do fato que um sistema radicial bem agregado ao substrato resulta em pegamento maior e crescimento mais rápido no plantio (Wendling et al., 2007).

Segundo Sturion et al. (2000), a FRT e AGR são técnicas que para além de propiciar boas condições para o adequado crescimento das mudas, o substrato deve

apresentar uma estrutura que não dificulte sua retirada no momento do plantio das mudas e que o torrão não se destrua.

A facilidade de retirada do tubete, segundo Wendling et al. (2007), é de grande importância no momento da expedição das mudas, visto que determina a rapidez de preparação das mudas e além do que, em substratos difíceis de serem retirados, pode ocasionar a desintegração do torrão. Segundo Trigueiro & Guerrini (2003) deve-se, porém, ficar atento ao fato que mudas com baixo enraizamento podem apresentar grande facilidade de retirada do tubete, mesmo não apresentando boa qualidade radicial.

O substrato para produzir mudas em tubetes deve ser agregado o suficiente para que o torrão em volta da muda não se rompa quando a embalagem for retirada para plantio ou transporte, ocasionando exposição das raízes ao ressecamento e dificultando a pega e a sobrevivência das mudas. No entanto, se o substrato for muito coeso haverá dificuldade em sua retirada da embalagem, podendo romper as raízes ou provocar danos no crescimento radicial das mudas (Wendling & Delgado, 2008).

2.7 MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

Espécies que produzem sementes dormentes representam problema para os viveiristas, pois, o tegumento impermeável restringe a entrada de água e oxigênio, característica que promove resistência física ao crescimento do embrião e, conseqüentemente, retarda a germinação (Moussa et al., 1998). Os mesmos autores afirmam que a dormência é prejudicial à produção de mudas em virtude do longo tempo para que ocorra a germinação, e favorece, também, o ataque de fungos e acarreta grandes perdas.

As sementes de acácia apresentam dormência tegumentar que representa uma dificuldade na produção de mudas em programas de reflorestamento. Devido à dormência causada pelo tegumento impermeável à água, considerável número de sementes de acácia pode permanecer sem germinar durante os testes de germinação ou em sementeiras destinadas à formação de mudas (Smiderle et al., 2005).

Para a superação de dormência da semente, de *A. mangium* considerando o menor tempo de resposta para a germinação, indica-se o uso de água a 100 °C por um minuto, por facilidade de padronização operacional, sendo desnecessário manter as sementes imersas por período adicional de 12 horas em água a temperatura ambiente

(27 °C). As sementes começam a germinar em dois a três dias após a semeadura e completam o processo em dez dias (Azevedo et al., 1998). Lima & Garcia (1996) observaram que o método de imersão das sementes em água a temperatura de 80 °C, mostrou-se eficiente na superação de dormência de *A. mangium*.

2.8 COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO

O substrato pode ser constituído por material de origem mineral ou orgânica, de apenas um ou diversos produtos em misturas. Turfa e produtos de compostagem vegetal são exemplos de material tradicional, já consagrados pelo uso há quase um século. Fibra de coco semidecomposta, espumas fenólicas e lã de rocha fazem parte da diversificação de produtos usados mais recentemente (Kampf, 2000).

Os substratos são utilizados no mundo todo para o cultivo de plantas, principalmente no cultivo de flores e mudas de hortaliças, citros, espécies florestais, e fumo, estando em franco desenvolvimento nas várias regiões do Brasil. As indústrias produtoras de substratos utilizam materiais das mais diversas fontes, existindo, portanto, uma grande diversidade de formulações com substratos ou seus componentes, fornecendo diferentes características físicas e químicas que irão influenciar na disponibilidade dos nutrientes, no manejo e monitoramento.

Substrato é o meio de desenvolvimento do sistema radicular, servindo de suporte e podendo ser fonte de nutrientes. Pode ser formado por um único material ou pela mistura de dois ou mais materiais como: fibra de coco, casca de pínus ou casca de arroz carbonizada (Takane et al., 2010)

O tipo de mistura, bem como a proporção de componentes de diferentes grupos, deve ser preparado objetivando o ajuste das propriedades físicas, uma vez que as químicas, em geral, podem ser facilmente modificadas com práticas de adubação e manejo de irrigação (Wendling et al., 2002).

Vários são os materiais que podem ser usados na composição do substrato para produção de mudas de espécies florestais, como casca de arroz carbonizada, serragem, turfa, vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, material de subsolo, bagaço de cana, acícula de pinus, areia lavada e diversas misturas desses materiais (Costa et al., 2005). Entretanto, Guerrini & Trigueiro (2004) afirmaram que se justifica o uso de, no máximo, três componentes em uma mistura de substratos para propagação de

mudas florestais. Essa afirmação é reforçada pelos maiores custos e, conseqüentemente, menor viabilidade econômica de um substrato com diversos componentes.

Para Fermino (1996), a elaboração de substratos como um mercado potencial utilizando resíduos da agroindústria, já que podem fornecer matérias-primas para a composição desses substratos.

A vermiculita é um dos principais componentes entre as misturas do substrato. Quimicamente, é um silicato hidratado de alumínio, magnésio e ferro (Silva, 2006), podendo ser encontrado no mercado em diferentes tipos granulométricos (extrafina, fina, média e grossa). A inclusão da vermiculita expandida na composição dos substratos aumenta sua capacidade de retenção de água, pois esse mineral absorve até cinco vezes o seu volume em água. Além disso, contém também potássio e magnésio disponíveis e possui elevada capacidade de troca catiônica (Filgueira, 2003).

A vermiculita é um mineral praticamente inerte, de estrutura variável, muito leve, constituído de lâminas ou camadas justapostas, com grande aeração, alta capacidade de troca catiônica e retenção de água. Pode ser usada pura ou em misturas para promover maior aeração e porosidade a outros substratos menos porosos. Outra aplicação que tem sido recomendada é na parte superior do tubete, onde funciona como isolante térmico, diminuindo também a perda de água através da evaporação (Wendling & Gatto, 2002).

Segundo Genro (2004), a vermiculita pode reter 350 litros de água por metro cúbico, e pode conter 8% de K assimilável e 12% de Mg assimilável, sendo o seu pH próximo de neutro de 7 a 7,2.

A fibra de coco se origina de desfibramento industrial das cascas de coco, o qual gera um material leve e homogêneo, intercalado por fibrilas, de altíssima porosidade total (94 - 96%) e elevada capacidade de aeração (20-30%). Essa elevada porosidade total permite que a fibra de coco alie uma ótima aeração a uma boa capacidade de retenção de água, cerca de três a quatro vezes o seu peso. Apresenta, ainda, alta estabilidade física, pois se decompõe muito lentamente, e alta característica de molhabilidade, isto é, não repele a água entre uma irrigação e outra, o que traz grandes vantagens no manejo da irrigação para o produtor (Almeida, 2005). Segundo Wendling & Gatto (2002) a fibra de coco apresenta uma tendência de fixar cálcio e magnésio e liberar potássio no meio e o seu pH é ligeiramente ácido - 6,3-6,5.

O resíduo da casca de coco maduro vem sendo indicado como substrato agrícola, principalmente, por apresentar uma estrutura física vantajosa, proporcionando alta

porosidade e alto potencial de retenção de umidade, e por ser biodegradável. É um meio de cultivo 100% natural, indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças. Em mistura com outros materiais ou pura, a fibra de coco tem uma demanda por nitrogênio, que pode ser compensada pelo viveirista, via fertirrigação, e uso de adubos de liberação lenta ou controlada. Quando é adequadamente processada, a fibra de coco é pasteurizada, o que representa uma enorme vantagem para a produção de mudas, por não se tratar de um material fossilizado (como as turfas) nem compostado (como as cascas de pinus) (Malvestiti, 2003).

É preciso considerar que a fibra de coco, assim como a vermiculita, é quase inerte, porém, em misturas equilibradas ajuda a formar um substrato coeso e ao mesmo tempo naturalmente poroso, muito propício ao crescimento do sistema radicial (Taveira, 2008).

Por meio da comparação da fibra de coco com outros tipos de substratos, Carrijo et al. (2004), mostraram leve superioridade da fibra de coco na produção comercial de tomate, produzindo aproximadamente uma tonelada a mais de frutos comerciais que o pó de serra ou serragem em três anos de avaliação.

A utilização de composto orgânico de casca de *Pinus* spp., como meio de crescimento das mudas, permite obter um resíduo orgânico resultante da colheita florestal, evitando outros destinos possíveis desse material, como a queima em caldeiras ou simplesmente como lixo. Essa utilização contribui, também, com a devolução de nutrientes ao solo, ao realizar-se o plantio, assim como uma diminuição na remoção de solo para produzir mudas (Pezzuti et al., 1999).

Segundo Hoppe et al. (2004), a casca de pinus é um material que quando no estado cru, provoca problemas de deficiência de nitrogênio e de fitotoxicidade. Por isso, precisa passar pela compostagem. Sua densidade aparente é de 0,1 a 0,45 g.cm⁻³, a porosidade total é superior a 80%-85%, a capacidade de retenção de água é baixa a média, sendo sua capacidade de aeração muito elevada e o pH varia de medianamente ácido a neutro.

A casca de arroz carbonizada é resultante da combustão incompleta da casca de arroz sob alta temperatura e condições de baixo oxigênio. É um produto extremamente leve, estéril, de fácil manuseio, alta porosidade, boa aeração e baixa capacidade de retenção de água (Wedling & Gatto, 2002).

Segundo Gonçalves & Poggiani (1996), a casca de arroz apresenta as seguintes características: drenagem rápida e eficiente, exigindo constantes regas quando usada pura; baixa capacidade de retenção de umidade; boa homogeneidade no tamanho das partículas; baixa densidade; material biologicamente estéril e baixo custo.

Esse material tem sido utilizado como substrato, pois é estável física e quimicamente, sendo assim, mais resistente à decomposição. Isso também confere a vantagem de o substrato ser utilizado no segundo ano de produção (Melo et al., 2006).

Segundo Souza (1993), a casca de arroz carbonizada é considerada um bom substrato para germinação de sementes e enraizamento de estacas por apresentar as seguintes características: permite a troca de ar na base das raízes, é suficientemente firme e densa para fixar a semente ou estaca, é leve e porosa permitindo boa aeração e drenagem, tem volume constante seja seca ou úmida, é livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos, não necessita de tratamento químico para esterilização, em razão de ter sido esterilizada com a carbonização.

Ao avaliar as alterações das propriedades físico-hídricas de substratos comerciais, misturados com a casca de arroz carbonizada em diferentes proporções, Klein et al. (2002), observaram que esta pode ser utilizada para melhorar as propriedades físico-hídricas de substratos, propiciando melhor porosidade.

2.9 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE SUBSTRATOS

A geração de resíduos e subprodutos é inerente a qualquer setor produtivo. (Embrapa, 2008), entretanto esses resíduos e subprodutos não podem ser considerados como lixo, pois possuem valor econômico agregado por possibilitarem reaproveitamento no próprio processo produtivo (Pelizer et al., 2007).

A crescente pressão ambientalista leva as indústrias a buscarem alternativas para o destino dos resíduos gerados pelos processos industriais. Os custos de construção e manutenção de aterros industriais e os riscos ambientais que estes podem representar têm aumentado o interesse de vários tipos de indústrias em estudar a viabilidade de aplicação de resíduos na agricultura (Amaral et al., 1996). Entre os resíduos agroindustriais com potencial de utilização como substrato, destacam-se o bagaço-de-cana e a torta de filtro. Estes resíduos encontram-se em alta disponibilidade nas regiões de cultivo de cana-de-

açúcar e já foram testados com sucesso na produção de mudas de espécies florestais e frutíferas (Leles et al., 2000, Chaves et al., 2004; Serrano et al., 2006).

Resíduos de agroindústrias são recursos orgânicos em potencial para obtenção de compostagem e, conseqüentemente, adubação devido à sua riqueza em nutrientes, melhorando as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, refletindo em aumento da produtividade das culturas (Sharma et al., 1997).

De acordo com Brito (2006), a partir da década de 1990 até os dias atuais, o processo de utilização de resíduos orgânicos para geração de fertilizantes tem despertado um novo interesse, principalmente pela falta de locais para destinação correta desses resíduos e devido às pressões exercidas para utilização de métodos com menor impacto ambiental, visando o atendimento aos princípios do desenvolvimento sustentável.

No tocante aos resíduos, os principais fatores que afetam sua aplicação ao solo são: a composição química, características físicas, aspectos sanitários, quantidade gerada e o regime de liberação. Em relação ao solo, deve-se considerar, prioritariamente, todas aquelas características responsáveis pela capacidade do solo em desativar e estabilizar os resíduos, através de mecanismos físicos, químicos e biológicos. Entre essas podem-se citar: textura, estrutura, permeabilidade, pH e a capacidade de troca catiônica.

O composto orgânico de resíduos apresenta boa capacidade com relação às melhorias das características físicas, químicas e biológicas do solo, causando efeitos positivos no crescimento e desenvolvimento de plantas. O êxito no estabelecimento de uma cultura depende de vários fatores, entre os quais se podem destacar a qualidade das sementes e a escolha e manejo correto do substrato (Backes & Kampf, 1991).

Para serem utilizados como substrato, os compostos devem possuir boas propriedades físicas, como alta capacidade de reter a umidade e drenar o excesso de água (Corti & Crippa, 1998). Devem, também, promover de forma adequada o fornecimento de oxigênio e a eliminação do CO₂ (Wrap, 2004).

De acordo com Kiehl (1998), a qualidade do composto pode ser analisada de acordo com as diferentes referências: a qualidade vista pelo produtor, a exigida pela legislação e a vista pelo agricultor. Porém, em todas essas esferas, há, sem exceção, a preocupação comum no que diz respeito à umidade, à concentração de NPK e matéria orgânica e ao conteúdo de inertes (Kiehl, 2004).

A utilização de resíduos da agroindústria, disponíveis regionalmente, como componente para substratos pode propiciar a redução de custos, assim como auxiliar na

redução da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente (Fermino, 1996).

Segundo Wendling et al., (2002), não se conhece nenhum substrato de uso universal, pois cada espécie ou grupo de espécies vegetais apresenta características fisiológicas próprias, ou seja, existem espécies que tem preferencias por uma determinada faixa de pH, salinidade ou outro fator limitante ao seu crescimento. Substratos produtivos devem ser férteis, porém um substrato fértil pode não ser necessariamente produtivo, pois há que se considerar outras características (Wendling et al., 2002).

Segundo Gonçalves et al. (2000), os substratos adequados para a propagação de mudas através de semente ou estaca podem ser obtidos a partir da mistura de 70 a 80 % de um componente orgânico (esterco bovino, casca de eucalipto ou pinus, bagaço de cana, composto orgânico de lixo urbano, húmus de minhoca e outros resíduos), com 20 a 30 % de um componente usado para elevar a macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana carbonizado).

Utilizando biossólido proveniente de uma estação de tratamento de esgoto, casca de arroz carbonizada e um substrato comercial, Trigueiro & Guerrini (2003), constatou que doses iguais ou superiores a 70% de biossólidos foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis*; a dose contendo 50% de biossólido mais 50% de casca de arroz carbonizada apresentou os melhores resultados, semelhante ao substrato comercial concluindo que o uso deste biossólido é viável, do ponto de vista econômico/ambiental.

52 misturas, constituídas por vermiculita, moinha de carvão vegetal, composto orgânico (esterco bovino - 40% e capim gordura - 60%), turfa, terra de subsolo e esterco bovino. A espécie estudada foi o *Eucalyptus grandis* e o parâmetro pesquisado foi a altura da parte aérea. O melhor resultado foi constituído pela mistura de composto orgânico (80%) e moinha de carvão (Gomes et al., 1985)

Para Maia (1999), testando alguns dos resíduos gerados no processo de produção de celulose e papel (casca de pinus e lodo proveniente das estações de tratamento de efluentes industriais), para a produção de Pinus, preparou 14 substratos contendo estes Componentes com diferentes proporções de solo, constatou-se a presença do solo no substrato é dispensável e que o lodo, devido provavelmente à sua baixa porosidade, não deve ser utilizado isoladamente, apesar da sua relativa fertilidade. A mistura com casca de pinus melhorou os resultados, pois aumentou a porosidade e a aeração do substrato.

2.10 FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

O fertilizante organomineral possui características dos fertilizantes, tanto orgânicos quanto minerais. De acordo com Capítulo III da Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009, seção V, art. 8º, § 1º, os organominerais devem apresentar, no mínimo: 8% de carbono orgânico; capacidade de troca catiônica de 80 mmolc kg⁻¹ ; 10% de macronutrientes primários isolados (nitrogênio, fósforo e potássio) ou em misturas (NP, NK, PK ou NPK); 5% de macronutrientes secundários e umidade máxima de 30%. Essa atualização na legislação foi de grande importância para os produtores, pois assim há uma garantia mínima do produto que será adquirido, auxiliando no planejamento da adubação.

O adubo organomineral é viável tanto para os pequenos e médios quanto para os grandes produtores e empresários rurais. Além do benefício financeiro com a redução de gastos, e o benefício físico e biológico do solo, com o maior aporte de nutrientes e matéria orgânica, a adubação organomineral também tem uma vantagem ambiental. Este adubo é produzido a partir de resíduos orgânicos como restos de culturas e subprodutos da indústria (Royo, 2010).

São vários os benefícios para o solo com a aplicação de adubos orgânicos, pois eleva a capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o transporte e disponibilidade de micronutrientes, bem como reduz os teores de manganês, alumínio tóxico e acidez do solo (Rodrigues, 1994; Cardoso & Oliveira, 2002). Apesar de essa interação estar relacionada ao solo, as plantas são beneficiadas diretamente por essas alterações químicas provenientes da adubação orgânica.

Com relação às características físicas do solo, a adubação orgânica aumenta a retenção de água durante a seca e a drenagem em períodos chuvosos, reduzindo os riscos de enxurrada e, conseqüentemente, de erosão (Taiz & Zeiger, 2009). Isso é possível devido ao aumento da porosidade total, à redução da densidade e do grau de compactação do solo e à resistência a erosão hídrica e eólica (Celik et al., 2004; Leroy et al., 2008). Além disso, esse tipo de adubação aumenta a população da microflora e da microfauna, elevando assim a atividade microbiológica (Costa et al., 1986).

A adição de adubos orgânicos aumenta a respiração microbiana, sendo esse fator um indicativo da atividade microbiológica do solo. Contudo, vale ressaltar que

diferentes compostos orgânicos influenciam de diferentes formas na elevação da microbiota do solo (Severino et al., 2004).

A base do adubo é a compostagem de matéria orgânica que é a mistura de sobras da atividade agropecuária como bagaço de cana, palha de café, palha de milho, restos de horta agrícola, serragem e cama de frango. Essa matéria-prima é misturada à fontes minerais e fica pronta para ser aplicada diretamente no solo. Um grande problema enfrentado pelos produtores antes era que essa compostagem precisaria de muito tempo para ficar pronta, cerca de três meses. O uso do acelerador de decomposição proporcionou, em cerca de dez dias, o processo de compostagem. Muito vantajoso, em comparação ao período convencional de três meses de compostagem (Royo, 2010).

2.11 REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF**. Florestas Plantadas no Brasil. Brasília, 2011. Disponível em <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>>. Acesso em agosto de 2012.

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF**. Ano base: 2012. Brasília, 2013. 148 p. Disponível em <<file:///C:/Users/User/Downloads/anuario-ABRAF-2013.pdf>>. Acesso em julho de 2015.

ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radl. (vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) produzidas em diferentes substratos**. Curitiba, 2005. 105f. Dissertação (Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

AMARAL, R. D.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M.; FONTES, M. P. F. Efeito de um resíduo da indústria de zinco sobre a química de amostras de solo e plantas de milho. **Revista Brasileira Ciência dos Solos**, v.20, p.433-440, 1996.

ANDRADE, A. B., COSTA, G. S., FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira Ciência dos Solos**, v.24, p. 777-785, 2000.

ANDRADE, W. F.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, A. N. Multiplicação “in vitro” de *Eucalyptus grandis* sob estímulo com benzilaminopurina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1715-1719, dezembro 2006.

AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B.; NEVES, E. J. M. **Seleção e manejo de espécies florestais para fins energéticos na região de Iranduba**. AM. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. 6 p. (Pesquisa em Andamento, 41).

BACKES, M. A.; KAMPF, A. N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5. p. 753-758, 1991.

BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.

BARBOSA, R. I. Florestamento dos sistemas de vegetação aberta (savanas/cerrados) de Roraima por espécies exóticas. 2002. Disponível em: <http://agroeco.inpa.gov.br/reinaldo/RIBarbosa_ProdCient_Usu_Visitantes/2002AcaciaTeMasDiscussao_CEMAT>. Acesso em: setembro de 2014.

BRITO, M. **Manual de Compostagem**. Escola Superior Agrária de Ponte Lima (ESAPL), Portugal, 2006.

BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; ROVEDA, L. F.; ORRUTÉA, A. G. Ambiente inicial de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 257-267, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral. Corumbá – MS: Embrapa Pantanal, 2002. 4 p. (Circular Técnica, 35).

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 451p. 1995.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dezembro 2002.

CASTRO, J. **Eucalipto**: Desfazendo mitos e preconceitos. DEF-CEDAF. Painele florestal. Associação Mineira de Silvicultura. 2009. Disponível em <<http://www.painelflorestal.com.br/exibeNews.php?id=4790>>. Acesso em agosto de 2012.

CATIE. **Mangium, Acacia mangium**. Will.: especie de árbol de uso múltiple em América Central; CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1992, 58p. (Serie Tecnica. Informe Tecnico, n. 196)

CELIK, I.; ORTAS, I.; KILIC, S. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil & Tillage Research*. v.78, n.1, p.59-67, jun., 2004.

CHATURVEDI, A. N.; Potential of *Acacia mangium* plantations in India. **Annals of Forestry**. v.6, n.2, 245-247, 1998.

CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: Relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.

COLONNA, J. P.; THOEN, D.; DUCOUSSO, M.; BADJI, S. Comparative effects of *Glomus etunicatum* and P fertilizer on foliar mineral composition of *Acacia senegal* seedlings inoculate with *Rhizobium*. **Mycorrhiza**, v.1, p.35-38, 1991.

CORTI, C.; CRIPPA, L. Compost use in plant nurseries: hydrological na physicochemical characteristics. **Compost Science/Land Utilization**, Pennsylvania, v. 6, n. 1, p. 35-45, 1998.

COSTA, M. B. B. Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Ícone, 1986. 102p.

COSTA, M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1 p.19-24, 2005.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. Mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Belém: Funtec, 1999. 52 p.

FAO. Global Forest Resources Assessment. 2015. Disponível em:< <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/en/>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), 1996.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412p.

FONSECA, F. A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas. 74p. 2005.

FRANCO, A. A. CAMPELLO, E. F.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. Revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas-PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1994. p.145-153.

GARAY, I.; PELLENS, R.; KINDEL, A.; BARROS, E.; FRANCO, A. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in

Brazil: a contribution to the study of sustainable land use. **Applied Soil Ecology**. v.27. p.177-187. 2004.

GARCIA, J. N.; PEREIRA, M, G. **O Eucalipto e a pequena propriedade rural**. Piracicaba: ESALQ, 2010. 59p.

GENRO, C. J. M. Produção de mudas por via sexuada. In: HOPPE, J. M. (Ed.), **Produção de sementes e mudas florestais**. Caderno Didático nº1, 2ª Edição, Santa Maria: PPGEF, UFSM, 2004. 388p. Caderno didático.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-41, 1991.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação assexuada)**. 3ª edição, Viçosa: UFV, 2006.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, Viçosa, 9(1): 58-86, 1985.

GOMES, J. M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2004. (Caderno didático, 72).

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. CD-ROM.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba, IPEF, 2000. p.309-350.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERISSIMO, A. Mogno na Amazônia brasileira: ecologia e perspectiva de manejo. Belem: Imazon, 2002. 64 p.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio-sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

HOPPE, J. M., GENRO, C. J. M.; VARGAS, C. O.; FLORIANO, E. P.; REIS, E. R.; FORTES, F. O.; MULLER, I.; FARIAS, J. A.; CALEGARI, L.; DACOSTA, L. P. E. **Produção de sementes e mudas florestais**. Caderno Didático nº1, 2ª Edição, Santa Maria: PPGEF, UFSM, 2004. 388p. Caderno didático.

IBÁ. Relatório Ibá 2015. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf. Acesso em: 17 mar. 2016.

IATAURO, R.A. Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

IATAURO, R. A. Avaliação energética e econômica da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na Produção de mudas de aroeira – *Schinus terebinthifolius* raddi. Tese. Botucatu. 2004. Disponível em < [http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90463/iatauro_ra_me_botfca.pdf?s](http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90463/iatauro_ra_me_botfca.pdf?squence=1) equence =1 > Acessado dia 30 de abril de 2015.

JOKER, D. *Acacia mangium* Willd. **Seed Leaflet**, n. 3, Danida Forest Seed Centre, Denmark, 2000.

KAMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000b. p.209-215.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba,:E. J. Kiehl, 1998.

KIEHL, E. J. **Qualidade de composto orgânico e comercialização**. In: SIMPÓSIO. 2004.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substrato para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. 95p. (Documentos IAC, n. 70).

KONDO, M. K.; RESENDE, A.V. Recuperação de pastagens degradadas. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 210, p.36-45, 2001.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; MORGADO, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v. 24, n.1, p.13-20, 2000.

LELLES, J. G.; SILVA, F. P.; SILVA, J. C.: Caracterização do carvão vegetal produzido a partir de madeira de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.20, n.1, p.87-92, 1996.

- LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis* A.Chev. [Internet] registro de Protabase.LOUPPE, D., OTENG-AMOAKO, A.A.; BRINK, M. (Editors). PROTA (Recursos Vegetais da África Tropical / Recursos de l'Afrique vegetales tropicale), Wageningen, Holanda. 2008. Acessado em 14 de março de 2012.
- LEMMENS, R. H. M. J.; SOERIANEGARA, I.; WONG, W. C. Plant Resources of South-East Asia n° 5(2). Timber trees: Minor commercial timbers. **Backhuys Publishers**, Leiden. 1995. 655 p.
- LEROY, B. L. M.; HERATH, H.; SLEUTEL, S.; De NEYE, S.; GABRIELS, D.; REHEUL, D.; MOENS, M. The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions. *Soil Use and Management*. v. 24, n. 2, p.139-147, jun., 2008.
- LIMA, D.; GARCIA, L. C.; Avaliação de métodos para teste de germinação em sementes de *Acacia mangium* Willd.. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, 1996, p.180-185.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998.v 1 368 p.
- LUGO, A. E. Point-counterpoints on the conservation of big-leaf mahogany. USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. General Technical Report WO-64, 1999. 21 p.
- MACKEY, M. *Acacia mangium*: Un árbol importante para llanuras tropicales. **Hoja Informativa**, FACT 96-01S, 1996. Arizona, USA, 4 p.
- MAIA, C. M. B. F. Uso de casca de *pinus* e lodo biológico como substrato para produção de mudas de *Pinus Taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, N. 39, P.81-92, Jul./Dez. 1999.
- MALVESTITI, A. L. Uso das fibras de coco na floricultura. Curitiba: Sul Flores, 2, 2003. (Palestra).
- MELO, G. W. B.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. Substratos. In: **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Sistemas de Produção, 15. Versão Eletrônica. Ago./2006. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>> Acesso em setembro de 2012.
- MEXAL, J. L.; LANDS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM- 200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: USDA, Forest Service, 1990. p. 17-35.
- MORAIS, S. M. J.; ATAIDES, P. R. V.; GARCIA, D. C.; KURTZ, F. C.; OLIVEIRA, O. S.; WATZLAWICK, L. F. Uso do lodo de esgoto da Corsan – Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. *Sanare (SANEPAR)*, Curitiba, v.6, n.6, p.44-49, 1996.

MOUSSA, H. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid of Niger, West Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 104, n. 1, p. 27-34, 1998.

NCR. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast-growing acacias for the humid tropics**. National Academy Press, Washington D.C. 1983. 62 p.

NOVAES, A.B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 1998. 118f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1, 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PELIZER, H. L.; PONTIERI H. M; MORAES O. I. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. São Paulo: **Journal of Technology Management & Innovation**, vol. 2, 2007.

PEREZ, P. L.; BACHA, C. J. C. Comercialização e comportamento dos preços da madeira serrada nos estados de São Paulo e Pará. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 103-119, 2007.

PEZZUTTI, R. V.; SCHUMACHER, V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 117-125. 1999.

RODAN, B. D.; NEWTON, A. C., VERISSIMO, A. Mahogany Conservation: Status and policy initiatives. *Environmental conservation*. v. 19, p. 331-338. 1992.

RODRIGUES, E. T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 12, n.2, p. 260-262, 1994.

ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; SOUZA, C. R.; ***Acacia mangium***. Manaus, AM. EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2003 (Folder).

ROYO, J. Fertilizante proveniente da mistura de composto orgânico e fontes minerais mantém a mesma produtividade dos adubos comerciais. 2010. Disponível em: . Acesso em: 22 dez. 2015.

SABOGAL, C. **Silvicultura na Amazônia Brasileira**: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas. Belém: CIFOR, 2006. 190 p.

SANTOS, I. S. **Fungos micorrízicos arbusculares em ambiente de mata atlântica e de Eucaliptos na região de Entre Rios, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2001.

- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 173-178, fev. 2003.
- SEAG. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA – SEAG. Programa de Desenvolvimento Florestal do Espírito Santo. Vitória-ES: SEAG, v. 1, 1989. (Diagnóstico)
- SERRANO, L. A. L.; SILVA, C. M. M.; OGLIARI, J.; CARVALHO, A. J. C.; MARINHO, C. S.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.487-491, 2006.
- SEVERINO, L. S. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5. n. 1., jan., 2004.
- SHARMA, V. K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, G. Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: a review. **Energy Conversion and Management**, Elmsford, v.38, n. 5, p. 453-478, 1997.
- SILVA, A. P. P. **Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo em tubetes**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- SIMÕES, J. W. **Métodos de produção de mudas de eucalipto**. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia)- ESALQ-USP, Piracicaba. 1968.
- SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JUNIOR, M.; SOUSA, R. C. P.; Tratamentos pré germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.78-85, 2005.
- SNOOK, L. K. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in Cites. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 122, p. 35-46. 1996.
- SBS. SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Silviculture-se**. 2008. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/>>. Acesso em: setembro de 2012.
- SOUZA, F. X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p 11. jan/fev, 1993.
- SOUZA, L. A. B. BONNASSIS, P. A. P.; SILVA FILHO, G. N.; OLIVEIRA, V. L. Novos isolados de fungos ectomicorrízicos e o crescimento de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 235-241, fevereiro 2008.
- STURION, J. A.; GRAÇA, L. R.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores**. Colombo: Embrapa Florestas, CT 37, 2000. 20 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; PIVETTA, K. F. L. **Cultivo moderno de orquídeas *Cattleya* e seus híbridos**. Fortaleza, 2010. 179 p.

TAVEIRA, J. A. **Fibra de coco: uma nova alternativa para formação de mudas cítricas**, Agrofit, 2008. Resumo, disponível em <http://www.agrofit.com.br/portal/citros/52-citros/88-fibra-de-coco-uma-nova-alternativa-para-formacao-de-mudas-citricas->. Acesso em setembro de 2013.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. Pêra Rio) em vaso**. 1992. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

TONINI, H.; VIEIRA, B. A. H. Desrama, crescimento e predisposição à podridão-do-lenho em *Acacia mangium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41 n.7 Brasília jul. 2006.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**. v. 64, p.150 -162, 2003.

TURNBULL, J.W. Seis espécies de acácia para regiões do trópico úmido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p. 69-73, 1984.

VALVERDE, S. R. As plantações de eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, ano 18, n.107, 130 p, 2007.

VERÍSSIMO, A. GROGAM, J. Síntese da situação do mogno a nível internacional. Reunião do Grupo de Trabalho sobre o Mogno. Brasília, DF: IMAZON, 1998.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; TARIFA, R.; UHL, C. Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany. **Forest Ecology and Management**, v. 72, n. 1, p. 39-60. 1995.

VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L. Mancha-alvo em mogno-africano no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 70-71, 2009

WAHYUDI, I.; OKUYAMA, T.; HADI, Y. S.; YAMAMOTO, H.; Growth stresses and strains in *Acacia mangium*. **Forest Products Journal**, 49, 2, 1999, p. 77-81.

WALKER, C. Viveiro florestal: evolução tecnológica e legalização. *Revista Verde* (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.5, p. 08 - 14 dezembro de 2011. (edição especial)

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. Produção de mudas de araucária em tubetes. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 201).

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

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 209-220, 2006.

3 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* EM TUBETES CONVENCIONAIS E TUBETES BIODEGRADÁVEIS COM DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador a fim de ser usado na produção de mudas acácia sendo avaliados seus atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas mudas da espécie florestal. A condução foi realizada em sistema convencional (tubetes de polipropileno) em comparação com os tubetes biodegradáveis. O ensaio experimental foi conduzido no município de Goianira, GO. A pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e gerar o fertilizante organomineral. A segunda consistiu na produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos na primeira etapa foram secados para produzir os fertilizantes organominerais. A terceira etapa foi a produção de mudas de acácia, em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 2. O composto orgânico tipo I apresenta estatisticamente, superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio. Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. Altura e diâmetro do colo apresentam melhores resultados no sistema convencional, do que no sistema biodegradável. O tubete convencional proporciona maior acúmulo de macronutrientes nas plântulas de Acácia, quando comparado ao biodegradável. O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro em alguns tratamentos nas plântulas de acácia, quanto a outros micronutrientes o maior acúmulo foi no tubete convencional.

Palavras-chave: Preservação ambiental, adubação sustentável, resíduos agroindustriais.

ABSTRACT

The general objective was to produce granular organomineral fertilizers with the use of an accelerator biocatalyst in order to be used in the production of Acacia being evaluated its chemical attributes, measuring the phytotechnical aspects and concentration of nutrients in the seedlings of forest species. The conduction was carried out in conventional system (polyethylene tubes) in comparison to the biodegradable tubes. The experimental trial was conducted in the city of Goianira, GO. The research was carried out in three stages, the first one being the preparation of the agroindustrial residues to compose the mixtures and to generate the organomineral fertilizer. The second stage was the production of granulated organomineral fertilizer. The organic compounds (types I and II) produced in the first step were dried to produce the organomineral fertilizers. The third stage was the production of Acacia seedlings in a greenhouse, and the experimental design was randomized blocks in factorial scheme 7 x 2. The organic compound type I presents statistically superiority in the parameters organic matter, organic carbon and Carbon/Nitrogen ratio. The organomineral A and organomineral B fertilizers stand out positively among the others, in relation to the organic matter and organic carbon contents. Height and stem diameter shows better results in the conventional system than in the biodegradable system. The conventional tube provided a greater accumulation of

macronutrients in the acacia seedlings when compared to the biodegradable ones. The biodegradable tube provided greater accumulation of Iron in some treatments in the acacia seedlings, other micronutrients the greater accumulation was in the conventional tube.

Key-words: Environmental preservation, sustainable fertilizing, agro-industrial waste.

3.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Acacia* possui mais de 1.300 espécies largamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do globo (Rossi et al., 2003). Segundo Smiderle et al. (2005), a maior parte das espécies é encontrada no hemisfério sul e o principal centro de diversidade é a Austrália.

Uma característica notável é a habilidade de *A. mangium* para crescer em solos com pH baixo, como 4,2. Esta característica se torna importante, pois terras ácidas são difundidas nas regiões trópicas e esse é um atributo que distingue essa acácia de outras leguminosas, como a leucena que requer um pH acima de 5,5 (NRC, 1983). De acordo com Turnbull (1984), a espécie *A. mangium* é tolerante a solos ácidos e de baixa fertilidade, também tolera áreas dominadas pelas gramíneas do gênero *Imperata*, sendo utilizada para controle desta (Chatuverdi, 1998).

De acordo com Chaturvedi (1998), essa espécie sobrevive em terrenos rochosos, erodidos, em terras rasas, infecundas e ácidas. Assim, a espécie *A. mangium* destaca-se em programas de recuperação de áreas degradadas e representa uma opção silvicultural para o Brasil (Balieiro et al., 2004). Há interesse, também, parte por ela apresentar significativa capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras (Andrade et al., 2000).

Os tubetes convencionais de plásticos convencional apresentam várias vantagens, como por exemplo, simplificam as operações, agilizam o processo de produção e possuem baixos custos pelo reaproveitamento dos mesmos. Mas, em contrapartida, necessitam de um sistema adequado para o seu armazenamento, de uma limpeza rigorosa para não contaminar a muda e causar uma má qualidade nas árvores quando no campo (Iatauro, 2004),

Segundo Iatauro (2001), os tubetes elaborados com material biodegradável apresentam diversos pontos favoráveis. Por exemplo, é possível diferenciar o recipiente pela possibilidade de incorporação de adubo na formulação, também a introdução de fungicidas e inseticidas que causam perdas em viveiros.

O adubo organomineral é viável tanto para os pequenos e médios quanto para os grandes produtores e empresários rurais. Além do benefício financeiro com a redução de gastos, e o benefício físico e biológico ao solo, com o maior aporte de nutrientes e matéria orgânica, a adubação organomineral também tem uma vantagem ambiental. Este adubo é produzido a partir de resíduos orgânicos como restos de culturas e subprodutos da indústria (Royo, 2010).

São vários os benefícios para o solo com a aplicação de adubos orgânicos, pois eleva a capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o transporte e disponibilidade de micronutrientes, bem como reduz os teores de manganês, alumínio tóxico e acidez do solo (Rodrigues, 1994; Cardoso & Oliveira, 2002). Apesar de essa interação estar relacionada ao solo, as plantas são beneficiadas diretamente por essas alterações químicas provenientes pela adubação orgânica.

O objetivo desta pesquisa foi produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador para ser usado na produção de mudas de *Acacia mangium*, sendo avaliada a sua eficiência agrônômica, através do monitoramento dos atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas plantas. A pesquisa foi realizada em sistema convencional comparando a eficiência de tubetes de polipropileno e biodegradáveis.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido na estrutura física de uma empresa comercial localizada no município de Goianira, GO, que apresenta as coordenadas geográficas latitude de 16°31'42,64"S, longitude de 49°25'41,31"W e altitude de 754 metros. Apresenta precipitações médias anuais entre 1.200 e 1.800 mm, o período chuvoso estende-se de novembro a março e o período seco, de junho a agosto, com os meses de abril, maio e setembro representando os meses de transição. A temperatura máxima média é de 40 °C e a mínima de 11 °C (Sepin, 2003).

A pesquisa foi realizada em etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e a gerar o fertilizante organomineral. Para a composição dos compostos orgânicos foram utilizados quatro tipos de resíduos agroindustriais: bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro, cinzas, vinhaça e microrganismos decompositores (uso de biocatalisador).

O processo de compostagem dos resíduos agroindustriais é resultado da decomposição biológica do substrato orgânico, com a formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis.

Foram elaborados dois compostos orgânicos, sendo o composto orgânico do Tipo I constituído de 10,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 30,0% de torta de filtro, 30,0% de cinzas e 30,0% de vinhaça, e o composto orgânico do tipo II com 10,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 50,0% de torta de filtro, 20,0% de cinzas e 20,0% de vinhaça. Nos dois compostos orgânicos (tipos I e II) foi adicionado o produto biocatalizador acelerador nas dosagens de acordo com as especificações técnicas.

O preparo dos compostos orgânicos (tipos I e II) foi desenvolvido em cinco etapas: limpeza, secagem, trituração, uniformização do comprimento de fibras e mistura dos materiais através do uso de betoneira. Todos os materiais foram passados em peneira com malha de 1,0 cm e misturados de acordo com a composição dos compostos orgânicos (Tipo I e Tipo II) e, então, colocados para compostar.

Foi realizada a medição da temperatura das leiras nos dois compostos orgânicos (tipos I e II) por 120 horas em cinco pontos distribuídos aleatoriamente, houve variação média de temperatura de acordo com a composição dos materiais. As leiras de compostos foram umedecidas em dias alternados, assim como houve necessidade de revolvimento das mesmas para favorecer o processo de aeração semanalmente, durante a fase termofílica, e semanalmente até a maturação, segundo metodologia usada por Campos (1998).

Os resíduos agroindústrias (bagaço de cana-de-açúcar, cinzas, torta de filtro e vinhaça) foram coletadas em amostras simples, em cinco repetições, para constituição das subamostras dos compostos orgânicos (Tipos I e II).

Todas as amostras foram enviadas ao laboratório para serem analisadas, e os parâmetros de qualidade avaliados foram: determinação de carbono orgânico total (%), capacidade de troca catiônica (CTC), umidade máxima (%), pH, Nitrogênio Total (%), relação CTC/Carbono e relação Carbono/Nitrogênio (C/N), de acordo com a Instrução Normativa nº. 25 de 23 de julho de 2009.

A segunda etapa foi a produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos foram secados naturalmente com o uso da radiação solar para redução da umidade para 10% e, posteriormente, os mesmos receberam

um tratamento mecânico através de trituração/moagem para produzir uma fração granulométrica em forma de pó, atendendo a Instrução Normativa nº. 25 de 23 de julho de 2009, segundo a qual o material deverá passar 100% em peneira com malha de 2,0 mm e 70% do material passante em peneira de 0,84 mm.

A adição da fonte mineral, no caso específico, o fosfato natural reativo Bayova apresentou em sua composição: 29% de P_2O_5 total e 14 % de P_2O_5 em solução de ácido cítrico a 2% e relação 1:100, com 32% de cálcio. A granulometria das partículas permitiu 100% passante na peneira de 4,8 mm e 80% na peneira de 2,8 mm, classificado como fertilizante mineral simples, produto exclusivo para uso na Agricultura.

O tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-F).

Os fertilizantes organominerais produzidos em função dos tratamentos discriminados anteriormente foram classificados em função de sua granulometria como passante em 95% do material em peneira com malha de 4,0 mm e 5,0% do material passante em peneira de 1,0 mm, em consonância com a Instrução Normativa nº. 25 de 23 de julho de 2009.

As amostras de fertilizantes organominerais (classificados em OMA, OMB, OMC, OMD, OME E OMF) foram obtidas em repetições e enviadas ao laboratório para determinação dos parâmetros de qualidade: determinação do carbono orgânico total (%), capacidade de troca catiônica (CTC), teor de nitrogênio (N), teor de fósforo (P) e potássio (K), umidade máxima (%), pH, nitrogênio total (%), relação CTC/Carbono, Relação Carbono/Nitrogênio (C/N).

A terceira etapa foi a produção de mudas de *Acacia mangium* em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 2 (Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato

natural reativo (Fertilizante FOM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle) em tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.

Para a superação da dormência, as sementes de *A. mangium* foram imersas em água quente a 80° C por um minuto. Foram semeadas três sementes nas células dos blocos de resíduos agroindustriais e nos tubetes, a 1 cm de profundidade.

Antes da semeadura, todos os substratos receberam 6,0 g L⁻¹ de Osmocote de liberação lenta, da formulação 13-09-12 (N-P-K) + Micronutrientes. Os tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 formulados foram acondicionados em tubetes convencionais e biodegradáveis com capacidade 290 cm³.

Aos trinta dias após a semeadura foi avaliado a porcentagem de germinação de sementes nos tratamentos analisados, calculado dividindo-se o número de plântulas que emergiram no período, pelo número total de sementes distribuídas nos orifícios dos tubetes biodegradáveis e nos tubetes convencionais, posteriormente, o resultado foi multiplicado por 100.

Aos 40 dias foi realizado o desbaste das plântulas, mantendo a mais centralizada nos tubetes biodegradáveis e dos tubetes convencionais, as quais apresentavam melhor crescimento da parte aérea.

Como variáveis de avaliação da qualidade das mudas foram mensurados os dados fitotécnicos como a altura da parte aérea e o diâmetro do colo no final do experimento. Para a medição das mesmas foi utilizada régua de precisão e paquímetro digital, respectivamente.

Na última avaliação foram realizadas as análises destrutivas em quatro plantas por repetição, sendo elas: biomassa seca da parte aérea acondicionadas em estufa a 65° C até obter peso constante) e pesadas em balança analítica de precisão para serem usadas na determinação da concentração dos macronutrientes e micronutrientes foliares.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco e boro da parte aérea (folhas) de todas as plantas foram determinados de acordo com a metodologia Embrapa (1997).

Ao final do experimento, todos os dados foram agrupados e tabulados em planilhas e, posteriormente, as médias foram comparadas estatisticamente utilizando software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Constatando-se efeito significativo entre os

tratamentos, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias das variáveis analisadas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem é resultado da decomposição biológica aeróbia do substrato orgânico, sob condições que permitam a ocorrência natural de altas temperaturas, com formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis (Haug, 1993; Kiehl, 1985).

A temperatura média das leiras em processo de compostagem em condições experimentais em sua primeira avaliação (24 horas) variou de 42,0 a 66,3 °C (24 horas), na segunda variação (48 horas) de 38,0 a 62,6 °C, na terceira avaliação (72 horas) de 31,7 a 57,7 °C, na quarta avaliação de (96 horas) de 28,7 a 43,0 °C e na avaliação final de (120 horas) de 27,7 a 37,9 °C.

Tabela 2.1. Análise química dos compostos orgânicos do tipo I e tipo II.

Composto	N (%)	pH	M.O (%)	C. Orgânico (%)	Relação C/N	CTC	Relação CTC/C	Umidade (%)
1	1,12 a*	8,04 a	47,3 a	27,4 a	24,8 a	413,0 b	15,1 b	11,9 b
2	1,11 a	8,02 a	44,2 b	25,6 b	23,4 a	426,0 a	16,6 a	13,0 a

*Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** pH = potencial hidrogênico; MO= matéria orgânica; C. orgânico= carbono orgânico; Relação C/N= relação carbono/nitrogênio; CTC= Capacidade de troca de cátions e C= Carbono

O composto orgânico (tipo I) foi selecionado por apresentar estatisticamente superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio (Tabela 3.1). A matéria orgânica (MO) é formada de organismo, resíduos vegetais e animais, em decomposição. A matéria orgânica é a principal reguladora da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), proporciona a ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos do solo e estimulação da biota do solo, portanto constitui a base fundamental para a produtividade agrícola sustentável. Através dos seus efeitos diretos, é capaz de modular as condições químicas, físicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, a eficiência nutricional, sendo considerada uma importante indicadora da qualidade do solo. Ela é considerada, também, fonte de nutrientes para as plantas,

influencia a infiltração, retenção de água, estruturação e susceptibilidade do solo à erosão (Conceição et al., 2005).

Foi constatado por Steiner, et al. (2011) verificaram que a aplicação de fontes orgânicas, independentemente da complementação com fertilizante mineral, proporcionou incrementos significativos no teor de carbono orgânico do solo quando comparada à adubação mineral. Afirmaram, ainda, que entre a utilização de fertilizantes nitrogenados minerais ou orgânicos, evidencia-se que o N adicionado na fonte orgânica é mais eficiente na promoção de maior acúmulo de carbono orgânico no solo, o que promove melhor desenvolvimento de plantas.

O Carbono orgânico total (CO%) participa com 58% na composição da matéria orgânica do solo. O carbono orgânico (%) no composto I foi de 27,4% sendo estatisticamente superior ao seu teor no composto II.

No que se refere às especificações e garantias mínimas e limites máximos para contaminantes e nutrientes, segundo os critérios definidos pela Instrução Normativa nº 025/2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), observou-se, na presente pesquisa, que os compostos orgânicos I e II após processo de humificação, apresentaram valores de nitrogênio (N%), pH, matéria orgânica (MO%) e carbono orgânico (CO%) dentro das garantias mínimas exigidas pela legislação. A legislação brasileira (Kiehl, 2002) exige que um fertilizante composto deve apresentar as seguintes garantias mínimas para ser comercializado: matéria orgânica total (mínimo de 40%), nitrogênio total (mínimo de 1%), umidade (máximo de 40%), relação C/N (máximo de 18/1) e índice pH (mínimo de 6,0). Destaca-se que os compostos orgânicos I e II apresentaram valores de relação C/N superiores aos limites máximos da legislação específica aos fertilizantes orgânicos. A relação C/N é um dos mais tradicionais indicadores de maturação de um composto orgânico.

A caracterização química dos fertilizantes organominerais permitiu verificar que os fertilizantes FOM A e FOM B se destacaram positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. O fertilizante FOM D apresentou maior percentual de nitrogênio, maiores CTC e relação CTC/C. Os fertilizantes FOMA, FOMB e FOMD apresentam percentual de carbono orgânico acima de 20, o que é considerado satisfatório de acordo com a Instrução Normativa número 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), na qual o mínimo exigido são 8%. Com relação à umidade e CTC os três fertilizantes mencionados também

satisfazem os requisitos especificados pela Instrução Normativa, que são o máximo de 30% de umidade e CTC, mínimo de 80 mmolc/kg⁻¹, tendo os fertilizantes apresentado umidade entre 7,5 e 9,6 % e CTC entre 424 e 680 mmolc/kg⁻¹ observados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Resultado das análises química dos fertilizantes organominerais granulados.

Parâmetros	Fertilizantes Organominerais					
	FOM-A	FOM-B	FOM-C	FOM-D	FOM-E	FOM-F
N(%)	1,8 ab*	1,2 d	1,2 d	1,9 a	1,6 bc	1,4 cd
pH	7,7 b	8,0 a	7,9 ab	7,9 ab	8,0 a	7,9 ab
M.O. (%)	42,3 a	42,2 a	37,4 c	41,5 b	35,2 d	32,3 e
C.Orgânico (%)	24,5 a	24,5 a	21,7 c	24,1 b	20,5 d	18,9 e
Relação C/N	13,7 cd	15,5 ab	16,7 a	12,1 d	12,1 d	14,5 bc
CTC	560 b	424 d	380 e	680 a	430 c	430 c
Relação CTC/C	22,6 c	17,5 e	17,5 e	28,2 a	21,0 d	22,8 b
Umidade (%)	7,6 b	7,5 b	7,3 b	9,6 a	9,0 a	7,5 b
Potássio (% K ₂ O)	0,48 a	0,30 b	0,30 b	0,40 ab	0,36 ab	0,28 b
Fósforo P ₂ O ₅ Total (%)	2,6 e	5,5 c	9,6 a	4,6 d	6,7 b	0,3 e
Fósforo P ₂ O ₅ Água (%)	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a

* Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FOM-A= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. FOM-B= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. FOM-C= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. FOM-D= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. FOM-E= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. FOM-F= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo.

No desenvolvimento do ensaio experimental foi obtida a porcentagem de emergência das plântulas de acácia, conduzidas em tubetes biodegradáveis e tubetes convencionais.

No sistema tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis, a porcentagem de emergência em função dos tratamentos não apresentou diferenças estatística, ocorrendo o menor valor de emergência de plântulas no tratamento 4, tanto em tubetes convencionais,

quanto biodegradáveis e os maiores valores foram obtidos nos tratamentos 3 e 5, no sistema convencional, e nos tratamentos 1 e 6 para os sistema biodegradável (Tabela 3.3).

Fonteno (1996) aponta quatro fatores que afetam o status da água e do ar em recipientes: o substrato (componentes e quantidades), o recipiente, as práticas de irrigação e os procedimentos de manuseio dos substratos.

Tabela 3.3: Emergência de plântulas de Acácia em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Tratamentos	Emergência de plântulas de Acácia (%)	
	Convencional	Biodegradável
1	91,50 Aa	83,00 Aa
2	87,50 Aa	74,75 Aa
3	95,75 Aa	74,50 Aa
4	79,00 Aa	70,50 Aa
5	95,75 Aa	74,75 Aa
6	91,50 Aa	87,25 Aa
7	91,50 Aa	74,75 Aa

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. T7 = substrato comercial.

Para o atributo altura de plantas houve diferenças estatísticas entre os valores, nos sistemas de produção em tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis. Observou-se superioridade de valores no sistema convencional em comparação com os valores obtidos nas plantas dos tubetes biodegradáveis, sendo o maior valor obtido no tratamento 2 (11,75 cm de altura) no sistema convencional em comparação a 4,65 cm de altura das plantas no mesmo tratamento (Tabela 3.4). Estes dados refletem um incremento de altura das plantas no sistema convencional para o tratamento 2, de 60,4% superior, ao do sistema biodegradável.

Tabela 3.4. Altura de das plântulas de Acácia em função dos tratamentos e do sistema de uso de tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.

Tratamento	Convencional	Biodegradável
	Altura de Acácia (cm)	
1	11,00 Aa	5,52 Ab
2	11,75 Aa	4,65 Ab
3	11,25 Aa	5,10 Ab
4	9,87 Aa	5,25 Ab
5	10,62 Aa	5,10 Ab
6	10,12 Aa	5,37 Ab
7	9,37 Aa	4,37 Ab

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. T7 = substrato comercial

Para o diâmetro de colo das plantas de acácia, em função dos tratamentos estudados, verificou-se que o tratamento 7 (controle) apresentou diferença estatística entre tratamentos, o que resultou em menor valor de diâmetro de colo (0,76 mm) Tabela 3.5. O tratamento 4 apresentou valores estatisticamente superiores no sistema de produção de mudas em tubetes convencionais, comparativamente aos valores das plantas em tubetes biodegradáveis.

A altura e diâmetro do colo são considerados como as variáveis morfológicas mais antigas e importantes na classificação e seleção de mudas e, ainda, continuam podendo ser indicadas como variáveis de grande utilidade para essa avaliação (Parviainen, 1981).

Verifica-se que o teor de N (Nitrogênio) no tecido vegetal das mudas de acácia, quando conduzidas em tubete convencional, foi estatisticamente maior no tratamento de adubação 7, apresentando 3,16 g.kg⁻¹de N (Tabela 3.6). O tratamento 3 foi o que

apresentou menor teor de N, com $1,14 \text{ g.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, as plantas apresentaram o maior teor de N quando submetidas ao tratamento 3 ($3,26 \text{ g.kg}^{-1}$), e o tratamento 5 proporcionou o menor teor desse nutriente.

Tabela 3.5. Diâmetro de colo das plântulas de Acácia em função dos tratamentos e do sistema de uso de tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.

Tratamento	Convencional	Biodegradável
	Diâmetro de colo de Acácia (mm)	
1	1,08 Aba	0,72 Aa
2	1,14 Aba	0,83 Aa
3	1,05 Aba	0,69 Ab
4	1,42 Aa	0,80 Ab
5	1,10 Aba	0,80 Aa
6	1,33 Aa	1,02 Aa
7	0,76 Ba	0,67 Aa

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo. T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo. T7 = substrato comercial

Entre os tubetes utilizados, o convencional proporcionou maiores teores de N nos tratamentos 5, 6 e 7, e o biodegradável nos demais tratamentos.

O N é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento. Na fase de muda, nutrientes como N e P são importantes para o rápido crescimento radicular do eucalipto (Barros et al., 1997), uma vez que eles são os que mais alteram a produção de raízes quando fornecidos em quantidades insuficientes (Clarkson, 1985).

O teor de P (Fósforo), no tubete convencional, foi maior no tratamento 2, apresentando $3,40 \text{ g.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, não foi verificada diferença estatística

entre os tratamentos, que apresentaram em média, $1,09 \text{ g.kg}^{-1}$. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores teores de P em todos os tratamentos.

Assim, mesmo sem resposta nutricional à aplicação de fosfato de rocha durante a formação de mudas, Franco (1984) recomendou a aplicação de fosfato de rocha para a formação de mudas que se destinam a áreas degradadas ou áreas que serão pouco fertilizadas no plantio. Diversos autores estudaram o efeito do fósforo no crescimento inicial das plantas, e respostas à adubação fosfatada em programas de recuperação de áreas degradadas são relatadas na literatura a respeito de várias espécies (Dias et al., 1991; Renó, 1994; Fernandes et al., 2000).

O potássio (K) é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais. O potássio não faz parte de nenhuma estrutura ou moléculas orgânicas na planta, como o nitrogênio e o fósforo (Meurer, 2006).

Quanto ao K, no tubete convencional, o tratamento 4 foi o que apresentou o maior teor, $12,16 \text{ g.kg}^{-1}$. No entanto o menor teor foi verificado no tratamento 2, com $9,60 \text{ g.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, o tratamento 1 apresentou a maior quantidade do nutriente ($5,10 \text{ g.kg}^{-1}$). Entre os tubetes, o tipo convencional apresentou maiores teores de K, em todos os tratamentos de adubação.

A maior parte do cálcio no tecido vegetal está localizada nas paredes celulares atua também, na absorção iônica, particularmente na correção do efeito desfavorável da concentração hidrogeniônica excessiva, sendo essencial o cálcio para que tal efeito não diminua a absorção de nutrientes, pois é indispensável à manutenção da estrutura das celulares (Vittiet al., 2006).

Os teores de Ca (Cálcio) no tubete convencional, foram maiores no tratamento 7 ($22,00 \text{ g.kg}^{-1}$), e os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si. No tubete biodegradável, os tratamentos 5, 6 e 7 se destacaram com maiores teores do nutriente. Entre os tubetes, os teores de Ca foram maiores no convencional para todos os tratamentos, com exceção do 6, que não apresentou diferença entre os dois tipos de tubetes.

A função mais conhecida do magnésio é compor a molécula de clorofila, além disso, trabalha como ativador enzimático mais do que qualquer outro elemento (Mengel, Kirkby, 1987; Vitti et al., 2006).

O Mg (Magnésio) foi verificado com maiores teores, quando utilizado o tubete convencional, no tratamento 7, com $8,30 \text{ g.kg}^{-1}$. Já com o tubete biodegradável, os tratamentos 3, 5, 6 e 7 tiveram maiores teores de Mg do que os demais. Entre os tubetes, o convencional apresentou, em todos os tratamentos, maiores valores do nutriente.

A maior parte do enxofre no solo está na forma orgânica, que, por via microbiana é convertido às formas disponíveis para as plantas. As proteínas são os compostos nas quais a maior parte do enxofre e do nitrogênio se incorpora (Vitti et al., 2006).

Quanto ao S (Enxofre), no tubete convencional não houve diferença significativa entre os tratamentos, com exceção do tratamento 7, que apresentou valor inferior aos demais ($1,50 \text{ g.kg}^{-1}$). No tubete biodegradável, o maior teor do nutriente foi encontrado no tratamento 2, com $1,23 \text{ g.kg}^{-1}$, e o menor teor foi encontrado no tratamento 7, assim como ocorreu para o tubete convencional. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores valores, independente do tratamento.

De forma geral, o tubete convencional proporcionou maior acúmulo de macronutrientes nas plântulas de Acácia, quando comparado ao biodegradável. Quanto aos tratamentos, os resultados foram variados.

A absorção de cobre pelas plantas ocorre por meio de processo ativo e, existem evidências de que este elemento iniba fortemente a absorção de zinco e vice versa (Bowen, 1969).

Nas plântulas de acácia, plantadas em tubete convencional, o teor de Cu (Cobre) foi superior no tratamento 3, com $8,50 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Tabela 3.7). Já o menor valor foi encontrado no tratamento 1, com $6,30 \text{ mg.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, o teor de Cu foi maior no tratamento 6, com $5,80 \text{ mg.kg}^{-1}$. Entre os tipos de tubetes, o convencional apresentou maiores teores, independente do tratamento de adubação.

A principal função do ferro é a ativação de enzimas, atuando como grupo prostético, participa em reações fundamentais de oxirredução. Em relação ao metabolismo do ferro na planta, deve-se levar em conta que este apresenta baixa mobilidade nos tecidos vegetais (Alves, 2013).

O teor de Fe (Ferro) nas plântulas de acácia, no tubete convencional foi maior para o tratamento 7, com $156,79 \text{ mg.kg}^{-1}$, e foi menor no tratamento 3, com $99,06 \text{ mg.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, o maior teor encontrado foi no tratamento 1, com $222,23 \text{ mg.kg}^{-1}$. E o menor foi no tratamento 7, com $60,73 \text{ mg.kg}^{-1}$. Entre os tipos de tubetes, o

convencional apresentou maiores valores nos tratamentos 3, 4, 5, 6 e 7. Nos outros dois tratamentos, o tubete biodegradável foi superior quanto aos teores do nutriente.

Tabela 3.6: Teor de Macronutrientes na parte aérea ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) de mudas de *Acacia mangium* cultivadas em dois tipos de tubetes e submetidas a diferentes tratamentos de adubação.

TUBETE	Nitrogênio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	1,90 Bc*	1,53 Be	1,14 Bf	1,70 Bc	2,12 Ab	2,08 Ab	3,16 Aa
Biodegradável	2,78 Ac	2,97 Ab	3,26 Aa	1,80 Ae	1,50 Bf	1,14 Bg	2,12 Bd
TUBETE	Fósforo						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	2,70 Aab*	3,40 Aa	3,23 Aab	2,70 Aab	2,20 Aab	2,40 Aab	2,03 Ab
Biodegradável	1,40 Ba	1,40 Ba	1,33 Ba	1,00 Ba	0,90 Ba	0,53 Ba	1,10 Ba
TUBETE	Potássio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	11,00 Ac*	9,60 Ae	11,50 Ab	12,16 Aa	11,40 Ab	11,50 Ab	10,20 Ad
Biodegradável	5,10 Ba	3,50 Bc	4,10 Bb	3,50 Bc	3,46 Bc	3,03 Bd	3,10 Bd
TUBETE	Cálcio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	17,00 Ab*	18,00 Ab	15,66 Ab	16,00 Ab	17,00 Ab	16,00 Ab	22,00 Aa
Biodegradável	11,00 Bb	11,00 Bb	12,33 Bb	11,00 Bb	15,00 Ba	15,00 Aa	15,00 Ba
TUBETE	Magnésio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	6,00 Ac*	6,80 Ab	5,50 Ad	6,20 Ab	6,10 Ab	5,50 Ad	8,30 Aa
Biodegradável	3,70 Bb	3,63 Bb	4,10 Ba	3,26 Bc	4,10 Ba	4,20 Ba	4,20 Ba
TUBETE	Enxofre						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	1,80 Aa*	1,80 Aa	1,80 Aa	2,03 Aa	1,90 Aa	2,00 Aa	1,50 Ab
Biodegradável	1,03 Babc	1,23 Ba	1,16 Bab	1,00 Babc	1,00 Babc	0,93 Bbc	0,90 Bc

*Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle)

O manganês ocorre na seiva das plantas na forma livre de Mn^{2+} é essencial à síntese de clorofila e sua função principal está relacionada com a ativação de enzimas. Considera-se que o manganês é facilmente absorvido pelas plantas quando na forma solúvel no solo, numa relação direta entre o teor do elemento solúvel no solo e sua concentração na planta.

Tabela 3.7. Teor de Micronutrientes na parte aérea (mg.kg^{-1}) de mudas de acácia *mangium* plantadas em dois tipos de tubetes e submetidas a diferentes tratamentos de adubação.

TUBETE	Cobre						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	6,30 Af*	7,60 Ac	8,50 Aa	8,10 Ab	6,60Ae	7,80 Ac	7,00 Ad
Biodegradável	4,50 Bc	4,06 Be	4,03 Be	5,20 Bb	4,40 Bcd	5,80 Ba	4,20 Bde
TUBETE	Ferro						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	111,83 Bc*	121,26 Bb	99,06 Af	102,26 Ad	100,50 Ae	100,59 Ae	156,79 Aa
Biodegradável	222,23 Aa	170,43 Ab	80,40 Bd	80,36 Bd	68,66 Be	90,36 Bc	60,73 Bf
TUBETE	Manganês						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	22,43 Af*	27,40 Ad	26,46 Ad	39,30 Aa	30,46 Ac	25,43 Ae	36,03 Ab
Biodegradável	9,43 Bc	14,53 Ba	10,43 Bb	7,33 Be	8,26 Bde	9,20 Bcd	9,16 Bcd
TUBETE	Zinco						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	13,26 Ae*	14,56 Ade	18,26 Ab	18,76 Ab	14,70 Ad	16,40 Ac	20,66 Aa
Biodegradável	11,30 Bb	13,60 Ba	13,53 Ba	11,46 Bb	11,56 Bb	12,23 Bab	13,10 Ba
TUBETE	Boro						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	9,56 Ba*	7,53 Ab	6,36 Bbc	5,00 Bc	6,96 Ab	10,00 Aa	11,03 Aa
Biodegradável	12,06 Aa	6,00 Bd	9,33 Abc	9,56 Ab	7,53 Acd	7,03 Bd	7,53 Bcd

Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle)

*Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O Mn (Manganês) nas plântulas de acácia, quando utilizado tubete convencional, apresentou maior teor no tratamento 4, e o menor teor foi verificado no tratamento 1. No tubete biodegradável, o maior teor de Mn foi encontrado no tratamento 2, e o menor teor foi encontrado no tratamento 4. Entre os tipos de tubetes, o convencional apresentou maiores valores do que o biodegradável, independente do tratamento utilizado.

O zinco é absorvido na forma de Zn^{2+} tanto por via radicular como foliar. Atua como co-fator enzimático sendo essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura protéica.

O teor de Zn (Zinco) nas plântulas de acácia, no tubete convencional, apresentou o maior valor no tratamento 7, com $20,66 \text{ mg.kg}^{-1}$, no entanto menor valor foi no tratamento 1, com $13,26 \text{ mg.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, os maiores teores foram

encontrados no tratamentos 2, 3 e 7. Entre os tipos de tubetes, o convencional foram superiores, independente do tratamento.

O boro é absorvido pela planta como ácido bórico e, provavelmente como ânion borato a valores elevados de pH, tanto por via radicular como foliar. Tem importante função na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidrato.

Os teores de B (Boro) nas plântulas de acácia, no tubete convencional, foram maiores nos tratamentos 1, 6 e 7. No tubete biodegradável, o maior teor foi no tratamento 1, com $12,06 \text{ mg.kg}^{-1}$. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores teores nos tratamentos 2, 5, 6 e 7. Os demais tratamentos apresentaram maior teor de B no tubete biodegradável.

3.4 CONCLUSÃO

- O composto orgânico tipo I apresenta superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio.
- Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico.
- Altura e diâmetro do colo apresentam melhores resultados no sistema convencional.
- O tubete convencional proporciona maior acúmulo de macronutrientes nas plântulas de Acácia, quando comparado ao biodegradável.
- O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro nas plântulas de acácia, para os outros micronutrientes o maior acúmulo foi no tubete convencional.

3.5 REFERÊNCIAS

ALVES, M. S. **Efeitos da solução nutritiva no crescimento e qualidade de mudas de mogno africano**. Boa Vista, 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima. 2013.

ANDRADE, A. B., COSTA, G. S., FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira Ciência dos Solos**, v.24, p. 777-785, 2000.

BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e

decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. NOVAIS, R. F. Nutrição e adubação de eucalipto. **Inf. Agropec**, 18:70-75, 1997.

BOWEN, J. E. Absorption of cooper, zinc and manganese by sugarcane tissue. *PlantPhysiology*, v.44, p. 255-261.1969.

CAMPOS, A. L. O. **Avaliação metodológica da estabilização da fração orgânica putrescível em uma leira de compostagem de resíduos sólidos domiciliares.** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 1998.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA. H. Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral. Corumbá – MS: Embrapa Pantanal, 2002. 4 p. (Circular Técnica, 35).

CARNEIRO, J. G. de A.; PARVIAINEN, J. V. Comparison of production methods for containerized pinus (*Pinus elliotti*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonotaja**. v.302, p.6-24, 1988.

CHATURVEDI, A. N.; Potential of *Acacia mangium* plantations in India. **Annals of Forestry**. v.6, n.2, 245-247, 1998.

CLARKSON, D. T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: ROSAND, P.C., ed. Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1985. p.45- 75.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd. 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.11- 22, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e metodos de análise de solos**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPA. Documentos,1).

FERNANDES, L. A., FURTINI NETO, A. E., FONSECA, F. C. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análises estatística. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FRANCO, A. A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.253-261, 1984.

HAUG, R.T. **The Pratical Handbook of Compost Engineering**. Lewis, Boca Ratón, 1993.

IATAURO, R.A. Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

IATAURO, R. A. Avaliação energética e econômica da substituição de Tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na Produção de mudas de aroeira – *Schinus terebinthifolius* raddi. Tese. Botucatu. 2004. Disponível em <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90463/iatauro_ra_me_botfca.pdf?squence=1> Acessado dia 30 de abril de 2015.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem:** maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba, 2002.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

LEMMENS, R. H. M. J.; SOERIANEGARA, I.; WONG, W. C. Plant Resources of South-East Asia n° 5(2). Timber trees: Minor commercial timbers. **Backhuys Publishers**, Leiden. 1995. 655 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MEURER, E. J. Potássio. In: MANLIO, S. F. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282-298.

NCR. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast-growing acacias for the humid tropics.** National Academy Press, Washington D.C. 1983. 62 p.

PARVIAINEN, J. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1981, v.2, p.111-130.

RENÓ, N. **Requerimentos nutricionais e resposta ao P e fungo micorrízico de espécies nativas no Sudeste brasileiro.** Lavras : ESAL, Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) 62p., 1994.

RODRIGUES, E. T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira.** Brasília, v. 12, n.2, p. 260-262, 1994.

ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; SOUZA, C. R.; *Acacia mangium.* Manaus, AM. EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2003 (Folder).

ROYO, J. Fertilizante proveniente da mistura de composto orgânico e fontes minerais mantém a mesma produtividade dos adubos comerciais. 2010. Disponível em: . Acesso em: 22 dez. 2015.

SEPIN - Secretaria do Planejamento e do Desenvolvimento do Estado de Goiás – SEPLAN. Superintendência de Pesquisa e Informação – SEPIN. 2003. Disponível em: . Acessado em: 15/09/11.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JUNIOR, M.; SOUSA, R. C. P.; Tratamentos pré germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.78-85, 2005.

TONINI, H.; VIEIRA, B. A. H. Desrama, crescimento e predisposição à podridão-do-lenho em *Acacia mangium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41 n.7 Brasília jul. 2006.

TURNBULL, J.W. Seis espécies de acácia para regiões do trópico úmido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p. 69-73, 1984.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 299-326, 2006.

4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Khaya ivorensis* EM TUBETES CONVENCIONAIS E TUBETES BIODEGRADÁVEIS EM DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS

RESUMO

O objetivo geral foi produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador para ser usado na produção de mudas de Mogno africano sendo avaliados seus atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas mudas. Foram utilizados tubetes de polipropileno convencional e biodegradáveis. O ensaio experimental foi conduzido no município de Goianira, GO, em três etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e a gerar o fertilizante organomineral. A segunda etapa foi a produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos na primeira etapa foram secados para produzir os fertilizantes organominerais. A terceira etapa foi a produção de mudas mogno africano, em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 2. O composto orgânico tipo I apresenta superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio. Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. Altura e diâmetro do colo das mudas de mogno africano apresentam melhores resultados em tubetes convencionais, que em tubetes biodegradáveis. O tubete convencional proporciona maior acúmulo de macronutrientes nas plântulas de mogno africano, quando comparado ao biodegradável, com poucas exceções. O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro e zinco em alguns tratamentos nas plântulas de mogno, outros micronutrientes apresentaram maior acúmulo no tubete convencional.

Palavras-chave: preservação ambiental, adubação sustentável, resíduos agroindustriais.

ABSTRACT

The general objective was to produce granular organomineral fertilizers using accelerator biocatalyst to be used in the production of mahogany, being evaluated its chemical attributes, measuring the phytotechnical aspects and concentration of nutrients in the seedlings of forest species. The conduction was carried out in conventional system polyethylene tubes compared to biodegradable tubes. The experiment was carried out in Goianira, Goiás, GO. The research was carried out in three stages, the first one being the preparation of the agroindustrial residues to compose the mixtures and to generate the organomineral fertilizer. The second stage was the production of granulated organomineral fertilizer. The organic compounds (types I and II) produced in the first step were dried to produce the organomineral fertilizers. The third step was the production of mahogany greenhouse seedlings, and the experimental design was randomized blocks in factorial scheme 7 x 2. The organic compound type I presents statistically superiority in the parameters organic matter, organic carbon and Carbon/Nitrogen ratio. The organomineral A and organomineral B fertilizers stand out positively among the others, in relation to the organic matter and organic carbon contents. Height and stem diameter shows better results in the conventional system than in the Biodegradable system. The conventional tube

provide greater accumulation of macronutrients in Mahogany seedlings when compared to biodegradable, with few exceptions. The biodegradable tube provided greater accumulation of iron and zinc in some treatments in the mahogany seedlings, other micronutrients the greatest accumulation was in the conventional tube.

Key-words: Environmental preservation, sustainable fertilizing, agro-industrial waste.

4.1 INTRODUÇÃO

Entre as espécies exploradas em larga escala pelo setor madeireiro, e sob ameaça de extinção, encontra-se o mogno (*S. macrophylla*), conhecida também como aguana, araputango, cedro, mogno-brasileiro (Lorenzi, 1998; Sudam, 1979). A área de ocorrência natural do mogno se estende desde o México, passando pela costa atlântica da América Central, até um amplo arco do sul da Amazônia venezuelana, equatoriana, colombiana, peruana, boliviana e brasileira (Veríssimo & Grogam, 1998). Sua madeira pode ser utilizada para construções de mobiliário maciço e de luxo, folheado, rodapé, contraplacado e molduras, construção naval, painéis, pisos, marcenaria de interior e exterior, revestimento exterior, embarcações leves e artesanato. Árvore de porte alto, o mogno pode alcançar mais de 50 m de altura e seu tronco pode atingir até 3 m de diâmetro (Lorenzi, 1998).

Segundo Lemmens (2008), a espécie *Khaya ivorensis* (A. Chev) teve sua origem e distribuição a partir da Costa do Marfim e de Camarões, leste e sul de Cabinda (Angola) e, possivelmente, também ocorre na Guiné, Libéria, República Centro Africano e Congo. É uma espécie amplamente cultivada nas plantações dentro da sua área natural de distribuição, mas também na Ásia e América tropical. Ocorre desde 0 a 450 m de altitude, normalmente em vales úmidos, suportando inclusive inundações durante o período das chuvas. Entretanto, é muito sensível ao período de estiagem (Grogan et al., 2002,).

Os tubetes de plásticos convencional apresentam várias vantagens, como por exemplo, simplificam as operações, agilizam o processo de produção e possuem baixos custos pelo reaproveitamento dos mesmos. Mas, em contrapartida, necessitam de um sistema adequado para o seu armazenamento, de uma limpeza rigorosa para não contaminarem a muda e causar uma má qualidade nas árvores quando no campo (Iatauro, 2004),

Segundo Iatauro (2001), os tubetes elaborados com material biodegradável apresentam diversos pontos favoráveis. Como por exemplo, é possível diferenciar o

recipiente pela possibilidade de incorporação de adubo na formulação, também a introdução de fungicidas e inseticidas que causam perdas em viveiros.

O adubo organomineral é viável tanto para os pequenos e médios quanto para os grandes produtores e empresários rurais. Além do benefício financeiro com a redução de gastos, e o benefício físico e biológico do solo, com o maior aporte de nutrientes e matéria orgânica, a adubação organomineral também tem uma vantagem ambiental. Este adubo é produzido a partir de resíduos orgânicos como restos de culturas e subprodutos da indústria (Royo, 2010).

São vários os benefícios para o solo com a aplicação de adubos orgânicos, pois eleva a capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o transporte e disponibilidade de micronutrientes, bem como reduz os teores de manganês, alumínio tóxico e acidez do solo (Rodrigues, 1994; Cardoso & Oliveira, 2002). Apesar dessa interação estar relacionada ao solo, as plantas são beneficiadas diretamente por essas alterações químicas provenientes da adubação orgânica.

O objetivo deste trabalho é produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador para uso na produção de mudas de *Khaya ivorensis*, sendo avaliada a sua eficiência através do monitoramento dos atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas plantas. A pesquisa foi realizada em sistema convencional comparando a eficiência de tubetes de polipropileno e tubetes biodegradáveis.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido na estrutura física de uma empresa comercial localizada no município de Goianira, GO, nas coordenadas geográficas latitude de 16°31'42,64"S, longitude de 49°25'41,31"W e altitude de 754 metros. Apresenta precipitações médias anuais entre 1.200 e 1.800 mm, o período chuvoso estende-se de novembro a março e o período seco, de junho a agosto, com os meses de abril, maio e setembro representando os meses de transição. A temperatura máxima média é de 40 °C e a mínima de 11 °C (Sepin, 2003).

A pesquisa foi realizada em etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e a gerar o fertilizante organomineral. Para a composição dos compostos orgânicos foram utilizados quatro tipos de resíduos

agroindustriais: bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro, cinzas, vinhaça e microrganismos decompositores (uso de biocatalisador).

O processo de compostagem dos resíduos agroindustriais é resultado da decomposição biológica do substrato orgânico, com a formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis.

Foram elaborados dois compostos orgânicos, sendo o composto orgânico do Tipo I constituído de 10,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 30,0% de torta de filtro, 30,0% de cinzas e 30,0% de vinhaça, e o composto orgânico do tipo II com 10,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 50,0% de torta de filtro, 20,0% de cinzas e 20,0% de vinhaça. Nos dois compostos orgânicos (tipos I e II) foi adicionado o produto biocatalizador acelerador nas dosagens de acordo com as especificações técnicas.

O preparo dos compostos orgânicos (tipos I e II) foi desenvolvido em cinco etapas: limpeza, secagem, trituração, uniformização do comprimento de fibras e mistura dos materiais através do uso de betoneira. Todos os materiais foram passados em peneira com malha de 1,0 cm e misturados de acordo com a composição dos compostos orgânicos (Tipo I e Tipo II), e então, colocados para compostar.

Foi realizada a medição da temperatura das leiras nos dois compostos orgânicos (tipos I e II) por 120 horas em cinco pontos distribuídos aleatoriamente, houve variação média de temperatura de acordo com a composição dos materiais. As leiras de compostos foram umedecidas em dias alternados, assim como houve necessidade de revolvimento das mesmas para favorecer o processo de aeração semanalmente, durante a fase termofílica, até a maturação, segundo metodologia usada por Campos (1998).

Os resíduos agroindústrias (bagaço de cana-de-açúcar, cinzas, torta de filtro e vinhaça) foram coletadas em amostras simples, em cinco repetições, para constituição das subamostras dos compostos orgânicos (Tipos I e II).

Todas as amostras foram enviadas ao laboratório para serem analisadas, e os parâmetros de qualidade avaliados foram: determinação de carbono orgânico total (%), capacidade de troca catiônica (CTC), umidade máxima (%), pH, Nitrogênio Total (%), relação CTC/Carbono e relação Carbono/Nitrogênio (C/N), de acordo com a Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009.

A segunda etapa foi a produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos foram secados naturalmente com o uso da

radiação solar para redução da umidade para 10% e, posteriormente, os mesmos receberam um tratamento mecânico através de trituração/moagem para produzir uma fração granulométrica em forma de pó, atendendo a Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009, segundo a qual o material deverá passar 100% em peneira com malha de 2,0 mm e 70% do material passante em peneira de 0,84 mm.

A adição da fonte mineral, no caso específico, o fosfato natural reativo Bayova que apresentou em sua composição: 29% de P_2O_5 total e 14 % de P_2O_5 em solução de ácido cítrico a 2% e relação 1:100, com 32% de cálcio. A granulometria das partículas é de 100% passante na peneira de 4,8 mm e 80% na peneira de 2,8 mm, classificado como fertilizante mineral simples, produto exclusivo para uso na agricultura.

O tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-F).

Os fertilizantes organominerais produzidos em função dos tratamentos discriminados anteriormente foram classificados em função de sua granulometria como passante em 95% do material em peneira com malha de 4,0 mm e 5,0% do material passante em peneira de 1,0 mm, em consonância com a Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009.

As amostras de fertilizantes organominerais (classificados em OMA, OMB, OMC, OMD, OME E OMF) foram obtidas em repetições e enviadas ao laboratório para determinação dos parâmetros de qualidade: determinação do carbono orgânico total (%), capacidade de troca catiônica (CTC), teor de nitrogênio (N), teor de fósforo (P) e potássio (K), umidade máxima (%), pH, nitrogênio total (%), relação CTC/Carbono, Relação Carbono/Nitrogênio (C/N).

A terceira etapa foi a produção de mudas de *Khaya ivorensis* em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 2 (Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural

reativo (Fertilizante FOM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle) em tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis, com quatro repetições, para a espécie *Khaya ivorensis*.

As sementes de mogno africano foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por um período de cinco minutos, com o objetivo de promover o processo de esterilização das mesmas. Após a imersão em solução, as sementes foram lavadas em água destiladas para retirar o excesso do hipoclorito de sódio.

Antes da semeadura, todos os substratos receberam 6,0 g L⁻¹ de Osmocote de liberação lenta, da formulação 13-09-12 (N-P-K) + Micronutrientes. Os tratamentos (T1 , T2, T3, T4, T5, T6 e T7 formulados foram acondicionados em tubetes plásticos de 290 cm³ de volume, em tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.

Aos trinta dias após a semeadura foi avaliado a porcentagem de germinação de sementes nos tratamentos analisados, calculada dividindo-se o número de plântulas que emergiram no período, pelo número total de sementes distribuídas nos orifícios dos tubetes biodegradáveis e nos tubetes convencionais, posteriormente, o resultado foi multiplicado por 100.

Aos 40 dias foi realizado o desbaste das plantas, mantendo a mais centralizada nos orifícios dos tubetes biodegradáveis e dos tubetes convencionais, as quais apresentavam melhor crescimento da parte aérea.

Como variáveis de avaliação da qualidade das mudas foram mensurados os dados fitotécnicos como a altura da parte aérea e o diâmetro do colo no final do experimento. Para a medição das mesmas foi utilizada régua de precisão e paquímetro digital, respectivamente.

Na última avaliação foram realizadas as análises destrutivas em quatro plantas por repetição, sendo elas: biomassa seca da parte aérea acondicionadas em estufa da 65 ° C até obter peso constante) e pesadas em balança analítica de precisão para serem usadas na determinação da concentração dos macronutrientes e micronutrientes foliares.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco e boro da parte aérea (folhas) de todas as plantas foram determinados de acordo com a metodologia Embrapa (1997).

Ao final do experimento, todos os dados foram agrupados e tabulados em planilhas, e posteriormente, as médias foram comparadas estatisticamente utilizando software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Constatando-se efeito significativo entre os tratamentos, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias das variáveis analisadas.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem é resultado da decomposição biológica aeróbia do substrato orgânico, sob condições que permitam a ocorrência natural de altas temperaturas, com formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis (Haug, 1993; Kiehl, 1985).

A temperatura média das leiras em processo de compostagem em condições experimentais em sua primeira avaliação (24 horas) variou de 42,0 a 66,3 °C (24 horas), na segunda variação (48 horas) de 38,0 a 62,6 °C, na terceira avaliação (72 horas) de 31,7 a 57,7 °C, na quarta avaliação de (96 horas) de 28,7 a 43,0 °C e na avaliação final de (120 horas) 27,7 a 37,9 °C.

Tabela 4.1: Resultados das análise química dos compostos orgânicos do tipo I e tipo II.

Composto	N (%)	pH	M.O (%)	C. Orgânico (%)	Relação C/N	CTC	Relação CTC/C	Umidade (%)
1	1,12 a*	8,04 a	47,3 a	27,4 a	24,8 a	413,0 b	15,1 b	11,9 b
2	1,11 a	8,02 a	44,2 b	25,6 b	23,4 a	426,0 a	16,6 a	13,0 a

*Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** pH = potencial hidrogênico; MO= matéria orgânica; C. orgânico= carbono orgânico; Relação C/N= relação carbono/nitrogênio; CTC= Capacidade de troca de cátions e C= Carbono

O composto orgânico tipo I foi selecionado por apresentar estatisticamente superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono Orgânico (Tabela 4.1). A matéria orgânica (MO) é formada de organismo, resíduos vegetais e animais, em decomposição. A matéria orgânica é a principal reguladora da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), proporciona a ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos do solo e estimulação da biota do solo, portanto constitui a base fundamental para a produtividade agrícola sustentável. Através dos seus efeitos diretos, é

capaz de modular as condições químicas, físicas e biológicas do solo, e conseqüentemente, a eficiência nutricional, sendo considerada uma importante indicadora da qualidade do solo. Ela é considerada também fonte de nutrientes às plantas, influencia a infiltração e a retenção de água, estruturação e susceptibilidade do solo à erosão (Conceição et al., 2005).

Foi constatado por Steiner, et al. (2011) verificaram que a aplicação de fontes orgânicas, independentemente da complementação com fertilizante mineral, proporcionou incrementos significativos no teor de carbono orgânico do solo quando comparada à adubação mineral. Afirmaram ainda que entre a utilização de fertilizantes nitrogenados minerais ou orgânicos, evidencia-se que o N adicionado na fonte orgânica é mais eficiente na promoção de maior acúmulo de carbono orgânico no solo, o que promove melhor desenvolvimento de plantas.

O Carbono orgânico total (CO%) participa com 58% na composição da matéria orgânica do solo. O carbono orgânico (%) no composto I foi de 27,4% sendo estatisticamente superior ao seu teor no composto II.

No que se refere às especificações e garantias mínimas e limites máximos para contaminantes e nutrientes, segundo os critérios definidos pela Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), observou-se, na presente pesquisa, que os compostos orgânicos I e II após processo de humificação apresentaram valores de nitrogênio (N%), pH, matéria orgânica (MO%), carbono orgânico (CO%) dentro das garantias mínimas exigidas pela legislação. A legislação brasileira (Kiehl, 2002) exige que um fertilizante composto deve apresentar as seguintes garantias mínimas para ser comercializado: matéria orgânica total (mínimo de 40%), nitrogênio total (mínimo de 1%), umidade (máximo de 40%), relação C/N (máximo de 18/1) e índice pH (mínimo de 6,0). Destaca-se que os compostos orgânicos I e II apresentaram valores de relação C/N superiores aos limites máximos da legislação específica aos fertilizantes orgânicos. A relação C/N é um dos mais tradicionais indicadores de maturação de um composto orgânico.

A caracterização química dos fertilizantes organominerais permitiu verificar que os fertilizantes FOM A e FOM B se destacaram positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. O fertilizante FOM D apresentou maior percentual de nitrogênio, maiores CTC e relação CTC/C. Os fertilizantes FOMA, FOMB e FOMD apresentam percentual de carbono orgânico acima de 20, o que é considerado satisfatório de acordo com a Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), na qual o mínimo exigido são 8%. Com relação à umidade e CTC os três fertilizantes mencionados também satisfazem os requisitos especificados pela Instrução Normativa, que são o máximo de 30% de umidade e CTC mínimo de 80 mmolc.kg⁻¹, tendo os fertilizantes apresentado umidade entre 7,5 e 9,6 % e CTC entre 424 e 680 mmolc.kg⁻¹ observados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Resultado das análise química dos fertilizantes Organominerais.

Parâmetros	Fertilizantes Organominerais					
	FOM-A	FOM-B	FOM-C	FOM-D	FOM-E	FOM-F
N(%)	1,8 ab*	1,2 d	1,2 d	1,9 a	1,6 bc	1,4 cd
pH	7,7 b	8,0 a	7,9 ab	7,9 ab	8,0 a	7,9 ab
M.O. (%)	42,3 a	42,2 a	37,4 c	41,5 b	35,2 d	32,3 e
C.Orgânico (%)	24,5 a	24,5 a	21,7 c	24,1 b	20,5 d	18,9 e
Relação C/N	13,7 cd	15,5 ab	16,7 a	12,1 d	12,1 d	14,5 bc
CTC	560 b	424 d	380 e	680 a	430 c	430 c
Relação CTC/C	22,6 c	17,5 e	17,5 e	28,2 a	21,0 d	22,8 b
Umidade (%)	7,6 b	7,5 b	7,3 b	9,6 a	9,0 a	7,5 b
Potássio (% K ₂ O)	0,48 a	0,30 b	0,30 b	0,40 ab	0,36 ab	0,28 b
Fósforo P ₂ O ₅ Total (%)	2,6 e	5,5 c	9,6 a	4,6 d	6,7 b	0,3 e
Fósforo P ₂ O ₅ Água (%)	0,3 a	0,3a	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a

* Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FOM-A= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; FOM-B= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; FOM-C= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; FOM-D= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; FOM-E= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. FOM-F= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo.

No desenvolvimento do ensaio experimental foi obtida a porcentagem de emergência das plântulas de mogno conduzidas em tubetes biodegradáveis e tubetes convencionais (Tabela 4.3).

Não houve diferenças estatísticas para a porcentagem de emergência de plântulas de mogno em função do uso de tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis.

Foram observados, maiores valores no tratamento controle no sistema convencional e maiores valores no tratamento 2 no sistema de tubetes biodegradáveis.

Tabela 4.3: Emergência de plântulas de Mogno em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Emergência de plântulas de Mogno (%)		
Tratamento	Convencional	Biodegradável
1	79,00 Aa	64,75 Aa
2	70,75 Aa	83,25 Aa
3	83,25 Aa	66,25 Aa
4	66,50 Aa	66,50 Aa
5	83,25 Aa	49,75 Ab
6	83,00 Aa	45,50 Ab
7	87,25 Aa	58,25 Aa

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T7 = substrato comercial

Verificou-se que houve diferenças estatísticas para o atributo altura em função dos tratamentos e dos sistemas de plantio (convencional e biodegradável), sendo obtido maior incremento de altura no tratamento 5 do sistema convencional com 14,25 cm de altura (Tabela 3.4). Os tubetes biodegradáveis em todos os tratamentos estudados apresentaram menores valores de altura da espécie mogno em comparação com o sistema convencional, não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos estudados.

Para o diâmetro do colo de mogno não houve diferenças estatísticas entre tratamentos no sistema uso de tubetes convencionais, mas houve superioridade estatística entre para o sistema convencional em comparação com o uso de tubetes biodegradáveis para os Tratamentos 2 e 5 (Tabela 4.5).

Tabela 4.4: Altura das plântulas de Mogno em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Tratamento	Convencional	Biodegradável
	Altura de mogno (cm)	
1	10,75 Bca	7,25 Ab
2	13,75 Aba	6,87 Ab
3	11,50 ABCa	6,00 Ab
4	13,75 Aba	6,75 Ab
5	14,25 Aa	7,75 Ab
6	13,50 ABCa	8,00 Ab
7	10,50 Ca	7,12 Ab

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T7 = substrato comercial

Tabela 4.5: Diâmetro de colo das plântulas de Mogno em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Tratamento	Convencional	Biodegradável
	Diâmetro de colo de mogno (mm)	
1	3,09 Aa	2,61 Aa
2	3,77 Aa	2,74 Ab
3	3,62 Aa	2,63 Aa
4	3,15 Aa	2,83 Aa
5	3,68 Aa	2,51 Ab
6	3,42 Aa	2,43 Aa
7	3,12 Aa	2,86 Aa

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta

de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T7 = substrato comercial

Pode-se verificar que, quando plantadas no tubete convencional, os tratamentos de adubação 4 e 5 proporcionaram maiores teores de N (Nitrogênio) na parte aérea das plântulas de mogno africano, quando os valores são comparadas estatisticamente com os demais tratamentos (Tabela 3.6). O tratamento 2 proporcionou o menor teor do nutriente, já os tratamentos 1, 3, 6 e 7 proporcionaram valores intermediários. Com a utilização do tubete biodegradável, o tratamento 7 apresentou o maior teor de N, enquanto o tratamento 4 apresentou o menor valor, e os demais tratamentos apresentaram valores intermediários.

Fazendo a análise por tratamento, observa-se que os tratamentos 1, 4, 5 e 6 apresentaram maiores teores de N quando foi utilizado o tubete convencional. Nos os tratamentos 2, 3 e 7 ocorreram os melhores resultados quando foi utilizado o tubete biodegradável em produção de mudas de mogno africano.

O nitrogênio é o macronutriente aniônico mais abundante na planta e também é o nutriente mais exigido entre todos os demais e o que mais limita o crescimento. O nitrogênio participa de inúmeras moléculas e estruturas nos vegetais, faz parte de muitos constituintes celulares, proteínas, ácidos nucleicos e, participa de processos como fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Alves, 2013).

O fósforo é um componente de nucleotídeos que participa de vários processos metabólicos em plantas, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membranas, ativação e desativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação de nitrogênio (Vance et al., 2003). Esse elemento desempenha um papel importante na produção de energia para a planta, logo a sua carência irá refletir num menor crescimento da mesma (Taiz; Zeiger, 2004).

Para o P (Fósforo), no tubete convencional, o tratamento de adubação 3 foi o que proporcionou o maior teor deste elemento no tecido das plântulas ($1,70 \text{ g.kg}^{-1}$). Os tratamentos 6 e 7 apresentaram os menores valores, e os demais proporcionaram valores intermediários. No tubete biodegradável, o maior teor de P foi encontrado para o tratamento 1 ($5,90 \text{ g.kg}^{-1}$), diferindo estatisticamente de todos os demais, que apresentaram valores inferiores a $1,00 \text{ g.kg}^{-1}$ em produção de mudas de mogno africano.

Tabela 4.6: Teor de Macronutrientes na parte aérea (g.kg^{-1}) de mudas de Mogno plantadas em dois tipos de tubetes e submetidas a diferentes tratamentos de adubação.

TUBETE	Nitrogênio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	2,79 Ad*	1,60 Be	1,72 Bde	3,30 Aa	3,26 Aa	2,00 Acd	2,20 Bc
Biodegradável	2,10 Bbc	2,20 Ab	2,26 Ab	1,16 Be	1,80 Bcd	1,50 Bde	3,10 Aa
TUBETE	Fósforo						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	1,20 Bb*	1,30 Ab	1,70 Aa	1,20 Ab	1,30 Ab	0,60 Ac	0,36 Ac
Biodegradável	5,90 Aa	0,60 Bb	0,70 Bb	0,70 Bb	0,43 Bb	0,50 Ab	0,60 Ab
TUBETE	Potássio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	15,10 Ab*	14,10 Ac	17,63 Aa	14,10 Ac	14,43 Ac	14,40 Ac	11,16 Ad
Biodegradável	10,10 Bb	9,50 Bc	10,50 Ba	9,10 Bd	9,53 Bc	9,76 Bbc	9,10 Bd
TUBETE	Cálcio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	18,10 Ae*	19,10 Ad	23,90 Aa	19,30 Ad	21,10 Ac	23,20 Ab	21,13 Ac
Biodegradável	15,10 Bc	14,10 Bd	18,10 Ba	14,30 Bd	16,10 Bb	15,10 Bc	15,16 Bc
TUBETE	Magnésio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	4,20 Aa*	4,10 Aa	4,30 Ba	3,70 Ab	4,10 Aa	4,20 Aa	4,20 Aa
Biodegradável	3,43 Bb	2,86 Bd	4,50 Aa	2,50 Be	3,13 Bc	2,80 Bd	3,30 Bbc
TUBETE	Enxofre						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	1,90 Aab*	2,13 Aa	2,13 Aa	1,76 Abc	2,10 Aa	2,10 Aa	1,60 Ac
Biodegradável	1,20 Ba	1,10 Bab	1,20 Ba	1,20 Ba	1,26 Ba	1,13 Bab	0,86 Bb

*Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle)

Entre os tipos de tubetes, o convencional apresentou maiores teores de P para todos os tratamentos de adubação, exceto para o tratamento 1, onde o tubete biodegradável proporcionou maior teor de P do que o convencional em produção de mudas de mogno africano.

Com relação ao K (Potássio), tanto no tubete convencional quanto no biodegradável, o tratamento 3 foi o que apresentou maior teor deste nutriente dentre todos os demais tratamentos, com valor de $17,63 \text{ g.kg}^{-1}$ e $10,50 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente. E entre

os tubetes, o convencional se destacou positivamente em todos os tratamentos em produção de mudas de mogno africano.

O potássio (K) é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais. O potássio não faz parte de nenhuma estrutura ou moléculas orgânicas na planta, como o nitrogênio e o fósforo (Meurer, 2006).

Para o Ca (Cálcio), o tratamento 3 apresentou maiores teores, independente do tubete utilizado, com valores de $23,90 \text{ g.kg}^{-1}$ no tubete convencional e $18,10 \text{ g.kg}^{-1}$ no biodegradável. Entre os tubetes, o convencional se destacou para todos os tratamentos em mudas de mogno africano.

A maior parte do cálcio no tecido vegetal está localizada nas paredes celulares atua também, na absorção iônica, particularmente na correção do efeito desfavorável da concentração hidrogeniônica excessiva, sendo essencial o cálcio para que esse efeito não diminua a absorção de nutrientes, pois é indispensável para a manutenção da estrutura das celulares (Vitti et al., 2006).

A função mais conhecida do magnésio é compor a molécula de clorofila, além disso, trabalha como ativador enzimático mais do que qualquer outro elemento (Mengel, Kirkby, 1987; Vitti et al., 2006). O Mg (Magnésio), no tubete convencional, apresentou teores estatisticamente iguais em todos os tratamentos, exceto o tratamento 4 que apresentou menor valor para produção de mudas de mogno africano.

No tubete biodegradável, o tratamento 3 apresentou o maior teor de Mg nas plântulas, com $4,50 \text{ g.kg}^{-1}$. Quanto aos tubetes, o convencional se destacou para todos os tratamentos, exceto o tratamento 3, no qual o tubete biodegradável apresentou maior teor de Mg para a produção de mudas de mogno africano.

Na produção de mudas de mogno africano o S (Enxofre), no tubete convencional, apresentou maiores teores nos tratamentos 2, 3, 5 e 6. No tubete biodegradável, os tratamentos com maior teor de enxofre foram: 1, 3, 4 e 5. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores valores para todos os tratamentos.

A maior parte do enxofre no solo está na forma orgânica, que, por via microbiana é convertido às formas disponíveis para as plantas. As proteínas são os compostos nas quais a maior parte do enxofre e do nitrogênio se incorpora (Vitti et al., 2006).

Em uma análise geral, o tratamento 3 se destacou com maiores teores, para o Potássio e macronutrientes secundários, independente do tipo de tubete utilizado. E o tubete convencional proporcionou maior acúmulo de macronutrientes no tecido das plântulas de mogno africano, com poucas exceções.

A absorção de cobre pelas plantas ocorre por meio de processo ativo e, existem evidências de que este elemento iniba fortemente a absorção de zinco e vice versa (Bowen, 1969).

O teor de Cu (Cobre) nas plântulas de mogno africano em tubete convencional foi maior no tratamento 3 (31,20 mg.kg⁻¹), e os menores valores foram analisados nos tratamentos 1 e 7, com 7,40 mg.kg⁻¹ e 7,50mg.kg⁻¹, respectivamente (Tabela 4.7). No tubete biodegradável o tratamento 3 também apresentou o maior valor (10,40 mg.kg⁻¹) dentre os tratamentos. Entre os tipos de tubetes, o convencional se destacou em todos os tratamentos, exceto no tratamento 2, no qual o biodegradável apresentou maior teor de Cu.

A principal função do ferro é a ativação de enzimas, atuando como grupo prostético, participa em reações fundamentais de oxirredução. Em relação ao metabolismo do ferro na planta, deve-se levar em conta que este apresenta baixa mobilidade nos tecidos vegetais (Alves, 2013).

Para a produção de mudas de mogno africano, o Fe (Ferro) no tubete convencional, apresentou o maior teor no tratamento 4 (328,00 mg.kg⁻¹), e o menor teor no tratamento 1 (56,40 mg.kg⁻¹). O tubete convencional apresentou maiores valores nos tratamentos 4 e 7. O biodegradável apresentou maiores teores de Fe nos tratamentos 1, 2, 3 e 6. O tratamento 5 não apresentou diferença estatística entre os tubetes.

O manganês ocorre na seiva das plantas na forma livre de Mn²⁺ é essencial à síntese de clorofila e sua função principal está relacionada com a ativação de enzimas. Considera-se que o manganês é facilmente absorvido pelas plantas quando na forma solúvel no solo, numa relação direta entre o teor do elemento solúvel no solo e sua concentração na planta.

O teor de Mn (Manganês) para mudas de mogno africano, para o tubete convencional, apresentou os maiores valores nos tratamentos 3, 4 e 7. No tubete biodegradável, o tratamento 3 se destacou entre os demais, com 15,86 mg.kg⁻¹. Entre os tubetes, o convencional se destacou em todos os tratamentos com relação ao teor desse nutriente.

O zinco é absorvido na forma de Zn^{2+} , tanto por via radicular como foliar. Atua como co-fator enzimático, é essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura protéica.

Tabela 4.7: Teor de Micronutrientes na parte aérea ($mg.kg^{-1}$) de mudas de Mogno plantadas em dois tipos de tubetes e submetidas a diferentes tratamentos de adubação.

TUBETE	Cobre						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	7,40 Ae*	6,30 Bf	31,20 Aa	10,46 Ab	9,10 Ac	8,50 Ad	7,50 Ae
Biodegradável	7,30 Ac	7,40 Abc	10,40 Ba	6,46 Bde	7,60 Bb	6,20 Be	6,66 Bd
TUBETE	Ferro						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	56,40 Be*	74,26 Bd	87,50 Bb	328,00 Aa	74,96 Acd	83,10 Bbc	75,60 Acd
Biodegradável	106,70 Ac	90,20 Ad	426,30 Aa	107,30 Bc	71,56 Ae	216,13 Ab	56,33 Bf
TUBETE	Manganês						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	14,63 Ac*	16,10 Ac	23,73 Aa	24,63 Aa	21,43 Ab	23,16 Aab	24,40 Aa
Biodegradável	12,63 Bbcd	14,00 Bb	15,86 Ba	11,50 Bde	10,36 Be	12,00 Bcde	13,30 Bbc
TUBETE	Zinco						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	23,10 Ae*	25,70 Ad	37,56 Aa	29,00 Abc	25,70 Ad	29,43 Ab	27,60 Ac
Biodegradável	24,13 Abc	24,36 Bb	29,00 Ba	22,63 Bcd	24,63 Bb	22,00 Bd	21,43 Bd
TUBETE	Boro						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	12,00 Aa*	11,63 Aa	11,73 Aa	12,66 Aa	12,2 Aa	12,3 Aa	12,03 Aa
Biodegradável	12,00 Aa	12,13 Aa	12,13 Aa	12,26 Aa	11,66 Aa	12,00 Aa	12,00 Aa

*Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle)

Na produção de mudas de mogno africano, os teores de Zn (Zinco) em tubetes convencionais, no tratamento 3 apresentou maior valor ($37,56 mg.kg^{-1}$). Entretanto o menor valor foi encontrado no tratamento 1 ($23,10 mg.kg^{-1}$). No tubete biodegradável o tratamento 3 também apresentou o maior valor ($29 mg.kg^{-1}$), e os menores teores foram obtidos nos tratamentos 6 e 7.

O boro é absorvido pela planta como ácido bórico e, provavelmente como ânion borato em valores elevados de pH, tanto por via radicular como foliar. Tem importante função na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidrato.

O teor de B (Boro) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e nem entre os tipos de tubetes utilizados na produção de mudas de mogno africano.

4.4 CONCLUSÕES

- O composto orgânico tipo I apresenta superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio.
- Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico.
- Emergência de plântulas e altura apresentam melhores resultados em tubetes convencionais, do que em tubetes biodegradáveis.
- O tratamento 3 se destaca com maiores teores, para o Potássio e macronutrientes secundários, independentemente do tipo de tubete utilizado. E o tubete convencional proporciona maior acúmulo de macronutrientes no mogno africano, com poucas exceções.
- O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro e zinco nas plântulas de mogno, e para os outros micronutrientes o maior acúmulo foi em plantas no tubete convencional.

4.5 REFERÊNCIAS

ALVES, M.S. **Efeitos da solução nutritiva no crescimento e qualidade de mudas de mogno africano**. Boa Vista, 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima. 2013

BOWEN, J. E. Absorption of copper, zinc and manganese by sugarcane tissue. **Plant Physiology**, v.44, p. 255-261.1969.

CAMPOS, A. L. O. Avaliação metodológica da estabilização da fração orgânica putrescível em uma leira de compostagem de resíduos sólidos domiciliares. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 1998.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA. H. Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral. Corumbá – MS: Embrapa Pantanal, 2002. 4 p. (Circular Técnica, 35).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual e métodos de análise de solos. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPq. Documentos,1).

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análises estatística. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERISSIMO, A. **Mogno na Amazônia brasileira**: ecologia e perspectiva de manejo. Belem: Imazon, 2002. 64 p.

HAUG, R.T. **The Practical Handbook of Compost Engineering**. Lewis, Boca Ratón, 1993.

IATAURO, R.A. Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

IATAURO, R. A. **Avaliação energética e econômica da substituição de Tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na Produção de mudas de aroeira – *schinus terebinthifolius raddi***. Tese. Botucatu. 2004. Disponível em <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90463/iatauro_ra_me_botfca.pdf?squence=1> Acessado dia 30 de abril de 2015.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba, 2002.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis* A.Chev. [Internet] registro de Protabase. **Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A.; Brink, M.** (Editors). PROTA (Recursos Vegetais da África Tropical / Recursos de l'Afrique vegetales tropicale), Wageningen, Holanda. 2008. Acessado em 14 de março de 2012.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998.v 1 368 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MEURER, E. J. Potássio. In: MANLIO, S. F. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282-298.

RODRIGUES, E. T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 12, n.2, p. 260-262, 1994.

ROYO, J. Fertilizante proveniente da mistura de composto orgânico e fontes minerais mantém a mesma produtividade dos adubos comerciais. 2010. Disponível em: . Acesso em: 22 dez. 2015.

SEPIN - Secretaria do Planejamento e do Desenvolvimento do Estado de Goiás – SEPLAN. Superintendência de Pesquisa e Informação – SEPIN. 2003. Disponível em: . Acessado em: 15/09/11.

SUDAM. Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia. Belém, 1979.111.

VERÍSSIMO, A. GROGAM, J. Síntese da situação do mogno a nível internacional. Reunião do grupo de trabalho sobre o Mogno. Brasília, DF: IMAZON, 1998.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 299-326, 2006.

5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* EM TUBETES CONVENCIONAIS E TUBETES BIODEGRADÁVEIS EM DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS

O objetivo desta pesquisa foi produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador para ser usado na produção mudas de Eucalipto, sendo avaliados seus atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas mudas. O experimento foi realizada em tubetes convencionais (tubetes de polipropileno) ao tubetes biodegradáveis. O ensaio experimental foi conduzido no município de Goianira, GO, em três etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e gerar o fertilizante organomineral. A segunda etapa foi a produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos na primeira etapa foram secados para produzir os fertilizantes organominerais. A terceira etapa foi a produção de mudas de eucalipto em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 2. O composto orgânico tipo I apresenta estatisticamente superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio. Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. Altura e diâmetro do colo das mudas de eucalipto apresentam melhores resultados no sistema convencional, do que o sistema Biodegradáveis. O tubete convencional proporciona maior acúmulo de macronutrientes nas plântulas de Eucalipto, quando comparado ao biodegradável, com exceção do N. O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro nos tratamentos 3, 5, 6 e 7 nas plântulas de Eucalipto, para os outros micronutrientes apresentaram o maior acúmulo no tubete convencional.

Palavras-chave: Preservação ambiental, adubação sustentável, resíduos agroindustriais.

ABSTRACT

The general objective was to produce granular organomineral fertilizers with the use of an accelerator biocatalyst in order to be used in the production of Eucalyptus, being evaluated its chemical attributes, measuring the phytotechnical aspects and concentration of nutrients in the seedlings of forest species. The conduction was carried out in conventional system (polyethylene tubes) in comparison to the biodegradable tubes. The experiment was carried out in Goianira, GO. The research was carried out in three stages, the first one being the preparation of the agroindustrial residues to compose the mixtures and to generate the organomineral fertilizer. The second stage was the production of granulated organomineral fertilizer. The organic compounds (types I and II) produced in the first step were dried to produce the organomineral fertilizers. The third stage was the production of greenhouse Eucalyptus seedlings, and the experimental design was randomized blocks in factorial scheme 7 x 2. The organic compound type I presents statistically superiority in the parameters organic matter, organic carbon and Carbon/Nitrogen ratio. The organomineral A and organomineral B fertilizers stand out positively among the others, in relation to the organic matter and organic carbon contents. Height and stem diameter present better results in the conventional system, than the

Biodegradable system. The conventional tube provides greater accumulation of macronutrients in Eucalyptus seedlings when compared to biodegradable, except for N. The biodegradable tube provides greater iron accumulation in treatments 3, 5, 6 and 7 in Eucalyptus seedlings, for the other micronutrients Greater accumulation was in the conventional tube.

Key-words: Environmental preservation, sustainable fertilizing, agro-industrial waste.

4.1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é uma espécie vegetal de porte arbóreo pertencente à família Myrtaceae, gênero *Eucalyptus*. Tem sua origem na Austrália, Nova Guiné, Indonésia e Timor. As várias espécies desse gênero vegetais caracterizam-se por apresentar um rápido crescimento, facilidade no processo de propagação e possibilidade de uso múltiplo da madeira produzida, como observado por Simões (1968). Possuem uma boa adaptação às condições climáticas brasileiras. Devido a essas características e vantagens, na década de 1950 o eucalipto passou a ser usado também como matéria-prima para a produção de celulose e papel (Garcia & Pereira, 2010).

A partir de 1965, a produção de florestas de eucalipto apresentou considerável aumento, principalmente devido aos incentivos fiscais para reflorestamento concedidos pelo governo brasileiro aos produtores rurais, culminando em um incremento do setor econômico florestal (Valverde, 2007).

Os tubetes de plásticos convencional apresentam várias vantagens, como por exemplo, simplificam as operações, agilizam o processo de produção e possuem baixos custos pelo reaproveitamento dos mesmos. Em contrapartida, necessitam de um sistema adequado para o seu armazenamento, de uma limpeza rigorosa para não contaminarem a muda e causar uma má qualidade nas árvores quando no campo (Iatauro, 2006),

Segundo Iatauro (2001), os tubetes elaborados com material biodegradável apresentam diversos pontos favoráveis. Como por exemplos, é possível diferenciar o recipiente pela possibilidade de incorporação de adubo na formulação, também a introdução de fungicidas e inseticidas que causam perdas em viveiros.

O adubo organomineral é viável tanto para os pequenos e médios quanto para os grandes produtores e empresários rurais. Além do benefício financeiro com a redução de gastos, e o benefício físico e biológico do solo, com o maior aporte de nutrientes e matéria orgânica, a adubação organomineral também tem uma vantagem ambiental. Este adubo é

produzido a partir de resíduos orgânicos como restos de culturas e subprodutos da indústria (Royo, 2010).

São vários os benefícios para o solo com a aplicação de adubos orgânicos, pois eleva a capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o transporte e disponibilidade de micronutrientes, bem como reduz os teores de manganês, alumínio tóxico e acidez do solo (Rodrigues, 1994; Cardoso & Oliveira, 2002). Apesar dessa interação estar relacionada ao solo, as plantas são beneficiadas diretamente por essas alterações químicas provenientes da adubação orgânica.

O objetivo deste trabalho é produzir fertilizantes organominerais granulados com uso de biocatalisador acelerador para uso na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* sendo avaliado, a sua eficiência agrônômica através do monitoramento dos atributos químicos, mensurando os aspectos fitotécnicos e concentração de nutrientes nas plantas. A pesquisa foi realizada em sistema convencional tubetes de polipropileno em comparação aos tubetes biodegradáveis.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido na estrutura física de uma Empresa comercial localizada no município de Goianira, GO, que apresenta as coordenadas geográficas latitude de 16°31'42,64"S, longitude 49°25'41,31"W e altitude de 754 metros. Apresenta precipitações médias anuais entre 1.200 a 1.800 mm, o período chuvoso estende-se de novembro a março e o período seco, de junho a agosto, com os meses de abril, maio e setembro representando os meses de transição. A temperatura máxima média é de 40 °C e a mínima de 11 °C (Sepin, 2003).

A pesquisa foi realizada em etapas, sendo a primeira delas a preparação dos resíduos agroindustriais para compor as misturas e a gerar o fertilizante organomineral. Para a composição dos compostos orgânicos foram utilizados quatro tipos de resíduos agroindustriais: bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro, cinzas, vinhaça e microrganismos decompositores (uso de biocatalisador).

O processo de compostagem dos resíduos agroindustriais é resultado da decomposição biológica do substrato orgânico, com a formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis.

Foram elaborados dois compostos orgânicos, sendo o composto orgânico do Tipo I constituído de 10,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 30,0% de torta de filtro, 30,0% de cinzas e 30,0% de vinhaça e o composto orgânico do tipo II com 10,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 50,0% de torta de filtro, 20,0% de cinzas e 20,0% de vinhaça. Nos dois compostos orgânicos (tipos I e II) foi adicionados o produto biocatalizador acelerador nas dosagens de acordo com as especificações técnicas.

O preparo dos compostos orgânicos (tipos I e II) foi desenvolvido em cinco etapas: limpeza, secagem, trituração, uniformização do comprimento de fibras, mistura dos materiais através do uso de betoneira. Todos os materiais foram passados em peneira de 1,0 cm e misturados de acordo com a composição dos compostos orgânicos (Tipo I e Tipo II), e então, colocados para compostar.

Foi realizada a medição da temperatura das leiras nos dois compostos orgânicos (tipos I e II) por 120 horas em cinco pontos distribuídos aleatoriamente, houve variação média de temperatura de acordo com a composição dos materiais. As leiras de compostos foram umedecidas em dias alternados, assim como houve necessidade de revolvimento das mesmas para favorecer o processo de aeração semanalmente, durante a fase termofílica, e semanalmente até a maturação, segundo metodologia usada por Campos (1998).

Os resíduos agroindústrias (bagaço de cana-de-açúcar, cinzas, torta de filtro e vinhaça) foram coletadas em amostras simples em repetições para constituição das subamostras dos compostos orgânicos (Tipos I e II).

Todas as amostras foram enviadas ao laboratório para serem analisadas e os parâmetros de qualidade avaliados foram: determinação de carbono orgânico total (%), capacidade de troca catiônica (CTC), umidade máxima (%), pH, Nitrogênio Total (%), relação CTC-Carbono e relação Carbono/Nitrogênio (C/N), de acordo com a Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009.

A segunda etapa foi a produção do fertilizante organomineral granulado. Os compostos orgânicos (tipos I e II) produzidos foram secados naturalmente com o uso da radiação solar para redução da umidade para 10% e, posteriormente, os mesmos receberam um tratamento mecânico através de trituração/moagem para produzir uma fração granulométrica em forma de pó, atendendo a Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009, o material deverá passar 100% em peneira com malha de 2,0 mm e 70% do material passante em peneira de 0,84 mm.

A adição da fonte mineral, no caso específico, o fosfato natural reativo Bayova apresentou em sua composição: 29% de P_2O_5 total e 14 % de P_2O_5 em solução de ácido cítrico a 2% e relação 1:100, com 32% de cálcio. A granulometria das partículas é de 100% passante na peneira de 4,8 mm e 80% na peneira de 2,8 mm, classificado como fertilizante mineral simples, produto exclusivo para uso na agricultura.

O tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-F).

Os fertilizantes organominerais produzidos em função dos tratamentos discriminados anteriormente foram classificados em função de sua granulometria como passante em 95% do material em peneira de 4,0 mm e 5,0% do material passante em peneira de 1,0 mm, em consonância com a Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009.

As amostras de fertilizantes organominerais (classificados em OMA, OMB, OMC, OMD, OME E OMF) foram obtidas em repetições e enviadas ao laboratório para determinação dos parâmetros de qualidade: determinação do carbono orgânico total (%), capacidade de troca catiônica (CTC), teor de nitrogênio (N), teor de fósforo (P) e potássio (K), umidade máxima (%), pH, nitrogênio total (%), relação CTC/Carbono, Relação Carbono/Nitrogênio (C/N).

A terceira etapa foi a produção de mudas *Eucalyptus urophylla* em estufa, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 2 (Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante FOM-F) e Tratamento 7: substrato comercial

(Controle) em Tubetes Convencionais e Tubetes biodegradáveis, com quatro repetições, para a espécie *Eucalyptus urophylla*.

As sementes de *Eucalyptus urophylla* foram semeadas a 1 cm de profundidade, nos tubetes biodegradáveis e nos tubetes convencionais, não havendo necessidade de tratamento de quebra de dormência para esta espécie estudada.

Antes da semeadura, todos os substratos receberam 6,0 g L⁻¹ de Osmocote de liberação lenta, contendo 13-09-12 (N-P-K) + Micronutrientes. Os tratamentos (T1 , T2, T3, T4, T5, T6 e T7 formulados foram acondicionados em tubetes plásticos de 53 cm³ (para produção de mudas de eucalipto) e em tubetes biodegradáveis.

Compreendido trinta dias após a semeadura foi avaliado a porcentagem de germinação de sementes nos tratamentos analisados, onde o mesmo foi calculado dividindo-se o número de plântulas que emergiram no período, pelo número total de sementes distribuídas nos orifícios dos tubetes biodegradáveis e nos tubetes convencionais, posteriormente, o resultado foi multiplicado por 100.

Aos 40 dias foi realizado o desbaste das mudas deixando como remanescente a mais centralizada nos orifícios dos tubetes biodegradáveis e dos tubetes convencionais, as quais apresentavam melhor crescimento da parte aérea.

Como variáveis de avaliação da qualidade das mudas foram mensurados os dados fitotécnicos como a altura da parte aérea e o diâmetro de colo no final do experimento. Para a medição das mesmas foi utilizada régua de precisão e paquímetro digital, respectivamente.

Na última avaliação foram realizadas as análises destrutivas em quatro plantas por repetição, sendo elas: biomassa seca da parte aérea acondicionadas em estufa de 65° C até obter peso constante) e pesadas em balança analítica de precisão para serem usadas na determinação da concentração dos macronutrientes e micronutrientes foliares.

Os teores de Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco e boro da parte aérea (folhas) de todas as espécies estudadas foram determinados de acordo com metodologia Embrapa (1997).

Ao final do experimento, todos os dados foram agrupados e tabulados em planilhas e posteriormente as médias foram comparadas estatisticamente utilizando software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Constatando-se efeito significativo entre os tratamentos, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias das variáveis analisadas.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem é resultado da decomposição biológica aeróbia do substrato orgânico, sob condições que permitam o desenvolvimento natural de altas temperaturas, com formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis (Haug, 1980; Kiehl, 1985).

A temperatura média das leiras em processo de compostagem em condições experimentais em sua primeira avaliação (24 horas) variou de 42,0 a 66,3 °C (24 horas), na segunda variação (48 horas) de 38,0 a 62,6 °C, na terceira avaliação (72 horas) de 31,7 a 57,7 °C, na quarta avaliação de (96 horas) de 28,7 a 43,0 °C e na avaliação final de (120 horas) de 27,7 a 37,9 °C.

Tabela 4.1. Análise química dos compostos orgânicos do tipo I e tipo II.

Composto	N (%)	pH	M.O (%)	C. Orgânico (%)	Relação C/N	CTC	Relação CTC/C	Umidade (%)
1	1,12 a*	8,04 a	47,3 a	27,4 a	24,8 a	413,0 b	15,1 b	11,9 b
2	1,11 a	8,02 a	44,2 b	25,6 b	23,4 a	426,0 a	16,6 a	13,0 a

*Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** pH = potencial hidrogênico; MO= matéria orgânica; C. orgânico= carbono orgânico; Relação C/N= relação carbono/nitrogênio; CTC= Capacidade de troca de cátions e C= Carbono

O composto orgânico (tipo I) foi selecionado por apresentar estatisticamente superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio (Tabela 4.1). A matéria orgânica (MO) é formada de organismo, resíduos vegetais e animais, em decomposição. A matéria orgânica é a principal reguladora da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), proporciona a ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos do solo e estimulação da biota do solo, portanto constitui a base fundamental para a produtividade agrícola sustentável. Através dos seus efeitos diretos, é capaz de modular as condições químicas, físicas e biológicas do solo, e conseqüentemente, a eficiência nutricional, sendo considerada uma importante indicadora da qualidade do solo. Ela é considerada também fonte de nutrientes às plantas, influencia a

infiltração, retenção de água, estruturação e susceptibilidade do solo à erosão (Conceição et al., 2005).

Steiner, et al. (2011) a aplicação de fontes orgânicas, independentemente da complementação com fertilizante mineral, proporcionou incrementos significativos no teor de carbono orgânico do solo quando comparada à adubação mineral. Afirmaram, ainda, que entre a utilização de fertilizantes nitrogenados minerais ou orgânicos, evidencia-se que o N adicionado na fonte orgânica é mais eficiente na promoção de maior acúmulo de carbono orgânico no solo, o que promove melhor desenvolvimento de plantas.

O Carbono orgânico total (CO%) participa com 58% na composição da matéria orgânica do solo. O carbono orgânico (%) no composto I foi de 27,4% sendo estatisticamente superior ao seu teor no composto II.

No que se refere às especificações e garantias mínimas e limites máximos para contaminantes e nutrientes, segundo os critérios definidos pela Instrução Normativa número 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), observou-se, na presente pesquisa, que os compostos orgânicos I e II após processo de humificação apresentaram valores de nitrogênio (N%), pH, matéria orgânica (MO%), carbono orgânico (CO%) dentro das garantias mínimas exigidas pela legislação. A legislação brasileira (Kiehl, 2002) exige que um fertilizante composto deve apresentar as seguintes garantias mínimas para ser comercializado: matéria orgânica total (mínimo de 40%), nitrogênio total (mínimo de 1%), umidade (máximo de 40%), relação C/N (máximo de 18/1) e índice pH (mínimo de 6,0). Destaca-se que os compostos orgânicos I e II apresentaram percentuais de relação C/N superiores aos limites máximos da legislação específica aos fertilizantes orgânicos. A relação C/N é um dos mais tradicionais indicadores de maturação de um composto orgânico.

A caracterização química dos fertilizantes organominerais permitiu verificar que os fertilizantes FOMA e FOMB se destacaram positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico. O fertilizante FOMD apresentou maior percentual de Nitrogênio, maior CTC e relação CTC/C. Os fertilizantes A, B e D apresentam percentual de carbono orgânico acima de 20, o que é considerado satisfatório de acordo com a Instrução Normativa número 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), na qual o mínimo exigido é 8%. Com relação à umidade e CTC os três fertilizantes mencionados também satisfazem os requisitos especificados pela Instrução Normativa, que são o máximo de 30% de umidade e

CTC mínimo de 80 mmolc/kg⁻¹, tendo os fertilizantes apresentado umidade entre 7,5 e 9,6 % e CTC entre 424 e 680 mmolc/kg⁻¹ observados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Análise química dos fertilizantes Organominerais.

Parâmetros	Fertilizantes Organominerais					
	FOM-A	FOM-B	FOM-C	FOM-D	FOM-E	FOM-F
N(%)	1,8 ab*	1,2 d	1,2 d	1,9 a	1,6 bc	1,4 cd
pH	7,7 b	8,0 a	7,9 ab	7,9 ab	8,0 a	7,9 ab
M.O. (%)	42,3 a	42,2 a	37,4 c	41,5 b	35,2 d	32,3 e
C.Orgânico (%)	24,5 a	24,5 a	21,7 c	24,1 b	20,5 d	18,9 e
Relação C/N	13,7 cd	15,5 ab	16,7 a	12,1 d	12,1 d	14,5 bc
CTC	560 b	424 d	380 e	680 a	430 c	430 c
Relação CTC/C	22,6 c	17,5 e	17,5 e	28,2 a	21,0 d	22,8 b
Umidade (%)	7,6 b	7,5 b	7,3 b	9,6 a	9,0 a	7,5 b
Potássio (% K ₂ O)	0,48 a	0,30 b	0,30 b	0,40 ab	0,36 ab	0,28 b
Fósforo P ₂ O ₅ Total (%)	2,6 e	5,5 c	9,6 a	4,6 d	6,7 b	0,3 a
Fósforo P ₂ O ₅ Água (%)	0,3 a	0,3a	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,3 a

* Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FOM-A= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; FOM-B= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; FOM-C= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; FOM-D= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; FOM-E= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo. FOM-F= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo.

No desenvolvimento do ensaio experimental foi obtida a porcentagem de emergência das plântulas de eucalipto no sistema de tubetes biodegradáveis e tubetes convencionais (Tabela 5.3).

Para a espécie de eucalipto verificou-se diferenças estatísticas entre sistemas de plantio, sendo que no tratamento 4 ocorreu maior porcentagem de emergência das plântulas no sistema convencional em comparação com o sistema de tubetes biodegradáveis.

Para a altura de plântulas de eucalipto observou-se diferenças estatísticas entre os dois sistemas tubetes convencionais e tubetes biodegradáveis, sendo que a menor altura foi obtida no tratamento controle (testemunha) no sistema convencional e em tubetes biodegradáveis (Tabela 5.4). E o melhor resultado de altura foi obtido no tratamento 3 no sistema convencional com uma taxa de incremento de 79,12% em comparação ao uso de tubetes biodegradáveis.

Tabela 5.3: Emergência de plântulas de Eucalipto em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Emergência de plântulas de Eucalipto (%)		
Tratamento	Convencional	Biodegradável
1	91,50 Aa	100,00 Aa
2	95,75 Aa	83,25 Aa
3	95,75 Aa	74,75 Aa
4	95,75 Aa	70,50 Ab
5	87,25 Aa	100,00 Aa
6	87,25 Aa	74,75 Aa
7	83,00 Aa	87,25 Aa

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T7 = substrato comercial

Para o diâmetro do colo de eucalipto o sistema de uso de tubetes convencionais foram superiores aos comparados com os tubetes biodegradáveis para todos os tratamentos estudados, sendo que o menor valor de diâmetro de colo foi obtido no sistema controle no uso de tubetes convencionais (Tabela 5.5). Os tubetes biodegradáveis para este parâmetro não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

Tabela 5.4: Altura das plântulas de Eucalipto em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Tratamento	Convencional	Biodegradável
	Altura de eucalipto (cm)	
1	20,37 Aba	3,87 Ab
2	21,75 Aba	4,75 Ab
3	22,75 Aa	4,25 Ab
4	20,75 Aba	4,62 Ab
5	21,25 Aba	5,00 Ab
6	18,12 Ba	4,75 Ab
7	12,37 Ca	2,12 Ab

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T7 = substrato comercial

Tabela 5.5: Diâmetro de colo das plântulas de Eucalipto em função dos tratamentos e do sistema de uso (tubetes convencionais) e tubetes biodegradáveis.

Tratamento	Convencional	Biodegradável
	Diâmetro de colo de eucalipto (mm)	
1	1,45 Aba	0,45 Ab
2	1,54 Aba	0,71 Ab
3	1,33 Aba	0,81 Ab
4	1,48 Aba	0,87 Ab
5	1,63 Aba	0,84 Ab
6	1,76 Aa	0,91 Ab
7	1,13 Ba	0,44 Ab

* Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T2= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T3= elaborado a partir do uso de composto 1 constituído de bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (30%), cinzas (30%) e vinhaça (30%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T4= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta

de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 10% de fosfato reativo; T5= elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 20% de fosfato reativo; T6= Tratamento 6 elaborado a partir do uso de composto 2 com bagaço de cana-de-açúcar (10%), torta de filtro (50%), cinzas (20%) e vinhaça (20%) adicionados os micro organismos decompositores e 30% de fosfato reativo; T7 = substrato comercial

Segundo Sturion e Antunes (2000), a relação altura da parte aérea/ diâmetro do coleto (RHDC) constitui uma das características usadas para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Para Moreira e Moreira (1996), essa variável é reconhecida como um dos melhores, senão o melhor indicador do padrão de qualidade de mudas, sendo, em geral, o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo (Daniel et al., 1997; CARNEIRO, 1995).

Carneiro e Parviainen (1988) compararam a qualidade de mudas de *Pinus elliotti* produzidas em blocos com as originárias de tubetes, potes de taquara e sacos plásticos. Concluíram que a altura da parte aérea, o diâmetro do colo e os pesos de matéria seca da parte aérea e radicial foram menores em recipiente de menor volume de substrato.

Quando plantadas em tubete convencional, as plantas de Eucalipto apresentaram o maior teor de N (Nitrogênio) no tratamento 7, já no tubete biodegradável o tratamento que proporcionou maior teor foi o 5 (Tabela 5.6). Entre os tubetes, o convencional apresentou maior teor de N apenas com o tratamento 7, e o biodegradável com os tratamentos 4 e 5, os demais tratamentos não apresentaram variação para os diferentes tubetes utilizados. Para N, os valores obtidos nesta pesquisa (Tabela 5.6) estão na mesma faixa encontrada por Silva (2003).

Para o P (Fósforo), no tubete convencional as plântulas de eucalipto, o maior teor foi verificado no tratamento 3, com $3,06 \text{ g.kg}^{-1}$. Já no biodegradável, o maior teor foi de $0,46 \text{ g.kg}^{-1}$ observado no tratamento 5. Entre os tubetes, todos os tratamentos apresentaram maiores teores de P quando foi utilizado o tubete convencional.

Esse comportamento do eucalipto confirma a alta exigência por P na fase inicial de crescimento da cultura (Novais et al., 1982, 1986). Há maior probabilidade de ocorrer maior disponibilidade de P na fase inicial do desenvolvimento da planta, na qual há alta demanda por P, como verificado para trigo (Romer & Schiling, 1986), milho (Anghinoni, 1992; Leite et al., 2006) e o próprio eucalipto (Neves, 1983).

Os teores de K (Potássio), no tubete convencional, as plântulas de eucalipto foram maiores para os tratamentos 5 e 6. Já no tubete biodegradável, o maior teor foi

verificado no tratamento 5. Entre os tubetes, os teores de K foram maiores, para todos os tratamentos, quando foi utilizado o tubete convencional.

Para o Ca (Cálcio), no tubete convencional, as plântulas de eucalipto, os maiores teores foram verificados no tratamento 6 e 7. Já no biodegradável, os tratamentos 2 e 3 apresentaram os maiores teores do nutriente. Entre os tubetes, o convencional proporcionou maiores teores de N, independente do tratamento.

Tabela 5.6: Teor de Macronutrientes na parte aérea (g.kg^{-1}) de mudas de Eucalipto plantadas em dois tipos de tubetes e submetidas a diferentes tratamentos de adubação.

TUBETE	Nitrogênio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	1,02 Ab*	0,90 Ab	0,97 Ab	0,93 Bb	1,05 Bb	1,02 Ab	2,76 Aa
Biodegradável	1,27 Ab	1,12 Ab	1,20 Ab	1,36 Ab	2,64 Aa	0,95 Ab	0,90 Bb
TUBETE	Fósforo						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	2,70 Ab*	2,66 Ab	3,06 Aa	2,16 Ac	2,66 Ab	2,06 Ac	1,86 Ad
Biodegradável	0,13 Bd	0,36 Bab	0,16 Bcd	0,26 Bbc	0,46 Ba	0,26 Bbc	0,13 Bd
TUBETE	Potássio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	9,46 Ab*	9,46 Ab	8,46 Ac	9,46 Ab	9,93 Aa	9,94 Aa	7,46 Ad
Biodegradável	2,46 Bb	2,46 Bb	1,96 Bc	1,96 Bc	2,96 Ba	2,46 Bb	1,46 Bd
TUBETE	Cálcio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	12,00 Ac*	14,00 Ab	14,00 Ab	14,00 Ab	12,00 Ac	15,00 Aa	15,00 Aa
Biodegradável	6,00 Be	10,00 Ba	10,00 Ba	7,00 Bd	9,00 Bb	8,00 Bc	4,00 Bf
TUBETE	Magnésio						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	5,26 Ae*	5,26 Ae	5,56 Ac	5,66 Ab	3,96 Af	6,36 Aa	5,36 Ad
Biodegradável	1,56 Bf	2,46 Ba	2,26 Bc	2,06 Bd	2,36 Bb	1,86 Be	0,56 Bg
TUBETE	Enxofre						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	0,60 Ac*	0,70 Abc	0,86 Aa	0,87 Aa	0,66 Abc	0,76 Aab	0,66 Abc
Biodegradável	0,26 Bbc	0,26 Bbc	0,26 Bbc	0,46 Ba	0,36 Bab	0,26 Bbc	0,16 Bc

*Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle)

Com relação ao Mg (Magnésio), no tubete convencional, para as plântulas de eucalipto o tratamento com maior valor foi o 6, com $6,36 \text{ g.kg}^{-1}$, e o de menor valor foi o 5, com $3,96 \text{ g.kg}^{-1}$. No tubete biodegradável, o maior teor foi observado no tratamento 2, om

2,46 g.kg⁻¹, e o menor valor foi para o tratamento 1, com 1,56 g.kg⁻¹. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores teores, independente do tratamento.

O efeito positivo da aplicação de Ca sobre o crescimento de árvores de eucalipto plantadas em solo empobrecido em K foram observados por Sette Junior (2010) e Almeida et al. (2010). Em estudo sobre aplicação de K e Ca no crescimento e na qualidade do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis*, Sette Junior (2010) constatou que as árvores que receberam aplicação de Ca apresentaram incremento e volume de lenho superior a árvores-controle, sugerindo a possibilidade de utilização de adubação potássica associada ao Na.

Os teores de S (Enxofre), no tubete convencional, para as plântulas de eucalipto foram maiores para os tratamentos 3 e 4, já o menor teor foi verificado no tratamento 1. No tubete biodegradável, o maior teor de S foi encontrado no tratamento 4, e o menor no tratamento 7.

A maior parte do enxofre no solo está na forma orgânica, que, por via microbiana é convertido às formas disponíveis para as plantas. As proteínas são os compostos nas quais a maior parte do enxofre e do nitrogênio se incorpora (Vitti; Lima; Cicarone, 2006).

De forma geral, com exceção do N, os macronutrientes se apresentaram com maiores teores no tecido foliar do Eucalipto quando utilizado o tubete convencional, independente do tratamento utilizado.

A absorção de cobre pelas plantas ocorre por meio de processo ativo e, existem evidências de que este elemento iniba fortemente a absorção de zinco e vice versa (Bowen, 1969).

O teor de Cu (Cobre), no tubete convencional, foi maior no tratamento 4, com 12,76 mg.kg⁻¹ para as plântulas de eucalipto. Já o menor teor foi encontrado no tratamento 5, com 9,56 mg.kg⁻¹ (Tabela 5.7). No tubete biodegradável, o maior teor de Cu foi encontrado no tratamento 1, com 9,46 mg.kg⁻¹, e o menor no tratamento 4, com 4,66 mg.kg⁻¹. Entre os tubetes, o convencional apresentou os maiores teores, independente do tratamento.

A principal função do ferro é a ativação de enzimas, atuando como grupo prostético, participa em reações fundamentais de oxirredução. Em relação ao metabolismo do ferro na planta, deve-se levar em conta que este apresenta baixa mobilidade nos tecidos vegetais (Alves, 2013).

Para o Fe (Ferro), o maior teor encontrado, quando utilizado tubete convencional, para as plântulas de eucalipto, foi no tratamento 1, com 94,06 mg.kg⁻¹. Já o menor teor foi observado no tratamento 5, com o teor de 30,66 mg.kg⁻¹. Para o tubete biodegradável, o maior teor foi no tratamento 5, com 105,36 mg.kg⁻¹. Entre os tubetes, os tratamentos 1, 2 e 4 apresentaram maiores teores de Fe quando foi utilizado o tubete convencional, os demais tratamentos tiveram maiores teores do nutriente com o tubete biodegradável.

Tabela 5.7: Teor de Micronutrientes na parte aérea (mg.kg⁻¹) de mudas de Eucalipto plantadas em dois tipos de tubetes e submetidas a diferentes tratamentos de adubação.

TUBETE	Cobre						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	11,56 Ac*	11,66 Ab	9,76 Af	12,76 Aa	9,56 Ag	10,56 Ad	10,20 Ae
Biodegradável	9,96 Ba	5,46 Bc	4,76 Be	4,66 Bf	5,76 Bb	5,16 Bd	2,66 Bg
TUBETE	Ferro						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	94,06 Aa*	56,96 Ad	48,66 Be	61,76 Ab	30,66 Bg	57,86 Bc	42,96 Bf
Biodegradável	23,36 Bg	44,66 Bd	105,36 Aa	33,06 Bf	37,76 Ae	64,46 Ab	53,96 Ac
TUBETE	Manganês						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	46,20 Ab*	43,18 Ac	39,43 Ae	48,66 Aa	41,36 Ad	41,66 Ad	32,52 Af
Biodegradável	4,43 Bd	10,50 Bb	11,20 Bab	1,57 Be	11,33 Ba	7,36 Bc	2,28 Be
TUBETE	Zinco						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	31,59 Aa*	29,87 Ab	25,20 Ad	27,00 Ac	24,09 Ad	27,49 Ac	31,19 Aa
Biodegradável	10,59 Bd	15,37 Bab	14,30 Bbc	14,03 Bc	15,83 Ba	14,23 Bbc	8,63 Be
TUBETE	Boro						
	TRATAMENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Convencional	14,23 Aa	13,63 Aab	13,73 Aab	12,96 Ab	11,03 Ac	9,90 Bc	10,96 Ac
Biodegradável	9,23 Bc	10,76 Bb	10,90 Bb	9,90 Bbc	9,83 Bbc	12,70 Aa	10,50 Ab

*Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento 1: composto orgânico tipo I + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-A); Tratamento 2: composto orgânico tipo I + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-B); Tratamento 3: composto orgânico tipo I + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-C); Tratamento 4: composto orgânico tipo II + 10% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-D); Tratamento 5: composto orgânico tipo II + 20% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-E) e Tratamento 6: composto orgânico tipo II + 30% de fosfato natural reativo (Fertilizante OM-F) e Tratamento 7: substrato comercial (Controle)

O manganês ocorre na seiva das plantas na forma livre de Mn²⁺ é essencial à síntese de clorofila e sua função principal está relacionada com a ativação de enzimas. Considera-se que o manganês é facilmente absorvido pelas plantas quando na forma

solúvel no solo, numa relação direta entre o teor do elemento solúvel no solo e sua concentração na planta.

O nível de Mn (Manganês), para o tubete convencional, foi maior no tratamento 4, com 48,66 mg.kg⁻¹. No tubete biodegradável, o maior teor foi encontrado no tratamento 5, com 11,33 mg.kg⁻¹. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores teores, independente do tratamento.

O zinco é absorvido na forma de Zn²⁺ tanto por via radicular como foliar. Atua como co-fator enzimático, é essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura protéica.

Para o Zn (Zinco), no tubete convencional, para as plântulas de eucalipto, os maiores valores foram verificados nos tratamentos 1 e 7. Já no tubete biodegradável, o maior teor foi no tratamento 5. Entre os tubetes, o convencional apresentou maiores teores de Zn, independente do tratamento.

O boro é absorvido pela planta como ácido bórico e, provavelmente como ânion borato a valores elevados de pH, tanto por via radicular como foliar. Tem importante função na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidrato.

O teor de B (Boro), no tubete convencional, para as plântulas de eucalipto, foi maior para o tratamento 1, com 14,23 mg.kg⁻¹. Já no biodegradável o maior teor de B foi no tratamento 6, com 12,70 mg.kg⁻¹. Entre os tubetes, todos os tratamentos apresentaram maiores teores do nutriente quando utilizado o tubete convencional, com exceção do tratamento 6, que apresentou o maior teor para o tubete biodegradável.

4.4 CONCLUSÃO

- O composto orgânico tipo I apresenta superioridade nos parâmetros matéria orgânica, carbono orgânico e relação Carbono/Nitrogênio.
- Os fertilizantes organomineral A e organomineral B se destacam positivamente entre os demais, com relação aos teores de matéria orgânica e carbono orgânico.
- Emergência de plântulas, Altura e diâmetro do colo apresentam melhores resultados no sistema convencional, do que o sistema biodegradáveis.
- Com exceção do Nitrogênio, os macronutrientes se apresentam com maiores teores no tecido foliar do Eucalipto quando utilizado o tubete convencional, independente do tratamento utilizado.

- O tubete biodegradável proporciona maior acúmulo de ferro nos tratamentos 3,5,6 e 7 nas plântulas de Eucalipto, para os outros micronutrientes o maior acúmulo foi no tubete convencional.

5.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. R.; LACLAU, J. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RANGER, J; SAINT-ANDRÉ, L. A positive growth response to NaCl applications in Eucalyptus plantations established on K-deficient soils. *For. Ecol. Manage.*, 259:1786-1795, 2010.

ANGHINONI, I. Uso de fósforo pelo milho afetado pela fração de solo fertilizada com fosfato solúvel. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:349-353, 1992.

ALVES, M.S. Efeitos da solução nutritiva no crescimento e qualidade de mudas de mogno africano. Boa Vista, 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Federal de Roraima. 2013.

BOWEN, J. E. Absorption of copper, zinc and manganese by sugarcane tissue. *Plant Physiology*, v.44, p. 255-261.1969.

CAMPOS, A. L. O. **Avaliação metodológica da estabilização da fração orgânica** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 1998.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral. Corumbá – MS: Embrapa Pantanal, 2002. 4 p. (Circular Técnica, 35).

EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. Manual e métodos de análise de solos. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPA. Documentos,1).

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análises estatística. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GARCIA, J. N.; PEREIRA, M, G. **O Eucalipto e a pequena propriedade rural**. Piracicaba: ESALQ, 2010. 59p.

HAUG, R.T. **The Practical Handbook of Compost Engineering**. Lewis, Boca Ratón, 1993.

IATAURO, R. A. Avaliação energética e econômica da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira – *schinus terebinthifolius raddi*. Tese. Botucatu. 2004. Disponível em <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90463/iatauro_ra_me_botfca.pdf?sequence=1> Acessado dia 30 de abril de 2015.

IATAURO, R.A. Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem**: maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba, 2002.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

LEITE, P.B.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L; GUARÇONI M. A. Níveis críticos de fósforo, para milho, em casa de vegetação, de acordo com a sua localização no solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:497-508, 2006.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MEURER, E. J. Potássio. In: MANLIO, S. F. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282-298.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. *Acta Amazônica*, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

NEVES, J. C. L. **Aspectos nutricionais em mudas de *Eucalyptus* spp.** - Tolerância ao alumínio e níveis críticos de fósforo no solo. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1983. 87p. (Tese de Mestrado)

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. COUTO, C. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus* spp.: Níveis críticos de implantação e manutenção. **R. Árvore**, 10:105- 111, 1986.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. COUTO, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **R. Árvore**, 6:29-37, 1982.

RODRIGUES, E. T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira. Brasília**, v. 12, n.2, p. 260-262, 1994.

ROYO, J. Fertilizante proveniente da mistura de composto orgânico e fontes minerais mantém a mesma produtividade dos adubos comerciais. 2010. Disponível em: . Acesso em: 22 dez. 2015.

ROMER, W; SCHILLING, G. Phosphorus requirements of the wheat plant in various stages of its life cycle. **Plant Soil**, 91:221-229, 1986.

SEPIN - Secretaria do Planejamento e do Desenvolvimento do Estado de Goiás – SEPLAN. Superintendência de Pesquisa e Informação – SEPIN. 2003. Disponível em: . Acessado em: 15/09/11.

SETTE JUNIOR, C. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S. & LACLAU, J. P. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. HILL. ex Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Rev. Árvore**, 34:979-990, 2010.

SILVA, M. R. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 100f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) –Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SIMÕES, J. W. **Métodos de produção de mudas de eucalipto**. 1968. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia)- ESALQ-USP, Piracicaba. 1968.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Colombo: 2000. p. 125-150.

VALVERDE, S. R. As plantações de eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, ano 18, n.107, 130 p, 2007.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 299-326, 2006.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Na compostagem dos resíduos orgânicos a fase termófila é obtida entre 48 a 72 horas em função do uso do biocatalizador acelerador.
- Na caracterização química dos compostos orgânicos o composto 1 apresenta resultados de acordo com os padrões descritos na legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Na caracterização química dos fertilizantes organominerais os tratamentos 1, 2 e 4 apresentam teores superiores de matéria orgânica, carbono orgânico e de potássio em comparação aos demais fertilizantes organominerais.
- Para acácia e eucalipto os fertilizantes organominerais 3 e 5 demonstram superioridade nos aspectos fitotécnicos de padrão qualidade de muda (altura e diâmetro de colo).
- Os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes estão adequados, tendo o sistema convencional se destacado positivamente.