

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de
acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild).

Pelotas, 2007

Alexandre Terracciano Villela

Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Produção Vegetal).

Orientadora: Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

Co-Orientador: Danilo Dufech Castilhos

Pelotas, 2007

Banca examinadora:

Dr^a. Luciana Bicca Dode
Escola de Ciências ambientais/UCPel

Dr^a. Ana Celi Rodrigues da Silva
PPGA-Produção Vegetal - Autônoma

Dr. Vilmar Luciano Mattei
PPGA-Produção Vegetal/UFPeI

Dr. Ruy José Costa da Silveira
PPGA-Solos/UFPeI

Aos meus pais Flávio e Teresa por estarem sempre ao meu lado indicando o caminho correto a seguir, a os meus irmãos, sobrinhos e cunhados pela amizade e compreensão, a minha esposa Juliana e a minha filha Ana Júlia pelo amor amizade e companheirismo durante mais uma jornada em nossas vidas.

Dedico

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

À minha orientadora e grande amiga Prof^a. Dr^a. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morsseli pela valiosa orientação, confiança e amizade durante o curso e execução do trabalho, o qual não poupou dedicação ao meu amadurecimento e formação profissional.

Aos meus pais pelo importante apoio, estímulo, amor e amizade que me impulsionaram em todas as etapas de minha vida.

Aos meus irmãos, pelo otimismo, ajuda e carinho.

Aos estagiários de minhocultura, ao funcionário do Laboratório de Biologia do Solo da UFPEL, Sérgio Brizolara da Rosa e aos alegres amigos do laboratório de física do solo pelos mates, cooperação, amizade e pelas horas dedicadas a este trabalho.

Aos colegas de mestrado e doutorado pelas maravilhosas horas de convívio, incentivo e ensinamentos.

A minha esposa Juliana, pelo incentivo, amor, amizade, carinho, e em especial pela filha linda e maravilhosa que compartilhamos.

A grande amiga e “chefe” Ecóloga Mariana Brasil Vidal, pelos conhecimentos por ela repassados, e pela paciência no dia a dia.

Ao Esporte Clube Pelotas pelos momentos de emoções proporcionados.

Aos meus grandes amigos a labradora Solanácea (Sol) e o coker half minhoca por balançarem os rabinhos nos bons e maus momentos.

A honra de ter convivido com meu colega Ivan Renato Cardoso Krolow, possuidor de uma perseverança infindável.

O agradecimento especial fica com minha filha Ana Júlia, por me mostrar à vida de uma forma nunca antes avistada, trazendo alegria, amor, paz e muita vontade de viver aos seus pais.

Agradeço ao Departamento de Solos pelas análises realizadas e em especial a dedicação da laboratorista Noemi.

A todas as pessoas amigas, mesmo que aqui não citadas, mas que contribuíram e continuam contribuindo para que minha vida se torne cada vez mais feliz, fraterna e próspera.

Resumo

VILLELA, A.T. **Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild).** Pelotas-RS: FAEM/UFPEL, 2007, (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal)

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild), em substratos obtidos a partir de resíduos agroindustriais, compostados e vermicompostados. Após a busca e a aquisição dos diferentes resíduos utilizados no trabalho, procedeu-se à disposição desses materiais isolados e em combinação em caixas de madeira não aromática (cedrinho) a fim de realizar o processo de compostagem e posteriormente a vermicompostagem. Após a vermicompostagem estar concluída procedeu-se a mistura dos materiais incluindo-se a casca de arroz carbonizada (CAC) que compuseram os seguintes tratamentos: T1(esterco bovino (EB) 50%+ casca de arroz parboilizado (CAC) 50%); T2(esterco ovino (EO) 50%+CAC 50%); T3(restos da agroindústria (RA) 50%+CAC 50%); T4(lodo de arroz parboilizado (LP) 50%+CAC 50%); T5(esterco bovino (EB) 25%+LP 25%+CAC 50%); T6(EO 25%+LP 25%+CAC 50%); T7(EB 25%+RA 25%+CAC 50%); T8- EO 25%+RA 25%+CAC 50%); T9(EB 25%+RF 25%+CAC 50%); T10(EO 25%+RF 25%+CAC 50%) e T11(Plantmax®). As variáveis avaliadas foram: diâmetro de colo, altura de plantas, fitomassa fresca da parte aérea, fitomassa fresca da raiz, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca da raiz, área foliar total, composição química das mudas e dos diferentes substratos antes e após a retirada das mesmas. A semeadura ocorreu no dia primeiro de junho de 2006 em tubetes rígidos (1320 unidades) com capacidade de acondicionar aproximadamente 50 cm³ de substrato. O processo germinativo foi concluído no dia 25 do mesmo mês. Quando as mudas atingiram a altura de dois centímetros, procedeu-se o desbaste, deixando-se apenas uma muda por recipiente. Durante o experimento as mudas foram irrigadas com a frequência de 6L m⁻² dia⁻¹, até os 45 dias do plantio. A partir dos 46 dias mudou-se para duas irrigações totalizando 12L m⁻² dia⁻¹, devido à elevação da temperatura local mantendo-se essa frequência até o final das avaliações em estufa. Aos vinte e três dias do mês de setembro de 2006 (115 dias a contar da semeadura), deu-se o término das avaliações em estufa e todas as mudas foram retiradas e encaminhadas ao laboratório para serem realizadas as demais avaliações. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de médias (Tukey 5%), onde foi possível constatar que o tratamento T11 com substrato comercial Plantmax®, apresentou as melhores respostas agrônômicas para mudas de acácia negra (*acácia mearnsii* de Wild).

Palavras-chave: *Acacia mearnsii* de Wild., resíduos agroindustriais, produção de mudas.

Abstract

VILLELA, A.T. **Evaluation of organic substrates for the production of black acacia (*Acacia mearnsii* of Wild) seedlings.** Pelotas/RS: FAEM/UFPEL, 2007, (Dissertação - Mestrado in Agronomy, Area of Concentration in Vegetal Production)

The present work had as objective to evaluate the production of seedlings of black wattle (*Acacia mearnsii* of Wild), in substrata gotten from agro-industrial residues, composted and vermicomposted. After the search and the acquisition of the different residues used in the work, it was proceeded the disposal from these isolated materials and in not aromatical combination in boxes wooden (cedrinho) in order to carry through the composting process later and the vermcomposting. After the vermicomposting to be concluded preceded it mixture from the materials including itself it carbonized rind of rice (CAC). The treatments were: T1 (bovine manure (EB) 50%+ rind of “parboilizado” rice (CAC) 50%); T2 (ovine manure (EO) 50%+CAC 50%); T3 (agroindustrial residues (FROG) 50%+CAC 50%); T4 (mud of “parborizado” rice (LP) 50%+CAC 50%); T5 (bovine manure(EB) 25%+LP 25%+CAC 50%); T6 (EO 25%+LP 25%+CAC 50%); T7 (EB 25%+RA 25%+CAC 50%); T8- EO 25%+RA 25%+CAC 50%); T9 (EB 25%+RF 25%+CAC 50%); T10 (EO 25%+RF 25%+CAC 50%) and T11 (Plantmax®). The evaluated variable had been: number of plants, col diameter, height of plants, aboveground biomass (wet and dry), root fitomass (wet and dry), total foliar area, chemistry composition od seedlings and chemistry composition of the substrata before and after the research. The sowing occurred in rigid the first day of June of 2006 in “tubetes” (1320 units) with capacity conditioning 50 approximately cm^3 of substratum. The seeds was concluded the germinative process in day 25 of the same month. When the changes had reached the height of two centimeters, proceded the looping, leaving itselfs only one seedlings one for container. During the experiment the changes had been irrigated with the frequency of 6L $\text{m}^{-2} \text{day}^{-1}$, until the 45 days of the plantation. From the 46 days 12L was changed for two irrigations totalizing $\text{m}^{-2} \text{day}^{-1}$, due to rise of the local temperature remaining this frequency until the end of the evaluations in greenhouse. To the twenty and three days of the month of September of 2006 (115 days to count of the sowing), the ending of the evaluations in greenhouse was given and all the changes had been removed and directed to the laboratory to be carried through the too much evaluations. The gotten results had been submitted to the variance analysis, test of averages (Tukey 5%), where it was possible to evidence that the T11 treatment with commercial substratum Plantmax®, presented the best answers for seedlings of black wattle (*acácia mearnsii* of Wild).

Key-words: *Acacia mearnsii* of Wild., agro-industrial residues, seedlings production

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Composição de macronutrientes dos diferentes substratos pré-plantio da <i>Acacia mernsii</i> FAEM/UFPeI, 2005/06	33
Tabela 2 - Caracterização física dos diferentes substratos quanto à densidade (Dp), macroporosidade (MC), microporosidade (MI), porosidade total (Pt), capacidade máxima de retenção de água (CRA) e umidade gravimétrica (Ug). FAEM/UFPeI, 2005/06.....	34
Tabela 3 - Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR) e fitomassa seca da raiz (FSR) de mudas de acácia. UFPeI, 2006.....	41
Tabela 4 - Diâmetro do colo (DC), área foliar total (AFT) e altura de mudas de acácia (AM). UFPeI, 2006.....	43
Tabela 5 - Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, acumulados na parte aérea em mudas de acácia negra (<i>acacia mearnsii</i> de wild.). FAEM/UFPeI, 2005/2006	47
Tabela 6 - Teores de cálcio, nitrogênio, fósforo e magnésio, acumulados na raízes das mudas de acácia negra (<i>Acacia mearnsii</i> de wild.). FAEM/UFPeI, 2005/2006.....	48

Lista de Figuras

- Figura 1. Amostra do sistema de plantio de mudas FAEM/UFPeI.38
- Figura 2. Gráfico demonstrativo do Peso Total da Parte Aérea das mudas de *Acacia mearnsii* de Wild nos diferentes tratamentos FAEM/UFPeI.....61
- Figura 3. Gráfico demonstrativo do Peso Total das Raízes das mudas de *Acacia mearnsii* de Wild nos diferentes tratamentos FAEM/UFPeI.....61

Sumário

1 Introdução.....	13
2 Revisão Bibliográfica	16
2.1 Resíduos orgânicos	16
2.2 Compostagem e vermicompostagem	17
2.3 Acacia Negra	20
2.3.1 Impactos ecológicos	26
2.3.2 Impactos econômicos	26
2.4 Substratos	28
2.5 Parâmetros de qualidade da muda	29
2.6 Exigências nutricionais	30
3 Material e Métodos	32
3.1 Local e caracterização da área.....	32
3.2 Estufa plástica	32
3.3 Obtenção e caracterização dos materiais.....	32
3.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	35
3.5 Variáveis analisadas	37
3.6 Análise estatística.....	38
4 Resultados e Discussão	39
4.1 Fitomassa fresca parte aérea	39
4.2 Fitomassa seca da parte aérea	40
4.3 Fitomassa fresca da raiz.....	40
4.4 Fitomassa seca raiz	41
4.5 Diâmetro do colo.....	42
4.6 Altura da muda	43

4.7 Área foliar total.....	44
4.8 Macronutrientes na Fitomassa seca da parte aérea e da raiz	45
4.8.1 Nitrogênio	45
4.8.2 Fósforo	45
4.8.3 Potássio	46
4.8.4 Cálcio.....	47
4.8.5 Magnésio	47
5 Conclusões.....	50
6 Referências Bibliográficas	51
Vita.....	59
Apêndice.....	60

1 Introdução

Durante muito tempo, o homem utilizou-se da matéria orgânica para produção de seus alimentos. Esta prática foi substituída por um pacote tecnológico, que tem como proposta principal o uso intensivo de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, que facilitam a maximização da produção e do lucro, mas agredem o meio ambiente, matando os predadores naturais, possíveis inimigos das pragas, afetando o equilíbrio dos agroecossistemas e causando dependência para os produtores.

No do Brasil, uma das grandes demandas de mudas florestais é a recuperação de áreas degradadas com vistas ao crescimento econômico de cada região. Para isso, torna-se necessário o uso de mudas de qualidade. Pois, as que apresentam parte aérea e sistema radicular bem formado e em bom estado nutricional, geralmente têm alta taxa de sobrevivência e crescimento no campo, aumentando o seu poder de competição com a vegetação espontânea, diminuindo a frequência de limpeza e, conseqüentemente os custos, da recuperação da área em questão. Logo, torna-se importante uso de substratos que atendam as necessidades de mudas de espécies florestais, que além de sustentarem as plantas forneçam-lhes nutrientes, necessidades de água e oxigênio.

A acácia-negra é uma espécie leguminosa de múltiplos propósitos como, recuperação de ambientes degradados, fixação de nitrogênio, produção de tanino e de energia, dentre outros. Vem sendo cultivada no Brasil, com a finalidade principal de produção de tanino e energia. Existem aproximadamente dois milhões de hectares plantados em todo o mundo, atendendo diferentes finalidades.

O plantio de acácia-negra, juntamente com o do eucalipto e do pinus constituem-se nos mais expressivos em relação a florestas plantadas. A

concentração de plantio dessa importante espécie se dá no Rio Grande do Sul onde vem sendo explorada por milhares de pequenos produtores que atendem o mercado florestal interno e externo, gerando renda e empregos diretos e indiretos.

Um problema, de cunho social, que vem a cada dia ganhando espaço em discussões e gerando preocupações aos órgãos públicos governamentais, ONGs, e grupos de pesquisa é o volume de resíduos orgânicos gerados nas zonas urbana e rural. Uma saída para este material, além da reciclagem convencional, é a utilização da fração orgânica, que tem alto potencial agrônômico, sendo utilizada para produção de composto orgânico, e sua aplicação na produção de mudas de espécies florestais e ornamentais.

O manejo inadequado desses resíduos tende a alterar as características químicas, físicas e biológicas do solo, e acelerar o processo de degradação deste e do meio ambiente. A sustentabilidade da produção agrícola, no que diz respeito ao fator resíduos-solo-planta, depende da adoção de práticas adequadas por parte dos agricultores.

A utilização de técnicas de manejo e de conservação do solo que mantenham suas propriedades favoráveis à elevação e manutenção das características físicas químicas e biológicas de um solo influenciam consideravelmente a qualidade final dos produtos alimentares provenientes da agricultura, pois as culturas agrícolas só poderão produzir em quantidade e qualidade se, além de condições climáticas favoráveis, tiverem à sua disposição durante o período de crescimento e desenvolvimento, os nutrientes necessários além da fauna edáfica (meso e macrofauna) nas proporções adequadas, para que o solo se mantenha em equilíbrio, assim correspondendo a sua função de servir como suporte e meio ao qual as plantas retiram do mesmo os nutrientes relacionados anteriormente para sua manutenção.

O interesse cada vez mais incessante em reintegrar uma racionalidade ecológica à produção agrícola, tornando-a ambiental, social e economicamente viável, vem nos fazendo repensar os modelos predominantes de produção de alimentos até então empregados, força-nos na busca de alternativas que atendam o interesse geral. Então, a busca por alternativas ecologicamente viáveis para a produção agrícola, tem nos conduzido a irmos cada vez mais em busca de um manejo que não prejudique ou agride minimamente o meio ambiente, como esta ocorrendo com grande parcela de produtores em todo o mundo.

A utilização de resíduos orgânicos e dos resíduos da agroindústria compostados ou vermicompostados, como substratos ou adubo é uma forma de manejo que contribui sensivelmente para a produção agrícola regenerativa, pois geralmente, estes materiais, misturados ou não, têm geralmente os nutrientes necessários para uma produção saudável de mudas. Nesses materiais estão presentes a maioria dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre) e micronutrientes (zinco, cobre, boro, ferro, cobalto) essenciais para as plantas e que não são encontrados em alguns substratos comerciais, bem como apresentam uma gama de microrganismos que vão beneficiar a flora e a fauna do solo.

Para o sucesso de programas de recuperação com espécies florestais é importante o uso de mudas de qualidade, pois, as que apresentam parte aérea e sistema radicular bem formado e em bom estado nutricional, geralmente têm alta taxa de sobrevivência e crescimento no campo, aumentando o seu poder de competição com a vegetação espontânea, diminuindo a frequência de limpeza e, conseqüentemente os custos, da recuperação da área em questão.

A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação e formação do sistema radicular e da parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes.

A produção de mudas é uma das fases mais importantes do cultivo de espécies arbóreas. Mudas de qualidade adequada são fundamentais no crescimento e desenvolvimento dessas espécies. Para que se produzam mudas de qualidade é necessário o conhecimento das características das espécies, notadamente seus requerimentos nutricionais.

O presente trabalho foi proposto no sentido de dar um destino adequado aos resíduos da agroindústria da região de Pelotas, RS, utilizando-os nos processos de compostagem e vermicompostagem e posteriormente em misturas para formar substratos submetidos à produção de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild).

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Resíduos orgânicos

A matéria orgânica tem sido através dos séculos, o ponto culminante de apoio à agricultura, ora como fator condicionador de primeira grandeza e de imprescindibilidade quase absoluta, pois sem ela a agricultura não seria possível, (TIBAU 1984). A fonte da matéria orgânica do solo é o tecido vegetal, quer na forma de folhas, frutos ou até mesmo sementes, que vem compor a liteira ou serrapilheira do solo. As raízes das plantas colaboram com exsudatos radiculares e depois de mortas passam a fazer parte dos horizontes subjacentes. Segundo Mielniczuk (1999) “o teor de matéria orgânica de um solo serve como indicador da qualidade do mesmo”, sendo este teor muito sensível às práticas de manejo agrícola, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde mais de 50% da matéria orgânica previamente acumulada é perdida por processos como a decomposição microbiana e erosão (ANDREUX, 1996).

Solos que apresentam baixos teores de matéria orgânica tendem a apresentar problemas de má estruturação física, alta incidência de patógenos e redução na capacidade de absorção de nutrientes. O equilíbrio no sistema solo-planta é mantido pelo fornecimento constante de matéria orgânica pela biomassa vegetal compensando as perdas promovidas pela decomposição natural dos resíduos orgânicos (MENDES, 2000).

Dentre os resíduos orgânicos animais, pode-se citar os esterco, bastante usados nas áreas de horticultura, fruticultura, floricultura e paisagismo.

Os esterco contém dejeções sólidas e líquidas que misturadas às camas e juntamente com os resíduos de alimentos, quando bem fermentados, são a forma mais valiosa de matéria orgânica que se pode adicionar ao solo. Sua composição é variável e influenciada por vários fatores como a espécie animal, raça, idade,

alimentação, material utilizado como cama e tratamento dado à matéria-prima esterco (KIEHL,1985).

No Brasil, algumas fontes de adubos orgânicos com e sem suprimento de nutrientes tem sido testadas em diferentes culturas, confirmando a importância da escolha do adubo orgânico com vistas ao aumento da produtividade e sua contribuição relevante na melhoria da qualidade das hortaliças (LANNA et al., 1994).

2.2 Compostagem e vermicompostagem

A importância das minhocas para a fertilização e recuperação dos solos já era reconhecida pelo filósofo Aristóteles, que definia estes seres como "arados da terra", graças à sua capacidade de escavar os terrenos mais duros. Os antigos egípcios atribuíam poderes divinos às minhocas, protegendo-as por lei. A grande fertilidade do solo do vale do Nilo deve-se não só à matéria orgânica depositada pelas enchentes do rio Nilo, como também à sua humificação pelas minhocas que ali proliferam em enormes quantidades.

Animal extremamente útil para a agricultura e que passa quase todo o seu ciclo de vida debaixo da terra, a minhoca melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo: perfura-o, formando galerias subterrâneas e descompacta-o. A minhoca é um animal invertebrado, aeróbico, pertencente à classe dos anelídeos, visto possuir um corpo segmentado em partes iguais; tem respiração cutânea (respira pela pele) e, apesar de hermafrodita (possui os dois sexos), a minhoca não se auto-fecunda necessitando de outra minhoca para se reproduzir.

Existem milhares de espécies de minhocas, mas são poucas as espécies que proliferam em ambientes de alta concentração orgânica como na vermicompostagem. São criadas 3 espécies comercialmente: *Eisenia foetida* (minhoca vermelha da Califórnia), que se reproduz rapidamente, *Lumbricus Rubellus* (minhoca dos resíduos orgânicos) e *Eudrilus Eugeniase* (minhoca Gigante Africana), sendo as duas primeiras as mais utilizadas pelos criadores.

A *Eisenia foetida* é reconhecida facilmente como minhoca vermelha da terra. Encontra-se em terrenos úmidos e é muito freqüente nas zonas rurais Portuguesas. Uma minhoca vermelha gera, em condições ótimas, centenas de crias por ano, tendo o ambiente em torno de 50% de umidade (Kiehl 2002). O ciclo de vida da *Eisenia foetida*, segundo Alvarez et al (1998), "supera um ano de vida", e além da

produção de húmus, as minhocas podem também ser usadas como isca para a pesca e para produzir farinha, dado o seu elevado teor de proteínas (78%). Além disso, têm uso na medicina, pela sua grande capacidade de cicatrização e regeneração dos tecidos e também na farmacologia, no tratamento de bronquite, asma e hipertensão. A vermicompostagem apresenta melhores respostas quando da utilização de minhocas da espécie *Eisenia foetida*, isto se dá por inúmeros fatores dentre eles a facilidade de adaptação às variações climáticas do Estado do Rio Grande do Sul e aos mais diferentes resíduos da atividade agroindustrial (MORSELLI, 1994).

Os resíduos utilizados na vermicompostagem variam desde o lodo de esgoto de indústria de papel (ELVIRA et al., 1997) restos de erva-mate (MORSELLI et al., 1997), lixo urbano (VENTURINI et al., 1999), restos de hortaliças (DIONÍSIO et al., 1999) até finos de carvão mineral (MÜLLER et al., 1999).

A vermicompostagem e a compostagem, surgem como opções simples, e consagradas para reciclagem dos resíduos alimentares, dejetos agropecuários, e restos orgânicos no contexto geral para a obtenção de húmus com excelentes propriedades para fertilização do solo. Para Ferruzzi (1989), “a vermicompostagem tem um caráter muito importante no aporte de húmus mais rico e produzido em menor tempo quando comparado a compostagem comum”, favorecendo o aparecimento de minhocas nativas no solo, melhorando seus atributos físicos, químicos e biológicos. Este menor tempo é devido ao fato de que as minhocas agilizam, apressam e antecipam o ciclo do carbono, reduzindo substancialmente o tempo de percurso entre a fotossíntese e o húmus (KIEHL, 1985).

Conforme Harris (1990), “o vermicomposto é um fertilizante orgânico produzido por meio de um processo de decomposição aeróbico e controlado”, em que, em uma primeira fase, estão envolvidos exclusivamente bactérias e fungos, e em uma segunda fase, as minhocas atuam concomitantemente, acelerando o processo de decomposição e produzindo um composto de melhor qualidade, provocando benefícios nos atributos físicos e biológicos do solo.

Nos dias atuais a compostagem é definida como um processo biotecnológico, que pode ser realizado em materiais de origem animal ou vegetal, sendo um processo desenvolvido em meio aeróbico controlado, realizado por uma colônia mista de microrganismos (SKANAVIS, YANKO, 1994). Através da compostagem realizada de forma aeróbia pode-se evitar a formação de compostos prejudiciais aos

vegetais como ácido acético, e compostos fenólicos e alcalóides (BILDERBACK, 2007), pode-se ainda reduzir o nível de fitotoxinas presente em cascas e serragem de coníferas além de reduzir a relação C/N (HANDRECK, BLACK, 1999).

Para Compagnoni e Putzolu (1985), “o vermicomposto é um autêntico fertilizante biológico, que atua como um corretor do solo, melhorando o equilíbrio biológico do húmus estável”. Considera que a ação fertilizante do vermicomposto determina tais características importantes para a microflora, os ácidos húmicos e as fitoestimulinas.

Segundo Backes & Kaempff, (1991), “uma das opções de melhoria da qualidade do solo passa pela aplicação, na terra, ou diretamente junto às plantas, do húmus produzido pelas minhocas ou vermicomposto”. As minhocas são vermes, daí o processo ser chamado em inglês “Vermicomposting” originando em português o neologismo, vermicompostagem (KIEHL, 1985).

A origem do material utilizado para a produção de vermicomposto é fundamental, pois só uma matéria-prima de qualidade resultará em um produto final de boa qualidade. Para Antonioli et al. (1996), “o esterco mais aconselhável é aquele que provém de animais confinados e livre de impurezas”. a compostagem não é um processo de esterilização, mas a regressão de patógenos pode ocorrer (HAUG, 1993). Quando há uma relação adequada entre os elementos ocorre uma elevação da temperatura superior a 60°C, momento este que proporciona um tipo de fermentação que quando combinada ao tempo de exposição ao calor elimina os patógenos, impede a proliferação de insetos e invasão de predadores. Após este processo a compostagem pode fornecer um material homogêneo e relativamente estável (PEIXOTO; ALMEIDA; FRANCO, 1989).

Na vermicompostagem pode-se obter húmus com excelentes propriedades. Pouparam-se recursos, preserva-se o ambiente, evita-se o uso desmesurado de fertilizantes sintéticos e aproveita-se para conhecer melhor este ser vivo. O objetivo desse processo é melhorar as características físico-químicas e biológicas do composto e, conseqüentemente, melhorar sua aceitação e seu valor comercial (KNAPPER, 1987). As fontes secundárias de matéria orgânica são os resíduos de origem animal, quer através de materiais digeridos por eles ou com seus próprios corpos após a morte. Certas formas de vida principalmente as minhocas, centopéias e formigas desempenham papel importante no transporte interno de resíduos

animais ou vegetais que consomem, transportando-os para outro local ou outro horizonte.

2.3 Acácia Negra

A acácia negra que tem como nome científico *Acacia mearnsii* pertence ao reino Plantae, Phylum Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Fabales. Ocorre, naturalmente, no sudeste da Austrália e pertence à família Mimosaceae (DORAN; TURNBULL, 1997). O gênero *Acacia* envolve cerca de 1.350 espécies distribuídas em todo o mundo, particularmente na África, Ásia e Austrália. As acácias pertencem à família Mimosaceae, que está subdividida em seções, que agrupam espécies com características morfológicas distintas, sendo: subgênero *Aculeiferum* Vassal (representada pelas seções *Vulgaris* Benth. e *Filicinae* Benth.); subgênero *Heterophyllum* Vassal (representada pelas seções *Phyllodineae* Benth., *Botryocephalae* Benth. e *Pulchellae* Benth.); subgênero *Acacia* (representada pela seção *Gummiferae* Benth.). A seção *Botryocephalae* inclui aproximadamente 36 espécies do gênero *Acacia* originárias da Austrália, entre elas *Acacia mearnsii*.

A acácia-negra, em sua área de ocorrência natural, caracteriza-se por ser um grande arbusto ou uma pequena árvore, comumente alcançando de 6 a 10 m de altura, atingindo às vezes 15 m, com fuste geralmente retilíneo quando em conjunto com outras árvores. Em árvores mais jovens e na parte superior das árvores adultas, a casca é fina, lisa e de coloração clara. Em árvores adultas, geralmente apresenta-se com coloração preta-amarronzada, dura e fissurada. A folhagem apresenta cor verde escura, com os brotos novos suavemente amarelos. As folhas são bipinadas, com 8 a 21 pares de pinas, cada uma com 15 a 70 pares de folíolos, medindo 1,5 a 4,0 mm de comprimento por 0,5 a 0,75 mm de largura, com glândulas presentes entre os pares de pinas na parte superior da folha. As folhas compostas variam entre 8 e 12 cm de comprimento, com as folhagens das mudas apresentando de 4 a 8 pares opostos de pinas, cada uma composta por 20 a 25 pares de folíolos oblongos. As inflorescências são paniculares terminais ou axilares, com tamanho aproximado ao tamanho da folha, composta por 20 a 30 flores hermafroditas com coloração amarelo-creme claro, florescendo, na Austrália, entre outubro e dezembro, principalmente no mês de novembro. Os frutos são vagens mais ou menos retas, finamente peludas, medindo entre 5 e 15 cm de comprimento por 4 a 8 mm de

largura. A madeira apresenta alburno muito claro e o cerne é marrom claro com marcas avermelhadas, muito duro e resistente, com boa textura, comumente com grã reversa ou entrelaçada, durabilidade baixa a moderada e densidade básica próxima de 800 kg/m³.

Segundo MASLIN (2002), atualmente, as espécies do gênero *Acacia* australianas são plantadas em aproximadamente 70 países, ocupando uma área aproximada de 2 milhões de hectares, sendo: *Acacia mearnsii*, com cerca de 300.000 ha plantados na África do Sul, Brasil, China e Vietnã (cultivada para produção de tanino, lenha e carvão); *A. saligna*, com mais de 500.000 ha plantados no norte da África, Oriente Médio, Ásia Ocidental e Chile (cultivada para energia, forragem e recuperação do solo); *A. mangium*, com mais de 800.000 ha plantados na Indonésia e Malásia (cultivada para polpa de papel e madeira); e *A. crassicarpa*, com cerca de 50.000 ha na Indonésia e Vietnã (cultivada para uso em polpa de papel e madeira), além de outras espécies menos difundidas. Dentre os gêneros introduzidos e cultivados no Brasil estão *Pinus*, *Eucalyptus*, *Acacia* e *Populus* e segundo Higa e Resende (1992) “a acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) é a terceira espécie mais plantada no Brasil”.

Ocorre em topografia montanhosa suave à moderada, localizando-se preferencialmente, em encostas de exposição leste e sul. a Acácia Negra é uma espécie florestal plantada no Rio Grande do Sul desde o início do século passado. A acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), vem sendo cultivada em vários países, a partir do início deste século XX (HIGA & DEDECEK, 1999).

A maioria das espécies é de vida curta, tendo vida máxima aproximada em cerca de 10 a 15 anos. As principais espécies plantadas no mundo são *Acacia mangium*, *A. saligna* e *A. mearnsii*, sendo os principais países plantadores o Brasil e a África do Sul. O primeiro plantio de *Acacia mearnsii* a acácia-negra, no Rio Grande do Sul, foi em no fim da segunda década no século XX. Os plantios comerciais tiveram início em 1928 no município de Estrela (OLIVEIRA, 1960), com a importação de 30 quilos de sementes da África do Sul, e em 1941 iniciou-se a utilização comercial desta espécie com a criação da SETA - Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.

Em 1957, existia pouco mais de 80 milhões de árvores de acácia-negra plantadas, e atualmente a área em cultivo com esta espécie equivale a 30% da área

do Rio Grande do sul com florestas. Arvore alta com 15 - 20 m de altura; ramos com sulcos superficiais, com pelos pequenos e finos e pontas jovens pilosas douradas. O período de plantio vai de maio a outubro, mas o ideal é plantar em agosto ou setembro, para minimizar os riscos de geadas no inverno e de possíveis estiagens na entrada do verão.

Os frutos são vagens marrom-escuras, finamente pilosas. Da casca, de coloração escura, é extraído o tanino. Ocorre em altitudes que variam de 850 m até o nível do mar em clima temperado e subtropical, com temperatura média no mês mais frio entre 0 e 5 °C. A Acácia Negra não tolera solos hidromórficos. É cultura de coxilhas, com solos bem drenados, podendo mesmo ser pedregosos ou com cascalhos, desde que relativamente profundos e férteis.

A quebra de dormência das sementes de acácia-negra é feita através do método de choque térmico. Nesta técnica ferve-se a água e, quando esta entra em ebulição, suspende-se a fonte de calor, imergindo imediatamente as sementes, onde permanecem até a água ficar com a temperatura do ambiente (CALDEIRA; SCHUMACHER; TEDESCO, 2000). Esses mesmos autores concluíram que, para a produção de mudas com um adequado padrão de qualidade, deve-se usar tubetes com 280 cm³ de volume com substrato de casca de *Pinus spp.* e vermiculita em iguais proporções, incluindo doses de vermicomposto entre 56 e 112 cm³.

Dos sistemas de exploração, o mais usual em acácia-negra, normalmente entre 7 e 9 anos de idade, é aquele que exporta o tronco todo, até o diâmetro mínimo de 6,0 cm, deixando-se a “ponteira” no campo, juntamente com galhos e folhas (CALDEIRA et al., 2002). Essa retirada da madeira implica, também, na retirada de nutrientes do solo. Nesse estudo, a retirada da madeira com casca resultou em uma maior exportação de nutrientes do que a retirada somente da madeira sem casca. A exportação de nitrogênio (N) aumentou mais de duas vezes e a de cálcio (Ca) mais de três vezes quando colhida a madeira com casca em relação à madeira sem casca. Porém, a casca da acácia-negra faz parte do complexo produtivo, sendo uma das partes exploradas economicamente. Assim, devido à exportação necessária que ocorre nesta cultura, os autores concluíram que, em rotações futuras, o sítio pode apresentar deficiências nutricionais.

A capacidade das leguminosas de abastecer suas necessidades totais de nitrogênio por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* tem levado as acácias ao “status” de recuperadora de solos degradados. Segundo ORCHARD e

DARB¹ (1956), citados por BROCKWELL et al. (2005), *Acacia mearnsii* possui capacidade de fixar, por meio de simbiose, até 200 kg/ha/ano de N₂.

A partir de 1954, o Brasil deixou a condição de grande importador de extratos vegetais curtientes, passando à condição de auto-suficiência, tornando a produção de acácia-negra uma sólida atividade econômica que vem trazendo consideráveis benefícios em mais de 40 municípios para milhares de famílias (SCHNEIDER; TONINI, 2003). Esta atividade ocupa uma área superior a 100.000 ha, explorados em rotações de 7 a 9 anos (SANTOS, 1997), embora muitos produtores rurais cortem com 4 ou 5 anos de idade.

Segundo SCHNEIDER et al. (1999), a rentabilidade do cultivo da acácia-negra é superior ao de muitas essências, embora o rendimento quantitativo da madeira seja inferior. Esta maior rentabilidade deve-se à comercialização da casca, que representa o objetivo principal do cultivo desta espécie, e da madeira utilizada para a fabricação de papel, chapas de aglomerados, lenha e na produção de carvão. O tanino extraído da casca é utilizado nas indústrias farmacêuticas e coureira, entre outras.

Segundo SCHNEIDER et al. (2001), o uso de sistemas agrossilvipastoris em plantios de acácia-negra por pequenos produtores ajudou na grande aceitação da acácia-negra. São plantados milho, melancia, mandioca e outras culturas agrícolas consorciadas à acácia-negra, enquanto as árvores apresentam pequena altura e, posteriormente, a área é aproveitada para o pastoreio, aumentando a rentabilidade do investimento. Além disso, o melhor aproveitamento de áreas que anteriormente eram pouco aproveitadas tornou-se uma opção vantajosa nas propriedades rurais (SCHNEIDER et al. 1999).

Segundo HIGA (1996), um plantio de acácia-negra aos 8 anos de idade produz cerca de 200 m³ de madeira e 16 t de casca. Estes dados resultam em uma produtividade média de madeira de 25 m³/ha.ano e de casca de 2 t/ha.ano. GONZAGA et al. (1982) encontraram aos 7,5 anos de idade, valores médios por árvore de 14,4 cm para DAP, 17,14 m para altura comercial, volume com casca de 0,198 m³, volume sem casca de 0,166 m³, volume da casca de 0,032 m³, peso da casca na árvore de 13,6 kg, peso da árvore sem casca de 102,9 kg e densidade básica de 0,618 g/cm³.

RODIGHERI e GRAÇA (2001) avaliaram a rentabilidade de plantios de acácia-negra, bracatinga e eucalipto aos 7 anos de idade e de erva-mate cortada anualmente até o 7º ano de plantio. Nesta avaliação, a acácia-negra apresentou o segundo menor custo de implantação e os maiores valores de Taxa Interna de Retorno (46,01%), Valor Presente Líquido (R\$ 2.400,35/ha) e Valor Equivalente Anual (R\$ 429,99/ha.ano). O tanino extraído da casca da acácia-negra é amplamente utilizado na indústria de curtimento de couros e farmacêutica, além de diversas outras utilizações, representando um importante item na economia do Rio Grande do Sul.

Segundo SILVA et al. (1985), os taninos são encontrados em quase todas as partes das árvores espermatófitas, na forma livre ou combinada com outras substâncias no protoplasma das células vegetais ou fora delas, compreendendo um grupo de substâncias complexas de compostos polifenólicos. Segundo MORI et al. (2001), estes podem ser enquadrados em duas classes de compostos químicos de natureza fenólica: os taninos hidrolisáveis e os condensados. O tanino extraído da madeira de acácia-negra é do grupo dos condensados (MORI et al., 2001), que representa mais de 90% da produção mundial de taninos comerciais (GUANGCHENG; YUNLU; YAZAKI, 1991). Este grupo apresenta grande poder de ligação e pode se condensar com formaldeído, produzindo um polímero de estrutura tridimensional, reticulada e com alto peso molecular (GONÇALVES; LELIS, 2001).

GONZAGA et al. (1982) determinaram a densidade básica da casca de acácia-negra (0,431 g/cm³ em média), indicando uma alta compactação e alto teor de sólidos, possivelmente extrativos, para um material usualmente volumoso como a casca. Segundo SANTOS et al. (2001), a casca de acácia-negra contém cerca de 28% de tanino.

A produtividade de tanino depende da interação entre diversos fatores como características genéticas, climáticas, pedológicas, técnicas silviculturais e de manejo utilizados nos povoamentos. A interação entre estes fatores determina o crescimento, a quantidade e a qualidade dos produtos obtidos.

Em um estudo realizado por SCHOENAU (1969), na África do Sul, citado por SCHNEIDER et al. (1999), foi constatado que o conteúdo de tanino é altamente correlacionado com o índice de sítio, a altura média e a espessura da casca, explicando 53,3% da variação total na variável dependente na equação de regressão múltipla ajustada para aquela situação. Outra equação ajustada explicou

96,6% da variação total na produção de tanino. SCHNEIDER et al. (1999) concluíram que a produção de tanino por árvore, pode ser estimada em função do diâmetro e altura ou diâmetro e espaço médio entre as árvores, enquanto que a produção por hectare pode ser estimada em função da área basal e altura dominante.

Segundo PEREIRA, MAESTRI e LAVORANTI (1985), a concentração de tanino na casca de acácia-negra pode ser aumentada através da técnica de anelamento. Isto reduz a disponibilidade de água em decorrência da diminuição da atividade do sistema radicular, reduzindo a translocação do floema e impedindo o transporte dos compostos fenólicos, precursores do tanino, da copa para as raízes, ocasionando um maior acúmulo na parte aérea. Esses autores constataram que o teor de tanino em árvores aneladas, avaliadas através de amostras compostas, foi de 26,17%, contra 20,55% nas testemunhas, representando um incremento de 27% em decorrência do anelamento basal das árvores.

SILVA et al. (1985) constataram que o teor de tanino varia significativamente ao longo da altura de uma mesma árvore. Porém, a determinação do conteúdo de tanino por árvore em povoamentos pode ser feita através da amostragem em um único ponto de amostragem, localizado a 40% da altura total, independente da idade, representando o valor médio de tanino na árvore (CAMILLO et al. 1998).

2.3.1 Impactos ecológicos

O interesse por leguminosas arbóreas é despertado por seu poder de fixação de nitrogênio atmosférico e a simbiose com fungos micorrízicos, o que facilita seu estabelecimento em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica. A *Acacia mearnsii* de wild é cultivada em larga escala no Estado, em área superior aos 100.000 hectares. É uma espécie recuperadora de solos, com ótima reciclagem, fixação de nitrogênio atmosférico e com baixa exportação de nutrientes pela colheita. Produz grandes quantidades de sementes de longa viabilidade no solo.

As numerosas plantas geradas tendem a resultar em dominância do ambiente invadido, com expulsão das espécies nativas. As sementes podem ser ativamente disseminadas por aves, expandindo as áreas invadidas, pelo vento, por água e, possivelmente, por roedores. A germinação é estimulada pelo fogo.

A conversão de ecossistemas abertos em fechados ocasiona perda de

biodiversidade. As árvores fixam nitrogênio e alteram o balanço de nutrientes no solo, afetando a capacidade de sobrevivência de plantas nativas. Por ser espécie de rápido crescimento e apresentar grande potencial invasor em áreas ripárias, absorve grandes quantidades de água pelas raízes e diminui a vazão dos rios e córregos cujas margens estão sendo invadidas. Diminuindo a quantidade de água disponível no sistema bem como para uso humano.

2.3.2 Impactos econômicos

A partir de 1954, o Brasil deixou a condição de grande importador de extratos vegetais curtientes, passando à condição de auto-suficiência, tornando a produção de acácia-negra uma sólida atividade econômica que vem trazendo consideráveis benefícios em mais de 40 municípios para milhares de famílias (SCHNEIDER; TONINI, 2003). Os produtos da floresta de acácia são integralmente utilizados: a casca, para fabricação de extratos vegetais, para a indústria coureira, tratamento de águas de abastecimento e efluentes, adesivos para madeiras, entre outros, e a madeira para a fabricação de cavacos, destinando-se a indústria de celulose. No Brasil vem sendo plantada, principalmente, com a finalidade de produção de tanino e energia. Espécies de acácia também vêm sendo empregadas para o estabelecimento de plantações florestais.

A acácia-negra é de grande importância econômica e social nas pequenas propriedades existentes na região de plantio, pois cerca de 60% das plantações pertencem aos pequenos proprietários, onde desempenha importante papel sócio-econômico para as pequenas propriedades rurais. Redução de valores cênicos para fins de ecoturismo e lazer ecológico, perda de áreas de campo e pastoril requerendo controle de dispersão e erradicação, também são fatores que contribuem sensivelmente na economia quando se trata da cultura da acácia negra. A maioria dos produtores de acácia negra planta e colhe a acácia-negra na entressafra. Na região de produção, para a maioria dos produtores, a acácia-negra se constitui numa das principais atividades na formação da renda rural e em muitos casos é a única atividade na propriedade rural e, portanto, a única fonte de renda rural.

Segundo HIGA (1996), um plantio de acácia-negra aos 8 anos de idade produz cerca de 200 m³ de madeira e 16 t de casca. Estes dados resultam em uma

produtividade média de madeira de 25 m³/ha.ano e de casca de 2 t/ha.ano. GONZAGA et al. (1982) encontraram aos 7,5 anos de idade, valores médios por árvore de 14,4 cm para DAP, 17,14 m para altura comercial, volume com casca de 0,198 m³, volume sem casca de 0,166 m³, volume da casca de 0,032 m³, peso da casca na árvore de 13,6 kg, peso da árvore sem casca de 102,9 kg e densidade básica de 0,618 g/cm³.

RODIGHERI e GRAÇA (2001) avaliaram a rentabilidade de plantios de acácia-negra, bracatinga e eucalipto aos 7 anos de idade e de erva-mate cortada anualmente até o 7º ano de plantio. Nesta avaliação, a acácia-negra apresentou o segundo menor custo de implantação e os maiores valores de Taxa Interna de Retorno (46,01%), Valor Presente Líquido (R\$ 2.400,35/ha) e Valor Equivalente Anual (R\$ 429,99/ha.ano).

2.4 Substratos

O substrato exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, afetando profundamente a qualidade das mudas, assim, a escolha do substrato torna-se essencial para o sucesso do sistema produtivo. Segundo Backes & Kaempf, (1991), “a escolha e manejo correto do substrato é de suma importância para a obtenção de muda de qualidade”. Conforme Pagliarini *et al.* (2003), “alguns substratos alternativos são produzidos a base de vermicomposto por favorecer o desenvolvimento das mudas devido à boa aeração, capacidade retenção de água e fertilidade, que este possibilita”. Entretanto, Carrijo *et al.* (2004), “ressaltam que a caracterização de produtos encontrados nas diferentes regiões do país é fundamental para reduzir o custo de produção de hortaliças em substratos”.

A composição granulométrica, que representa a distribuição do tamanho das partículas, tem influência determinante no volume de ar e água retidos pelo substrato (ANSORENA, 1994). De acordo com Andriolo *et al.* (1999), “a vida útil de um substrato orgânico é determinada, principalmente, pela velocidade das reações de decomposição”, que modificam a granulometria do material e, conseqüentemente, a proporção entre as fases sólida, líquida e gasosa.

Fatores físicos em um substrato como a drenagem, capacidade de retenção de nutrientes, densidade, são citados por Santarelli (2001) que menciona, como materiais mais utilizados “o solo arenoso, palha de arroz carbonizada, casca de pinus e/ou eucalipto triturada, turfa e palha de café”.

“A variedade e origem da semente, local de germinação, e a influência dos substratos na qualidade das raízes são fatores fundamentais para obtenção de mudas saudáveis” segundo Fachinello, Hoffmann, Nachtgal (1994), ainda acrescentam que os substratos têm a função de fixação, mantendo o ambiente úmido, escuro e com adequada aeração na base.

Os substratos para produção de mudas podem ser definidos como um meio adequado para a sustentação e retenção das quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada. Gonçalves (1995) afirma que “entre as características desejáveis nos substratos pode-se citar o custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, aeração, retenção de umidade e uniformidade”.

2.5 Parâmetros de qualidade da muda

Para serem selecionadas as melhores mudas de acácia no processo de produção, podem ser utilizadas uma série de critérios, a fim de permitir um povoamento uniforme das áreas destinadas ao florestamento. Dentre eles estão os parâmetros morfológicos como a altura, fitomassa fresca e seca, área foliar, bem como diâmetro do colo. Já os parâmetros fisiológicos, como o teor de nutrientes nas mudas, são avaliados tanto na parte aérea como radicular.

“O parâmetro altura para avaliação da acácia negra (*Acacia mearnsii* de wild), é importante se levarmos em consideração a competição existente por estas silvícolas” conforme Mexal e Landis (1990). Porém, quando avaliamos mudas, existem algumas citações contraditórias. Gomes e Paiva (2004) não recomendam apenas uma variável no processo de seleção de mudas. Outros resultados interessantes são os encontrados por Carneiro e Ramos (1981) onde o plantio de mudas de *Pinus taeda* com diferentes alturas, após seis, anos não apresentou valores equivalentes para altura, diâmetro à altura do peito e volume. Todavia, a obtenção de mudas maiores pode corresponder a maior sobrevivência no campo

(PAWSEY, 1972).

O parâmetro diâmetro de colo é uma variável de extrema importância para obtenção de mudas da acácia (acácia *mearnsii* de Wild) e silvícolas de um modo geral. De acordo com Gomes, Couto, Leite, (2002) “ao avaliar-se o diâmetro de colo e/ou associar-se diâmetro de colo a altura tem-se um dos melhores critérios morfológicos de seleção de mudas”. A conjunção desses dois parâmetros gera apenas um índice “sem unidade”. Gomes. Couto, Leite, (2002) mencionam este método como sendo “um dos mais importantes parâmetros morfológicos quanto à precisão e facilidade de obtenção, ressaltando um maior êxito no transplante”.

O peso das fitomassas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular são parâmetros presentes em grande percentual das pesquisas agropecuárias, por serem um indicador de qualidade da muda, salientando as quantidades de nutrientes e água contidas nas plantas.

A área foliar definido como a área de folhas sobre uma unidade de área do terreno (MONTHEITH, 1973), é uma avaliação de extrema importância, pois dela dependem processos de suma importância, como processos da fotossíntese, através da interceptação dos raios solares, pois, serão maiores as reservas acumuladas quanto maior for à superfície receptora. A área foliar também está diretamente relacionada com a capacidade de interceptação da chuva pela planta (KERGOAT, 1998).

As essências florestais mais utilizadas nos projetos de florestamento e reflorestamento, principalmente no sul do país, baseiam-se nas culturas da acácia do pinus e do eucalipto. Como sabemos o plantio dessas espécies, na maioria dos casos, deve ser feito utilizando-se mudas enraizadas em recipientes. Técnicos do Forest Research Glendon Hall (1961), em Toronto, estudando o comportamento de mudas produzidas em recipientes, de diferentes comprimentos, preenchidos com turfa e vermiculita, chegaram à conclusão que os melhores resultados foram apresentados pelos recipientes com 16 cm de comprimento. Os recipientes mais compridos são mais trabalhosos para serem plantados e, os mais curtos contêm menor reserva de água. Boudoux (1970), verificando a influência do diâmetro e da altura do recipiente no desenvolvimento do sistema radicular das mudas chegou a resultados indicativos de que, para favorecer tal desenvolvimento, o aumento do diâmetro de recipiente é mais importante que o aumento da altura. O recipiente plástico rígido chamado de tubete foi escolhido para a realização do trabalho, pois,

além de promover um menor enovelamento radicular ele facilita o manuseio da muda sem que haja danos à mesma.

2.6 Exigências nutricionais

A presença de elementos minerais é indispensável para a elaboração da matéria seca final das plantas. Mas, não basta que esses elementos estejam disponíveis, sua concentração em torno das raízes deve obedecer a uma determinada proporção. Quando essa concentração não é obedecida, a disponibilidade dos nutrientes às plantas fica comprometida.

O nitrogênio é o nutriente que promove maior incremento na produtividade, uma vez que em ambientes com elevados teores de fósforo e potássio a planta responde bem à aplicação desse elemento (FERNANDES e MARTINS, 1999).

O nitrogênio promove o crescimento foliar, pois nas formas de absorção (amônio e nitrato), participa na formação dos aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucléicos, clorofilas e coenzimas (RAVEN et al., 1996). Segundo Van Raij (1991), “plantas com deficiência desse elemento, tem seu crescimento retardado”

Nas plantas, segundo Malavolta (2000), “o fósforo é importante na floração e frutificação, além de ajudar no desenvolvimento do sistema radicular”.

O fósforo é um elemento que constitui os tecidos vegetais, sendo indispensável para a atividade biológica, desempenha um papel essencial como transportador de energia na síntese de proteínas celulares, metabolismo dos glucídios e na gênese do amido e de diversas proteínas. “Nas folhas seu conteúdo varia de 1,4 a 1,55% de P_2O_5 ” (DEMOLON, 1972). A deficiência de fósforo também reduz muito o crescimento da planta havendo má formação de folhas.

Embora o potássio não seja responsável por uma resposta acentuada em sua produtividade, em muitas plantas, ele aumenta a resistência a doenças fúngicas, contrabalança o efeito causado pelo excesso de nitrogênio, tornando os tecidos mais fibrosos e resistentes ao acamamento. No entanto, em excesso provoca desequilíbrio nutricional, dificultando a absorção de nutrientes como cálcio e magnésio (FILGUEIRA, 1982).

O elemento cálcio que é absorvido pelas plantas, em geral, em maior quantidade do que o fósforo influencia no metabolismo do nitrogênio, devendo-se manter um equilíbrio adequado dos dois, de modo a evitar distúrbios (FILGUEIRA,

1982); já que está relacionado à neutralização e insolubilização de determinados ácidos orgânicos da planta. (DEMOLOM, 1972).

Segundo Castellane e Mesquita Filho (1991), “o suprimento de cálcio merece atenção, pois mesmo em solos com elevada disponibilidade deste elemento, poderá ocorrer uma má distribuição do mesmo no interior da planta provocando a queima das pontas das folhas”.

O magnésio faz parte da molécula da clorofila e participa como ativador enzimático de muitas enzimas. As plantas quando exigentes nesse elemento podem apresentar sintomas de deficiência (RAVEN et al., 1996).

3 Material e Métodos

3.1 Local e caracterização da área

O presente trabalho foi conduzido de 10/2005 a 11/2006, na área experimental do Departamento de Fitotecnia, do Campus da Universidade Federal de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul/Brasil. As coordenadas geográficas do local são: latitude Sul de 31° 52' 32", longitude oeste de Greenwich de 52° 21' 24" (MOTA et al., 1975), com 13 metros de altitude em relação ao mar.

O clima local apresenta-se temperado, com chuvas bem distribuídas e verões suaves com ocorrência de geadas de abril a novembro. A temperatura média anual fica em torno de 17,5 °C e a umidade relativa do ar fica em torno de 82,0% (MOTA e AGENDES, 1986).

3.2 Estufa plástica

O experimento foi conduzido em estufa plástica modelo "Arco Pampeano", disposta no sentido Norte-Sul, cujas medidas apresentam 10,00m de largura por 20m de comprimento, coberta com filme de polietileno de baixa densidade de 0,15mm de espessura com aditivo anti-UV.

3.3 Obtenção e caracterização dos materiais

A partir do mês de outubro de 2005 começou-se a coleta dos resíduos disponíveis na região. O lodo de parboilização de arroz (LP) foi coletado da arrozeira Nelson wendt, os restos de alimentos (RA) oriundos do restaurante universitário da UFPel também foram usados, assim como resíduos de frutas (RF) da empresa agroindustrial Oderich,

localizada no distrito industrial de pelotas. Os resíduos esterco de bovinos (EB) e de ovinos (EO) foram cedidos por propriedades particulares da região.

Os vermicompostos foram produzidos utilizando-se caixas de madeira não aromática (cedrinho), medindo 1 m de comprimento por 60 cm de largura por 30 cm de altura. Foram inoculadas no dia 13 de dezembro de 2005, 700 minhocas adultas e cliteladas do gênero *Eisenia* espécie *foetida* em cada caixa, conhecidas popularmente como minhocas vermelhas da Califórnia, que é preferencialmente utilizada pela sua habilidade não só de conversão de resíduos orgânicos, mas pelo seu rápido amadurecimento (NEUHAUSER *et al.*, 1980) e grande capacidade de multiplicação (HARTENSTEIN *et al.*, 1979) além de possuir fácil adaptação em cativeiro (KNAPPER, 1987). Estas minhocas permaneceram em cativeiro até 12 de março de 2006.

Após ser verificado que o material estava vermicompostado, misturou-se aos diferentes vermicompostos a casca de arroz carbonizada (CAC), na proporção de 1:1. Coletou-se amostras de cada material para análise dos teores dos macronutrientes C, N, P, K, Ca e Mg', valores de pH, umidade (%), relações C/N, valores de condutividade elétrica (mS cm^{-1}) conforme (TEDESCO *et al.* 1995).

Tabela 1 - Composição de macronutrientes dos diferentes substratos pré-plantio da *Acacia mernsii* FAEM/UFPel, 2005/06.

Tratamentos*	N	Ca	k	Mg	P	pH	CE
	g kg ⁻¹						mS cm ⁻¹
T1-EB 50%+CAC 50%	9,89	38,51	7,79	0,58	2,10	6,85	3,63
T2-EO 50%+CAC 50%	14,22	57,76	17,19	3,03	5,54	7,68	4,95
T3-LP 50%+CAC 50%	21,34	48,14	9,94	4,90	29,93	8,82	8,73
T4-RA 50%+CAC 50%	18,21	128,36	21,48	0,43	4,49	7,94	6,96
T5-EB 25%+LP 25%+CAC 50%	13,53	70,60	13,96	2,59	12,87	6,87	5,48
T6-EO 25%+LP 25%+CAC 50%	13,70	57,76	16,92	2,74	9,43	7,19	6,60
T7-EB 25%+RA 25%+CAC 50%	14,05	99,48	23,36	3,75	15,26	7,98	6,84
T8-EO 25%+RA 25%+CAC 50%	11,80	38,51	13,96	1,44	3,29	7,43	4,47
T9-EB 25%+RF 25%+CAC 50%	14,57	51,35	13,16	1,15	6,29	6,95	5,02
T10-EO 25%+RF 25%+CAC 50%	15,09	35,30	16,38	1,01	4,49	7,25	5,39
T11-Plantmax [®]	8,65	164,92	11,28	16,88	2,75	5,67	4,23

* (EB) Vermicomposto de esterco de bovinos, (EO) Vermicomposto de esterco de ovinos, (LP) Vermicomposto de lodo de parboilização do arroz, (RA) Resíduo de alimentos, (RF) Resíduo de frutas e (CAC) Casca de arroz carbonizada.

As avaliações de densidade aparente (g cm⁻³), macroporosidade (%), microporosidade (%), porosidade total (%), capacidade máxima de retenção de água (mL 50 cm⁻³) e umidade gravimétrica (%), (tab. 2) seguiram a metodologia descrita, por (SILVA, 1998).

Tabela 2 - Caracterização física dos diferentes substratos quanto à densidade (Dp), macroporosidade (MC), microporosidade (MI), porosidade total (Pt), capacidade máxima de retenção de água (CRA) e umidade gravimétrica (Ug). FAEM/UFPel, 2005/06.

Tratamentos*	Dp	MC	MI	Pt	CRA	Ug
	g cm ⁻³	(%).....			mL 50 cm ⁻³	...(%)...
T1-EB 50%+CAC 50%	0,49	14,89	49,31	64,20	24,66	42,63
T2-EO 50%+CAC 50%	0,50	32,74	25,50	58,24	12,75	26,31
T3-LP 50%+CAC 50%	0,19	12,63	58,77	71,40	29,38	61,89
T4-RA 50%+CAC 50%	0,12	28,27	37,07	65,34	18,54	56,16
T5-EB 25%+LP 25%+CAC 50%	0,15	18,27	53,12	71,39	26,56	61,72
T6-EO 25%+LP 25%+CAC 50%	0,20	21,17	49,51	70,67	24,75	57,32
T7-EB 25%+RA 25%+CAC 50%	0,49	13,72	27,98	41,70	13,99	29,29
T8-EO 25%+RA 25%+CAC 50%	0,43	26,55	18,14	44,69	9,07	22,81
T9-EB 25%+RF 25%+CAC 50%	0,19	41,33	52,59	93,91	26,29	59,10
T10-EO 25%+RF 25%+CAC 50%	0,45	29,69	18,29	47,99	9,15	22,61
T11-Plantmax®	0,21	18,19	58,16	76,35	29,08	60,14

* (EB) Vermicomposto de esterco de bovinos, (EO) Vermicomposto de esterco de ovinos, (LP) Vermicomposto de lodo de parboilização do arroz, (RA) Resíduo de alimentos, (RF) Resíduo de frutas e (CAC) Casca de arroz carbonizada.

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

Delineamento completamente casualizado, com 11 tratamentos e 4 repetições foi a metodologia de disposição do experimento realizado no campos da UFPel. A disposição dos diferentes tratamentos foi assim determinada: T1: 50% esterco bovino (EB) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T2: 50% esterco ovino (EO) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T3: 50% lodo de arroz parboilizado (LP) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T4: 50% resíduos da agroindústria (RA) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T5: 25% esterco bovino (EB) + 25% lodo parboilizado (LP) + 50% casca de arroz carbonizado (CAC); T6 25% esterco ovino (EO) + 25% lodo de arroz parboilizado (LP) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T7: 25% esterco bovino (EB) + 25% resíduos da agroindústria (RA) + 50%

casca de arroz carbonizada (CAC); T8: 25% esterco ovino (EO) + 25% resíduos da agroindústria (RA) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T9: 25% esterco bovino (EB) + 25% resíduos de frutas (RF) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T10: 25% esterco ovino (EO) + 25% resíduos de frutas (EF) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); T11: Plantmax®.

Para a condução do experimento usou-se como suporte para os tubetes gradilhos metálicos onde se dispôs esses tubetes rígidos com 6 frizos internos no sentido vertical com as seguintes dimensões: diâmetro externo de 32 mm; diâmetro interno 26 mm; altura 26 mm, com fundo aberto de 10 mm e capacidade de acondicionar aproximadamente 50 cm³.

A semeadura da Acácia negra foi realizada no dia primeiro de junho de 2006 colocando-se diretamente ao recipiente, quatro sementes por tubete. O estágio de germinação teve início aos 10 dias do plantio, estendendo-se por 15 dias. Quando as plantas atingiram 2 cm de altura deu-se início ao desbaste com auxílio de uma tesoura, deixando apenas uma muda por recipiente. Foi realizada uma irrigação 6L m⁻² dia⁻¹, até os 45 dias do plantio, a partir dos 46 mudou-se para duas irrigações totalizando 12L m⁻² dia⁻¹, devido à elevação da temperatura local mantendo-se essa frequência até o final das avaliações em estufa.

Aos vinte e três dias de setembro de 2006 (115 dias do plantio), deu-se o término das avaliações em estufa e todas as mudas foram retiradas e encaminhadas ao laboratório para serem realizadas as demais avaliações. Para as avaliações de altura, utilizou-se uma régua graduada em (cm) e para a obtenção do diâmetro de colo ou coleto foi usado o paquímetro, tomando-se por base a altura de 3 cm da extremidade superior do tubete. Para determinação do peso fresco da parte aérea e radicular procedeu-se à separação das mesmas com auxílio de uma tesoura, cortando-se rente ao colo da planta. As partes aéreas foram colocadas em sacos plásticos com as referidas identificações. As raízes foram mergulhadas com os tubetes em bandejas plásticas com água, deixando-os até que estivessem totalmente umedecidos, permitindo a separação das mesmas do substrato.

Após a pesagem da matéria fresca em balança digital “0,01g” foram feitas avaliações da área foliar a parte aérea em aparelho Integrador Li-COR modelo LI-3.100, de leitura direta no Laboratório de Sementes da FAEM/UFPel. Para secagem da parte aérea e sistema radicular as amostras foram dispostas em embalagens de papel e conduzidas à estufa de circulação de ar forçada a 60°C, até atingirem peso

constante conforme descrito por Hunter (1974). Passadas 72 horas do acondicionamento das amostras na estufa, o material foi retirado para que fosse realizada a pesagem da parte aérea e do sistema radicular com o objetivo de observar peso seco de ambas as variáveis.

Passada esta etapa os materiais da muda (parte aérea, radicular) e o substrato dos diferentes tratamentos foram moídos e encaminhados às análises dos teores de N, P, K, Ca, Mg no laboratório de química da FAEM/UFPel. As análises químicas da parte aérea das plantas e dos substratos seguiram a metodologia proposta em (TEDESCO et al., 1995).

3.5 Variáveis analisadas

As variáveis avaliadas foram: número de plantas, diâmetro de colo, altura de plantas, fitomassa fresca da parte aérea, fitomassa fresca da raiz, fitomassa fresca total, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca da raiz, fitomassa seca total, composição de macronutrientes da fitomassa seca das partes aérea e radicular e composição de macronutrientes dos diferentes substratos após a retirada das mudas.

3.6 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, Teste de médias (tukey 5%) de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análises Estatística genes (CRUZ 2001).



Figura 1. Amostra do sistema de plantio de mudas FAEM/UFPel.

4 Resultados e Discussão

No apêndice A, nas tabelas de 7A, 8A, 9A e 10A encontram-se as análises estatísticas das variáveis agronômicas bem como dos macronutrientes.

Na tabela 3 estão dispostas as variáveis Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR).

Na tabela 4 encontram-se as variáveis, diâmetro do colo (DC), altura da planta. E área foliar (AF).

Na tabela 5 encontraremos a composição dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), e manganês (Mg) para parte aérea da raiz.

Já na tabela 6 os macronutrientes analisados conforme a raiz da acácia negra (*acacia mearnsii* de Wild) são respectivamente nitrogênio (N), fósforo (P), Potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

4.1 Fitomassa fresca parte aérea

Analisando os valores apresentados na variável fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), tabela 3, constata-se que o tratamento T11 (Plantmax[®]), apresentou o maior valor para esta variável, diferindo significativamente dos demais tratamentos,. Já os tratamentos T3 (lodo de arroz parboilizado 50% + casca de arroz parboilizado 50%) e T4 (restos da agroindústria 50% + casca de arroz parboilizado 50%) apresentaram valores significativamente inferiores quando comparados com os demais tratamentos, embora sem diferirem estatisticamente dos tratamentos T1, T5, T6 e T7.

Caldeira et al. (2000) trabalhando com produção de mudas de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild) com utilização de vermicomposto bovino como substrato em doses acrescido de casca de pinus decomposta, mais vermiculita, encontraram uma variação na fitomassa fresca da parte aérea de 2,31 a 4,17 g planta⁻¹. No presente trabalho somente o substrato Plantmax[®] ficou dentro da faixa obtida pelos referidos autores, confirmando baixa disponibilidade de nutrientes substanciais a acácia negra para esta variável nos compostos testados.

4.2 Fitomassa seca da parte aérea

O presente trabalho obteve resultados distintos para a variável fitomassa seca da parte aérea (FFPA), com valores que variam de 0,072g a 0,595g, obtendo valores semelhantes encontrados por Cunha et al. (2006), que foram de 0,19g a 0,57g na pesquisa com *Acacia mangium*, conduzidas em substratos a base de areia lavada e lodo de esgotos sem inoculação de bactérias do gênero *Rhizobium*. Para os mesmos tratamentos o autor conduziu também experimento com *Acacia auriculiformis* obtendo respostas entre 0,44g chegando a 0,90g. Fonseca, (2005) em trabalho realizado com substratos de lixo urbano podas de árvores e substratos tradicionais encontrou valores entre 0,20g e 3,70g em estudo realizado com *acacia mangium*, aos 120 dias após a repicagem. Com estes números pode-se confirmar, desempenhos semelhantes em substratos distintos.

4.3 Fitomassa fresca da raiz

Observando a variável fitomassa fresca da raiz (tabela 3), constata-se que o tratamento T11 mais uma vez obteve melhores respostas agrônômicas que os demais tratamentos, enquanto o tratamento T4 ficou com as piores respostas analisadas. Segundo Reis et al. (1989), “a restrição do sistema radicular limita o crescimento e o desenvolvimento de várias espécies, reduzindo a área foliar, altura da muda e a produção de biomassa”. Esta afirmativa vem de encontro ao trabalho em estudo, pois as variáveis fitomassa fresca parte aérea, a altura da muda e área foliar se destacaram também para o tratamento T11.

4.4 Fitomassa seca raiz

Destacou-se como melhor tratamento, tabela 3, o T11 húmus comercial Plantmax[®], enquanto o tratamento T4 ($\frac{1}{2}$ resíduos da agroindústria + $\frac{1}{2}$ casca de arroz carbonizada) mostrou-se aquém das demais para esta variável.

Cunha et al. (2006), desenvolveram uma pesquisa para avaliar o comportamento de duas cultivares de acácia para produção de mudas, utilizando sementes inoculadas e não inoculadas e como substratos solo (horizonte B) + areia lavada + adubação mineral, solo (horizonte B) + areia lavada + esterco bovino, solo (horizonte B) + lodo de esgoto + areia lavada e somente lodo de esgoto. Observaram que a matéria seca das raízes das mudas de acácia, dos tratamentos sem inoculação, variou de 0,06 a 0,16g.

Os dados encontrados neste trabalho, para a variável fitomassa seca da raiz, diferem dos encontrados pelos autores acima citados, variando de 0,035 a 0,96g, estando dentro da faixa encontrada por Fonseca (2005), que em diferentes substratos obteve 0,06g e 1,58g para a variável em questão, trabalhando com mudas de *Acacia mangium*. Sendo o T11 o tratamento que apresentou melhores respostas agronômicas, em todas as variáveis a partir do melhor resultado da fitomassa seca da raiz.

Tabela 3 - Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR) e fitomassa seca da raiz (FSR) de mudas de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild). UFPel, 2006.

Tratamentos	FFPA (g)	FSPA (g)	FFR (g)	FSR (g)
T1(EB 50% + CAC 50%)	0,632 bcd	0,228 bc	0,365 bc	0,317 bcd
T2(EO 50% + CAC 50%)	1,407 b	0,305 b	0,680 b	0,352 bc
T3(LP 50% + CAC 50%)	0,312 d	0,093 d	0,207 cd	0,128 c
T4(RA 50% + CAC 50%)	0,120 d	0,072 d	0,115 d	0,035 d
T5(EB 25%+LP 25%+CAC 50%)	0,452 cd	0,160 cd	0,217 cd	0,185 c
T6(EO25%+LP25%+CAC50%)	0,617 bcd	0,197 cd	0,375 bc	0,185 c
T7(EB25%+RA25%+CAC 50%)	0,582 bcd	0,235 bc	0,307 bc	0,260 bc
T8(EO25%+RA25%+CAC 50%)	0,890 b	0,237 bc	0,530 b	0,330 bc
T9(EB25%+RF25%+CAC 50%)	0,690 bc	0,187 bcd	0,360 bc	0,237 bcd
T10(EO25%+RF25%+CAC50%)	0,730 b	0,327 b	0,407 bc	0,375 b
T11(Plantmax®)	4,400 a	0,595 a	2,195 a	0,960 a

EB(esterco bovino), EO(esterco ovino), CAC(casca de arroz carbonizada), LP(lodo de arroz parboilizado), RA(restos da agroindústria), RF(resíduos de frutas).

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

4.5 Diâmetro do colo

O parâmetro diâmetro do colo (tabela 4), em geral, é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda a campo (DANIEL 1997). Podemos observar que as mudas do tratamento T11 foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos, para a referida variável. Em um experimento conduzido no estado de Oklahoma, EUA, por Santos (1995), com espécies florestais, foi obtido maior índice de sobrevivência nas mudas que apresentaram menor altura e maior diâmetro de colo.

Levando em consideração a importância da variável diâmetro do colo de uma muda, o presente trabalho apresentou uma variação de 0,100 a 0,575cm, concordando com Caldeira et al. (2000), nos tratamentos T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 e T10, que em uma pesquisa realizada para avaliar as variáveis agrônômicas encontraram para o diâmetro do colo de plantas de acácia negra, achou valores que

variaram de 0,100 a 0,260cm. Nesse sentido, podemos dizer que o tratamento T11 substrato comercial Plantmax® e o T2 (EO 50% + CAC 50%), foram superiores aos valores encontrados pelo referido autor, respondendo com eficiência à variável em questão.

4.6 Altura da muda

Conforme os valores observados na tabela 4, o tratamento T11 difere estatisticamente dos demais tratamentos despontando com 7,015cm para a variável altura da muda, enquanto os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, apresentando como valor mínimo 2,082cm. Os valores encontrados por Fonseca (2005), em trabalho para avaliar a altura das mudas de jurema branca (*Mimosa artemisian*), aos 120 dias após o desbaste, variaram entre 5,4cm, para o tratamento composto de lixo urbano (CLU) 45% + composto do resíduo de poda (CRP) 45% + 5% de moinha de carvão e 5% de subsolo argiloso, e 19,8cm para testemunha (S6), que foi o substrato padrão utilizado pela Embrapa Agrobiologia, constituído em volume, de 30% de composto orgânico de resíduos vegetais, 30% de areia, 30% de subsolo argiloso e 10% de fosfato de rocha. O tratamento T11 destaque no presente trabalho está de acordo com os valores encontrados pelo referido autor.

Caldeira et al. (2000), também apresenta valores semelhantes para acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild), em substratos compostos a base de vermicompostos + casca de pinus decomposta + vermiculita, com diferentes dosagens, entre 3,2 cm e 19,9 cm, para altura da muda aos 90 dias após a semeadura.

Segundo Pansey (1972), “a obtenção de mudas mais vigorosas pode corresponder a maior sobrevivência no campo e este fator irá influenciar na adaptação e desenvolvimento da muda ao longo do tempo”, embora Carneiro (1995), afirme que “a altura da parte aérea, tomada isoladamente, foi por muito tempo o único parâmetro utilizado para avaliação da qualidade das mudas”, método hoje não recomendado. E Nesses termos se enquadraria o tratamento T11 com mudas mais vigorosas, que as demais.

4.7 Área foliar total

Ao ser analisada a variável área foliar AFT (tabela 3), foi constatado que os tratamentos T2, T8, T9, T10 não diferiram estatisticamente entre eles, obtendo respostas abaixo do tratamento T11, e superiores aos tratamentos restantes. Liu et al. (2004) argumentam que “a maior concentração de N tende a ocasionar maior presença de ligninas e fibras nas plantas. Por outro lado, a carência de N provoca a diminuição de clorofila, diminuição da fitomassa e do Índice de Área Foliar”, concordando com o presente trabalho que apresentou índice maior de Nitrogênio no tratamento T11.

Tabela 4 - Diâmetro do colo (DC), área foliar total (AFT) e altura de mudas de acácia (AM). UFPel, 2006.

Tratamentos	DC (cm planta ⁻¹)	AFT (cm ² planta ⁻¹)	AM (cm planta ⁻¹)
T1(EB 50% + CAC 50%)	0,150 b	71,227 cd	3,182 b
T2(EO 50% + CAC 50%)	0,325 b	148,497 b	3,455 b
T3(LP 50% + CAC 50%)	0,125 b	32,722 cd	2,427 b
T4(RA 50% + CAC 50%)	0,100 b	8,132 d	2,082 b
T5(EB 25%+LP 25%+CAC 50%)	0,200 b	50,532 cd	2,760 b
T6(EO25%+LP25%+CAC50%)	0,250 b	67,215 cd	2,525 b
T7(EB25%+RA25%+CAC 50%)	0,250 b	65,302 cd	2,722 b
T8(EO25%+RA25%+CAC 50%)	0,250 b	91,342 bc	3,527 b
T9(EB25%+RF25%+CAC 50%)	0,150 b	78,345 bcd	2,182 b
T10(EO25%+RF25%+CAC50%)	0,175 b	86,482 bc	2,887 b
T11(Plantmax®)	0,575 a	351,082 a	7,015 a

EB(esterco bovino), EO(esterco ovino), CAC(casca de arroz carbonizada), LP(lodo de arroz parboilizado), RA(restos da agroindústria), RF(resíduos de frutas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8 Macronutrientes na Fitomassa seca da parte aérea e da raiz

Podemos observar nas tabelas 5 e 6 os teores encontrados para as variáveis macronutrientes, que estão discutidas a seguir.

4.8.1 Nitrogênio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvidos pelas plantas sendo o responsável pela produção de matéria seca (WERNER et al., 2001) e de fitomassa (GREENWOOD et al., 1991).

A maior concentração de nitrogênio (N) foi obtida no T11 (0,277mg planta⁻¹) seguido pelos tratamentos T10, T8, T7, T4, e T2. Os demais tratamentos apresentaram teores inferiores, não diferindo entre si. Os valores encontrados variaram de 0,067 a 0,277mg planta⁻¹. Estes dados concordam com os encontrados por Fonseca (2005), apenas para os tratamentos T1, T3, T5, T6 e T9, ficando os tratamentos acima das respostas obtidas pelo referido autor que foram de 0,001 a 0,08 mg planta⁻¹, em pesquisa para produção de mudas de acácia (*Acacia mangium*) utilizando lixo urbano como substrato.

Os resultados obtidos na Tabela 6 para a variável fitomassa seca de raiz apresentaram boas respostas para o tratamento T10 com esterco ovino+ restos de frutas + casca de arroz carbonizada, T7 esterco bovino + restos da agroindústria + casca de arroz carbonizada.

4.8.2 Fósforo

Para o nutriente fósforo (P), que é um elemento importante para a muda, as melhores respostas foram obtidas pelo tratamento T11 Plantmax[®] (tabela 5), com 0,420 mg planta⁻¹, tendo variado entre todos os tratamentos de 0,082 a 0,420 mg planta⁻¹.

Fonseca (2005), produzindo mudas de acácia (*Acacia mangium*) usando como substrato composto de lixo urbano encontrou valores para fósforo na parte aérea das mudas que variaram de 0,001 a 0,015 mg planta⁻¹. Cunha et al. (2006) encontrou no tratamento horizonte B latossólico com areia lavada e esterco de bovino, 4,45 mg planta⁻¹, inoculado com bactéria do gênero *Rhizobium*, e 4,92 mg

planta⁻¹, não inoculado para a *Acacia mangium*. Logo, o presente trabalho apresentou valores superiores aos encontrados por Fonseca (2005) e inferiores aos obtidos por Cunha et al. (2006).

Em relação a variável fitomassa seca de raiz (tabela 6), destacou-se o tratamento T11 (0,290 mg planta⁻¹), porém sem diferir estatisticamente do tratamento T10 (0,217 mg planta⁻¹), confirmando uma maior presença deste nutriente nos tratamentos acima citados,

4.8.3 Potássio

O potássio (tabela 5) depois de analisado estatisticamente, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo observado mesmo teor deste nutriente em todos os tratamentos, contrapondo as respostas obtidas por Cunha et al., (2006), que obteve melhores resultados para o tratamento horizonte B latossólico com areia lavada e esterco de bovino em mudas de *Acácia mangium*. Os valores encontrados no presente trabalho variaram de 0,060 a 0,310 mg planta⁻¹, e foram superiores aos encontrados por Fonseca (2005) que obteve valores entre 0,004 e 0,030 mg planta⁻¹ de acácia.

Os valores encontrados para FSR (Tabela 6) variaram de 0,110 a 0,017 mg planta⁻¹, destacando-se como melhores tratamentos T10 e T11.

Segundo Malavolta (1980), o elemento potássio atinge as raízes pelo processo de difusão devendo estar localizado de modo a garantir um maior contato com as mesmas, devido sua pequena movimentação no substrato, muitas vezes, termina não satisfazendo a necessidade da cultura.

Este elemento quando presente nos adubos orgânicos, mesmo que em pequenas quantidades tem sua disponibilidade facilitada devido não depender do processo de mineralização para se tornar solúvel (Alexander, 1977). Com estas afirmações acima, podemos definir que estes compostos disponibilizaram quantidade uniforme, porém reduzida de potássio, não sendo suficiente para um crescimento satisfatório das mudas.

4.8.4 Cálcio

Os teores de cálcio encontrados na composição da fitomassa seca da parte aérea da acácia foram equivalentes estatisticamente para o tratamento T11, T10, T7, T6, T3, T2 e T1, variando de 0,195 a 0,545 mg planta⁻¹. Cunha et al.(2000) obteve melhores respostas para parte aérea de mudas de acácia (*Acacia auriculiformes*) com e sem inoculação de bactérias do gênero *Rhizobium* e (*Acácia mangium*) com inoculação, para o tratamento lodo de esgoto com calagem, enquanto Fonseca (2005) obteve valores que variaram de 0,014 a 0,080 mg planta⁻¹.

Os valores obtidos para a variável FSR (Tabela 6) variaram de 0,040 a 0,295 mg planta⁻¹, com destaque para o tratamento T11.

4.8.5 Magnésio

Para a o macronutriente magnésio a tratamento que se sobressaiu foi o T11 com 0,175mg planta⁻¹, sendo o menor valor 0,017 mg planta⁻¹ no tratamento T3 contrastando com Cunha et al. (2000), que para *acácia auriculiformes* encontrou resultados de 3,10mg planta⁻¹, para o tratamento a base de areia lavada e esterco bovino sem inoculação, e 0,50mg planta⁻¹ para o tratamento que teve como base areia lavada e lodo de esgoto. Para o sistema radicular, o Tratamento T11 igualmente obteve melhores respostas para a composição de magnésio na muda de *acácia mearnsii* de Wild.

O melhor tratamento para a variável FSR (Tabela 6) foi o T11 apresentando 0,077 mg planta⁻¹, o que vem a confirmar uma presença mais vigorosa e robusta deste tratamento.

Tabela 5 - Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, acumulados na parte aérea em mudas de acácia negra (*acacia mearnsii* de wild.). FAEM/UFPel, 2005/2006.

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
	-----mg planta ⁻¹ -----				
T1(EB 50% + CAC 50%)	0,075 c	0,137 bc	0,305 a	0,395 ab	0,050 bc
T2(EO 50% + CAC 50%)	0,115 bc	0,190 bc	0,083 a	0,215 ab	0,040 bc
T3(LP 50% + CAC 50%)	0,075 c	0,137 bc	0,118 a	0,395 ab	0,017 c
T4(RA 50% + CAC 50%)	0,095 bc	0,082 c	0,165 a	0,105 b	0,025 bc
T5(EB 25%+LP 25%+CAC 50%)	0,067 c	0,167 bc	0,070 a	0,107 b	0,050 bc
T6(EO25%+LP25%+CAC50%)	0,072 c	0,120 bc	0,060 a	0,442 ab	0,025 bc
T7(EB25%+RA25%+CAC 50%)	0,115 bc	0,157 bc	0,310 a	0,195 ab	0,047 bc
T8(EO25%+RA25%+CAC 50%)	0,110 bc	0,147 bc	0,098 a	0,110 b	0,017 c
T9(EB25%+RF25%+CAC 50%)	0,0723 c	0,147 bc	0,070 a	0,175 b	0,035 bc
T10(EO25%+RF25%+CAC50%)	0,180 b	0,255 b	0,140 a	0,230 ab	0,065 b
T11(Plantmax®)	0,277 a	0,420 a	0,140 a	0,545 a	0,175 a

EB(esterco bovino), EO(esterco ovino), CAC(casca de arroz carbonizada), LP(lodo de arroz parboilizado), RA(restos da agroindústria), RF(resíduos de frutas). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Teores de cálcio, nitrogênio, fósforo e magnésio, acumulados nas raízes das mudas de acácia negra (*Acacia mearnsii* de wild.). FAEM/UFPel, 2005/2006.

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
	mg planta ⁻¹				
T1(EB 50% + CAC 50%)	0,035 bcd	0,130 bc	0,025 c	0,120 bcd	0,020 bc
T2(EO 50% + CAC 50%)	0,047 bcd	0,110 c	0,047 bc	0,120 bcd	0,017 bc
T3(LP 50% + CAC 50%)	0,020 d	0,102 c	0,017 c	0,110 bcd	0,022 bc
T4(RA 50% + CAC 50%)	0,025 cd	0,090 c	0,022 c	0,040 d	0,010 c
T5(EB 25%+LP 25%+CAC 50%)	0,020 d	0,085 c	0,020 c	0,080 cd	0,010 c
T6(EO25%+LP25%+CAC50%)	0,035 bcd	0,107 c	0,035 bc	0,075 cd	0,020 bc
T7(EB25%+RA25%+CAC 50%)	0,070 bc	0,147 bc	0,047 bc	0,152 bc	0,025 bc
T8(EO25%+RA25%+CAC 50%)	0,022 cd	0,085 c	0,025 c	0,092 cd	0,015 bc
T9(EB25%+RF25%+CAC 50%)	0,057 bcd	0,100 c	0,022 c	0,095 cd	0,017 bc
T10(EO25%+RF25%+CAC50%)	0,077 b	0,217 ab	0,072 ab	0,197 b	0,040 b
T11(Plantmax®)	0,130 a	0,290 a	0,110 a	0,295 a	0,077 a

EB(esterco bovino), EO(esterco ovino), CAC(casca de arroz carbonizada), LP(lodo de arroz parboilizado), RA(restos da agroindústria), RF(resíduos de frutas).

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

5 Conclusões

Nas condições que se desenvolveu o experimento pode-se concluir que:

- a) Os resíduos vermicompostados permitem, em geral, a obtenção de mudas de acácia (*Acacia mearnsii*) aptas para o transplante.
- b) O produto comercial Plantmax[®] permite a obtenção de mudas de acácia (*Acacia mearnsii*) com respostas agronômicas satisfatórias.
- c) A misturas (Esterco ovino 50%+ CAC 50%) e (Esterco ovino 25% + restos de frutas 25% + CAC 50%) são substratos alternativos recomendáveis para produção de mudas de acácia (*Acacia mearnsii*).
- d) Não é recomendado a utilização da mistura (restos da agroindústria 50% + casca de arroz carbonizada 50%) para produção de mudas de acácia (*Acacia mearnsii*).

6 Referências Bibliográficas

- ALEXANDER, M. **Introduction to Soil Microbiology**. 2nd. New York: John Wiley & Sons 1977. 472p.
- ALVAREZ, M. R.; ARAGONÉS, C. R.; PADIZ, A. S.; VÁZQUEZ, M. M. **Lombrices de tierra con valor comercial: biología y técnicas de cultivo**. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana, 1998. 61 p.
- ANDREUX, F. Humus in world soils. In: PICCOLO, A. (ed) **Humic substances terrestrial ecosystems**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 45-100.
- ANDRIOLO, J. L. Absorção de nutrientes. In: **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p. 47-113.
- ANTONIOLLI, Z. I., GIRACCA, E. M. N., CARDOSO, S. J. T., WIETHAN, M. M. S., FERRI, M. Iniciação à Minhocultura. **Criação em Cativeiro e Vermicompostagem**. Santa Maria: UFSM, 1996. p.59-89.
- ANSORENA JM. 1994. **Sustratos: propiedades y caracterizacion**. Madrid: Mundi-Prensa, 172 p.
- BACKES, M.A.; KAEMPF, A.N. **Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais**. Pesquisa. Agropecuária. Brasileira, Brasília. v.26, n.5. p. 753 – 758. 1991.
- BILDERBACK, T. **Pine bark storage and handling**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/nursery/substrates/storage_hand.htm. Acesso em: 01 fevereiro de 2007.
- BOUDOUX, M.E. 1970. **Effect of tube dimension on root density of seedlings**. Bim. Res. Notes 26(3), (29-30). /In For. Abst. 32-637 (1971)/.
- CALDEIRA, M. V. W., SCHUMACHER, M. V., TEDESCO, N. Crescimento **de mudas de acácia mearnsii em função de diferentes doses de vermicomposto**. Scientia Forestalis n. 57, p. 161-170, jun. 2000.
- CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V.; WATZLAVICK, L.F. **Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de Acacia mearnsii de Wild**. Floresta e Ambiente, v. 9, n. 1, p. 97-104, jan/dez 2002.

CARNEIRO, J. G. A. **Variações na metodologia de produção de mudas afetam os parâmetros morfo-fisiológicos que indicam sua qualidade.** Série técnica FUPEP, v.12, p.9-54, 1954. SP. URR, S.H.; BARNES, B.V. **Ecologia florestal.** México: AGT, 1982

CARNEIRO, J. G. A.; RAMOS, A. A. **Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudas de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos seis anos após o plantio.** In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 10., 1981, Curitiba. FUPEF, 1981. p. 91-110.

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

CARRIJO OA; VIDAL MC; REIS NVB; SOUZA RB; MAKISHIMA N. 2004. **Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação.** Horticultura Brasileira, 22: 05-09.

CASTELLANE, P.D., SOUZA, A. F., MESQUITA FILHO, M. V. **Culturas olerícolas.** In: Micronutrientes na Agricultura Brasileira. Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Piracicaba: CNPq, 1991. p. 549-584.

COMPAGNONI, L., PUTZOLU, G. **Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus.** Barcelona: Editorial de Vecchi - S.A, 1985.127p.

CUNHA, A., M.; Cunha,G.,M.; SARMENTO, R., A; CUNHA, G. M.; AMARAL, J., T.; 2006, José Francisco Teixeira do Amaral. R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

CRUZ, C.D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: Editora UFV, 2001, p. 648.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. P.; ALOVISI, A.A. *et al.* **Aplicação de Fósforo em mudas de *Acacia mangium* WILLD.** Revista Árvore, Viçosa, v. 21, n.2,p.163-168, 1997.

DEMOLON, A. **Crecimiento de los vegetales cultivados.** Barcelona: Ed. Omega, 1972. 587p.

DIONÍSIO, J.A.; PELAGIA, J.G.M.; AQUINO, A.M. **Estudo comparativo do vermicomposto produzido e comercializado na região metropolitana de Curitiba, PR.** In: Congresso Brasileiro, 1, e Congresso Gaúcho de Minhocultura, 3, 1999. Pelotas, RS. Resumos, Pelotas: UFPel, 1999. p. 23.

DORAN, J.C.; TURNBULL, J.W. **Australian trees and shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics.** In: ACIAR Monograph, n. 24 Canberra, Austrália, 1997, 384p. FLEIG, F.D. **Análise econômica de sistema de produção com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1993. 104p. Tese Mestrado.

Elvira, C.; Sampedro, L.; Dominguez, J.; Mato, S. **Sludge from paper-pulp industry with nitrogen**. Soil Biology and Biochemistry, Elmsford, v.29, n.3-4, p.759-762, 1997.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1994. p. 179.

FERNANDES, H. S., MARTINS, S. R. **Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia**. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 56-63, set - dez, 1999.

FERRUZZI, C. **Manual de Minhocultura**. 1989. Lisboa-Porto: Litexa Ltda, p. 165.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v. 2357, p.1982.

FONSECA, F. A. **Produção de mudas de Acácia mangium wild e mimosa artemisiana Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. UFRJ, 2005, 61 f.

FOR. RES. GLENDON HALL. 1961. **Planting trials with seedlings grown in tubes**. Rep. Fac. For. Univ. 1960/61 (8-9) Toronto. /in For. Abstr. 23 (1962) n° 3539.

GOMES J. M.; COUTO, L.; LEITE H.G., et al. **Parâmetros Morfológicos na Avaliação da Qualidade de Mudas de *Eucalyptus grandis*** Revista Árvore. Viçosa-MG, v.26, n.6, 2002, p.655-664.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. 2004

GONÇALVES, A, L. **Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais**. In: Minami, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: T.A .Queiroz, 1995. p. 128.

GONÇALVES, C.A.; LELIS, R.C.C. **Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas**. Floresta e Ambiente, v.8, n.1, p. 167-173, jan/dez 2001.

GONZAGA, J.V.; MENOCELLI, S.S.; RECH, B.; BUSNARDO, C.A.; FOELKEL, C.E.B. **Qualidade de Madeira de Acacia mearnsii da região de Guaíba – RS**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. Anais... São Paulo: SBS, 1982. p. 813-820.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. **Extractives yields, Stiasny values and polyflavonoid contents in barks from six Acacia species in Australia**. Aust. For., 1991, 54 (3), 154-156.

Greenwood, D. J.; Gastal, F.; Lemaire, G.; Draycott, A.; Millard, P.; Neetson, J. J. **Growth rate and % N of fieldgrown crops: theory and experiments**. Annals of Botany, London, v.67, n. 2, p. 181-190, 1991.

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1999. p. 448.

HARRIS, G. D.; PLATT, W. L. & PRICE, B. C. Vermicomposting in a community. **Biocycle**, jan. 1990, p. 48-51.

HARTENSTEIN, R.; NEUHAUSER, E.F.; KAPLAN, D.L. **Reproductive potential of the earthworm *Eisenia foetida***. *Oecologia*, Berlim, v.43, 1979, p.329-340.

HIGA, A.R. **Projeto acácia-negra**. Colombo: Embrapa, n.º1 (1), 11 de dezembro de 1996. 2p. 86

HIGA, R.C.V. & DEDECEK, R.A. **Acácia negra**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, Instrução Técnica 5. 1999.

HIGA, A.R.; RESENDE, M.D.V. **Breeding *Acacia mearnsii* in southern Brazil**. In: TURNBULL, J.W. Advances in Tropical Acacia Research. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, n. 48, 1992, p. 45 – 48.

HUAG, R.T. **The Practical Handbook of Compost Engineering**. Lewis Publishers, London. 1993. p. 717.

HUNTER, A.H. **Laboratory an analysis of vegetal tissues samples**: international soil fertility and improvement laboratory procedures Raleigh. Raleigh: North Caroline State University, Department of Soil Science, 1974.

KERGOAT, L. A model for hydrological equilibrium of leaf area index on a global scale. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.212-13, 1998, p.268–86.

KIEHL, J. C. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda. 1985. p. 492.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação do composto. 3. ed. Piracicaba, 2002. p. 171.

KNAPPER, C.F.U. **Manual de produção de húmus**. ABRAMI, 1987. p. 21-5. (Boletim informativo, 3)

KNÄPPER, Christa Freia Utte. **Associação Brasileira de Minhocultura**. ABRAMI. Boletim Informativo n.º 3. São Leopoldo/RS. 1987.

LANNA, F.C.A., ABREU, C. L., ABREU, J. G., SILVA, V. Resposta de cultivares de melancia cultivadas sob adubação química e orgânica. **Horticultura**, v. 12, n. 1, p.85, 1994.

Liu, Liangyun; Wang, Jihua; Huang, Wenjiang; Zhao, Chunjiang; Zhang, Bing; Tong, Qingxi. **Estimating winter wheat plant water content using red edge parameters**. International Journal of Remote Sensing, v. 25, n. 17, 2004, p. 3331 - 3342.

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

MALAVOLTA e., et al. **Adubos & Adubações**. Edição revista e atualizada. São Paulo: Nobel 2000. p. 200.

MASLIN, B.R. **The role and relevance of taxonomy in the conservation and utilization of Australian acacias**. Conservation Science, W. Aust 4 (3): 1-9 (2002).

MENDES, C. A. P. Composto orgânico: aplicações, benefícios e restrições de uso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, Julho 2000, p. 65-67.

MIELNECZUC, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A., CAMARGO, F. A. O. (ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis. 1999. p. 01-08.

MEXAL, J. L.; LANDIS, 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: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MONTEITH, J. L. (1973): **Principles of environmental biophysics**. American Elsevier, New York: 241.

MORI, C.; PIMENTA, A.S.; VITAL, B.R.; MORI, F.A. **Uso de taninos da casca de três espécies de Eucalyptus na produção de adesivos para colagem de madeira**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 19-28, 2001. 87

MORSELLI, T. B. G. A., **Curso prático de vermicompostagem**. Faculdade de Agronomia. Universidade da Região da Campanha. Bagé/RS. 54p. 1994

MORSELLI, T. B. G. A.; PAULETTO, E. A.; MENEZES, A. M. B.; GNOATTO, S. C.; SILVA, D. V. **Influencia de diferentes misturas de resíduos orgânicos na variação populacional de *Eisenia foetida* e período de produção de húmus estável**. In: Congresso da Pós-Graduação em Ciências Agrárias, 1, 1997. Pelotas. Resumos. Pelotas: UFPel, 1997. v.1, p.104.

MOTA, F. S., BEISDORF. M. I. ACOSTA, M. J. C. **Estação Agroclimática de Pelotas: Realizações e Programa de Trabalho**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1975.

MOTA, F.S. & AGENDES, MO.O. de O. **Clima e agricultura no Brasil**. Porto Alegre, Sagra, 1986. p. 151.

MÜLLER, J.V.S.; MÓRGA, A.A.; MORSELLI, T.B.G.A. **Viabilidade da utilização de finos de carvão como substrato para vermicompostagem.** In: Congresso Brasileiro, 1; e Congresso Gaúcho de Minhocultura, 3, 1999, Pelotas. Resumos. Pelotas: UFPel, 1999. p. 27.

NEUHAUSER, E.F.; HARTENSTEIN, R.; KAPLAN, D.L. **Growth of the earthworm *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing.** *Oikos*, Copenhagen, v.35, 1980, p.93-98.

OLIVEIRA, H.A. (1960) **Acácia negra e tanino no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Acacicultores, v. 1, 1960.

PAGLIARINI M.; AQUINO A. M.; LEAL M. A. **Desenvolvimento de mudas de alface, para o cultivo orgânico, em diferentes tipos de substratos formulados a base de vermicomposto.** 1. Congresso Brasileiro de Agroecologia, 4. Seminário Internacional sobre Agroecologia, 5. Seminário Estadual sobre Agroecologia, Porto Alegre, 18 a 21 nov. 2003. Porto Alegre: EMATER/RS- ASCAR, 2003.

PAWSEY, C. K. Survival and early development of *Pinus radiata* as influenced by size of planting stock. **Australian Forest Research**, v. 5, n. 4, 1972, p. 13-29.

PEIXOTO, R. T. dos G.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.5, maio 1989, p.599-606.

PEREIRA, J.C.D.; MAESTRI, R.; LAVORANTI, O.J. **O efeito do anelamento basal na produção de tanino em acácia-negra.** Pesquisa em Andamento. EMBRAPA – CNPF, n. 1, mês 4, p. 3, 1985.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1996. 728p.

REIS, G. G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M. & XAVIER, A., OLIVEIRA, L.M. de. **Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular.** *Revista Árvore*, Viçosa, v.13,n.1, 1989, p.1-18.

RODIGHERI, H.R.; GRAÇA, L.R. **Rentabilidade da acácia-negra, bracatinga, eucalipto e erva-mate para produtores rurais no sul do Brasil.** Embrapa, Circular Técnica n. 46, Colombo, junho 2001. 4p.

ROSA, J. W. C.; VALLADARES-PÁDUA. **SAI - Sistema de informações ambientais para unidades de conservação - área piloto: Parque Estadual Morro do Diabo, SP.** In: VI Congresso de Iniciação Científica da UnB - PIBIC, Anais do VI Congresso de Iniciação Científica da UnB - PIBIC, Brasília, DF, 2000, v.1, p.141.

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; FILHO, H.F.L. (Ed.) **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001. p.313-317.

SANTOS, A.F. dos; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; AUER, C.G.; SANTANA, D.L. de Q. **O complexo gomose da acácia-negra. Circular Técnica**, Colombo: EMBRAPA – CNPF, n. 44, 8p. 2001.

SANTOS, C.B. Efeito de Modelos e Tipos de Substratos na Qualidade de Mudas de *Cryptomeria japonica*. Santa Maria, RS. **Tese de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Maria, 1995, p. 25.

SCHNEIDER, P.R.; CAMILLO, S.B. de A.; FINGER, C.A.G.; FRIZZO, S.M.B. **Determinação de equações da produção de tanino de acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild.** Ciência Florestal, Santa Maria, v.9, n. 1, p. 103-113, 1999.

SCHNEIDER, P.R.; FLEIG, F.D.; FINGER, C.A.G.; SPATHELF, P. **Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.).** Ciência Florestal, Santa Maria, v.11, n. 1, p. 151-165, 2001. 90

SCHNEIDER, P.R.; TONINI, H. **Utilização de variáveis dummy em equações de volume para *Acacia mearnsii* de Wild.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 121-129, 2003

SILVA, M.C.M. da; FIZZO, S.M.B.; VINADÉ, M.E. do; WEILLER, A.R. **Determinação de tanino na casca de *Acacia mearnsii* Wild em diferentes alturas do tronco.** Ciência e Natura. Santa Maria, n. 7, p. 57-61, 1985.

SILVA, M.R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex. Maiden) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998, p. 105.

SKANAVIS C.; YANKO W.A. **Evaluation of composted sewage sludge based soil amendments for potential risks of salmonellosis.** *Journal of Environmental Health*, 56 (7), 1994, p. 19-23.

SOMMER K.J., Lang A.R.G., 1994 **Comparative analysis of two indirect methods of measuring LAI as applied to minimal and spur pruned grape vines.** *Aust J. Plant physiol.* 21, 197-206.

TEDESCO, M. J, et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, 1995, p. 174.

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V. **Influência do vermicomposto na produção de mudas de Caroba (*Jacaranda micrantha Chamisso*)**. *Revista Árvore*, Viçosa, v.23, 1999, p.01-08.

TIBAU, A. O. **Matéria Orgânica** do Solo. *In*: Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo. São Paulo: Nobel, 1984. p.49-182.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. *In*: Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1991, p. 343.

Venturini, S.F.; Giraca, E.M.N.; Carlosso, S.J.T.; Wiethan, M.M.; Sant, L.A. **Avaliação de metais pesados em composto e vermicomposto de lixo orgânico urbano**. *In*: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, 1999, Brasília. Resumos... Brasília: SBCS/EMBRAPA, 1999. CD-Rom.

Werner, J.C.; Colozza, M.T.; Monteiro, F.A. **Adubação de pastagens**. *In*: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 18., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.129-156.

Vita

Alexandre Terracciano Villela, nascido no dia 21 de Outubro de 1970 em Pelotas, Rio Grande do Sul (RS). No período de 1987 a 1990 cursou segundo grau Colégio Santa Margarida, Pelotas, Rio Grande do Sul (RS). Ingressou no Curso Bacharelado em Ecologia em 2000 (UCPel), obtendo título de Ecólogo em Janeiro de 2005. Em 2005, ingressou no programa de Mestrado Em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal da FAEM/UFPel, orientado pela professora Dra. Tânia Beatriz Gambôa Araújo Morselli. Entre trabalhos como autor e co-autor, publicou vários resumos em congressos e reuniões técnicas. Participou de vários projetos de pesquisa relacionado a produção vegetal a base de fertilizantes orgânicos. Dissertação ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Produção Vegetal).

Apêndice

Tabela A. Análise de variância da fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), da acácia mearnsii de wild submetido a diferentes substratos em ambiente protegido. FAEM, 2005/06.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		FFPA	FFR	FSR	FSPA
Tratamentos	10	0,074*	0,221*	1,357*	5,597*
Resíduo	30	0,004	0,007	0,029	0,099
Média		0,244	0,316	0,513	0,981
C.V.		25,90	27,62	33,42	32,00

GL= graus de liberdade; QM= Quadrado Médio; CV= coeficiente de variação, FFPA= fitomassa fresca da parte aérea; FFR= fitomassa fresca da raiz, PSR= peso seco da raiz, PSPA= peso seco da parte aérea.* significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste de tukey.

Tabela B. Análise de variância do diâmetro do colo (DC), altura da muda e área foliar (AF), da acácia negra (*Acacia mearnsii* de wild) submetido a diferentes substratos em ambiente protegido. FAEM, 2005/06.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios		
		DC	AF	AM
Tratamentos	10	0,069*	33768,514*	7,426*
Resíduo	30	0,009	920,348	1,497
Média		0,231	95,534	3,161
C.V.		40,92	31,755	38,708

GL= graus de liberdade; QM= Quadrado Médio; CV= coeficiente de variação. AF= área foliar, AM= altura da muda, DC= diâmetro do colo, AF= área foliar, * significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste de tukey.

Tabela C. Análise de variância do total acumulado de cálcio, nitrogênio, fósforo, potássio, e magnésio, presentes na parte aérea da acácia mearnsii de wild submetido a diferentes substratos em ambiente protegido. FAEM, 2005/06.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		Ca	N	P	K	Mg
Tratamentos	10	0,090*	0,183*	0,036*	0,031	0,008*
Resíduo	30	0,021	0,001	0,003	0,023	0,0003
Média		0,243	0,1095	0,173	0,141	0,0498
C.V.		60,26	35,355	33,46	107,84	35,564

GL= graus de liberdade; QM= Quadrado Médio; CV= coeficiente de variação. Ca = cálcio presente na parte aérea, N = nitrogênio presente na parte aérea, P = fósforo presente na parte aérea, K = potássio presente na parte aérea, Mg= magnésio presente na parte aérea * significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste de tukey.

Tabela D. Análise de variância do cálcio, nitrogênio, fósforo, potássio, e magnésio, presentes no sistema radicular da acácia mearnsii de wild submetido a diferentes substratos em ambiente protegido. FAEM, 2005/06.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		N	P	K	Mg	Ca
Tratamentos	10	0,005*	0,017*	0,003*	0,002*	0,019
Resíduo	30	0,0004	0,0013	0,0003	0,0001	0,0014
Média		0,049	0,133	0,040	0,024	0,126
C.V.		40,228	27,690	45,837	49,114	29,325

GL= graus de liberdade; QM= Quadrado Médio; CV= coeficiente de variação. N = nitrogênio presente na raiz, P = fósforo presente na raiz, K = potássio presente na raiz, Mg = magnésio presente na raiz, Ca = cálcio presente na raiz. * significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste de tukey.

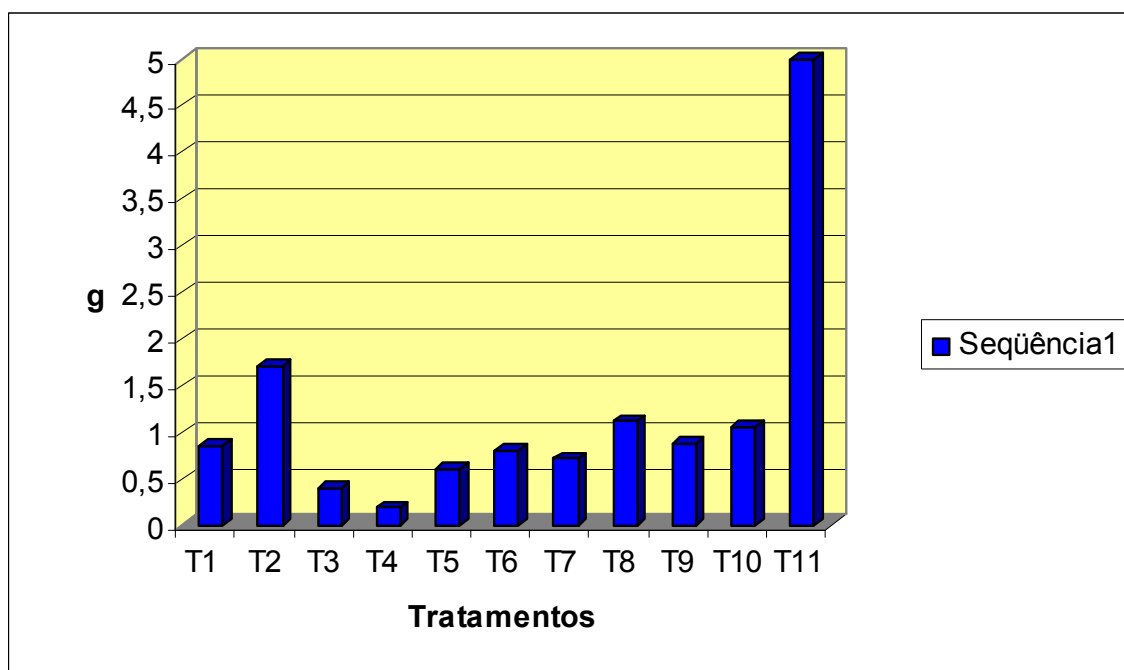


Figura 2. Gráfico demonstrativo do Peso Total da Parte Aérea das mudas de *Acacia mearnsii* de Wild nos diferentes tratamentos FAEM/UFPeI.

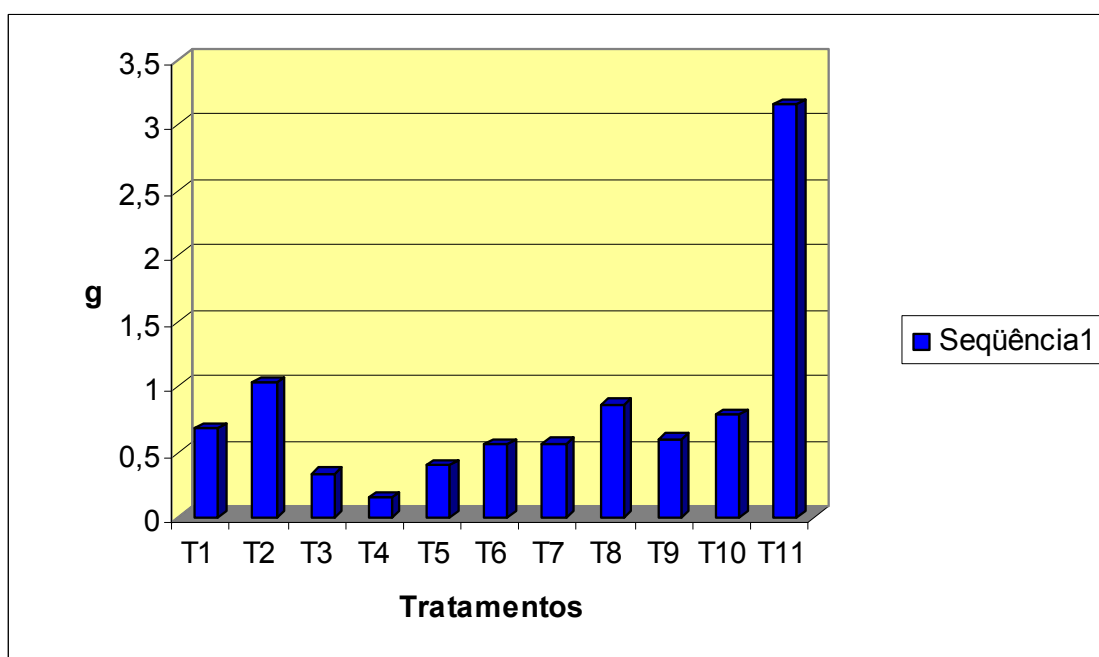


Figura 3. Gráfico demonstrativo do Peso Total das Raízes das mudas de *Acacia mearnsii* de Wild nos diferentes tratamentos FAEM/UFPeI.