

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

MARCILENE FAVALESSA

SUBSTRATOS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE *Acacia mangium*

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2011

MARCILENE FAVALESSA

SUBSTRATOS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE *Acacia mangium*

Monografia apresentada
ao Departamento de
Engenharia Florestal da
Universidade Federal do
Espírito Santo, como
requisito parcial para
obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2011

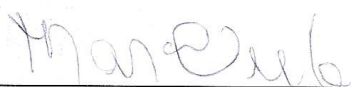
MARCILENE FAVALESSA

SUBSTRATOS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE *Acacia mangium*

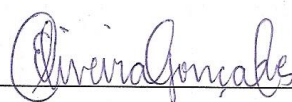
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em.....10..... de novembro de 2011.....

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. .D.Sc. Marcos Vinicius W. Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof.D. Sc Elzimar de Oliveira Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo



M. Sc Leonardo Peroni
Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais, Pedro e Domingas, por me permitir realizar o meu sonho, pelo amor incondicional, por todo carinho e paciência, nessa longa caminhada.

Ao meu irmão, cunhada e sobrinha, pela certeza de que mesmo longe, posso contar sempre com a dedicação, carinho e paciência de vocês, me apoiando e servindo de apoio.

Ao meu namorado Marcio, por todo amor, paciência e dedicação nos momentos mais difíceis.

“Nunca é tão fácil perder-se como quando se julga conhecer o caminho”.

Provérbio Chinês

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre esteve comigo nesta caminhada, permitindo que esse sonho se realizasse, dando-me força e coragem para que eu seguisse em frente, quando a vontade era desistir.

Aos meus pais que adiaram alguns sonhos para que eu pudesse realizar o meu, por todo sacrifício que tiveram durante esse período, pelos momentos de desespero, quando tudo parecia perdido

Ao meu irmão, que mesmo longe tenho a certeza que posso confiar e que sempre irá me apoiar em todas as situações.

A minha cunhada e a minha sobrinha, obrigada por fazerem parte desse sonho e tornar essa caminhada menos pesada.

Aos meus amigos, pelos momentos de alegrias, que fizeram com que essa caminhada fosse mais fácil.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a realizar esse trabalho.

Ao professor Marcos Vinicius pela atenção e disponibilidade na orientação deste estudo.

À Universidade Federal do Espírito Santo e professores pelo trabalho realizado durante a graduação.

RESUMO

Visando diminuir os efeitos danosos ao meio ambiente, este trabalho teve com o objetivo principal avaliar o uso de substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium*. As mudas foram produzidas no Viveiro Florestal/CCA/UFES em tubetes com capacidade para 280 cm³ de substrato, em bancadas suspensas dentro da casa de vegetação. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado formado por vinte de dois tratamentos, com cinco repetições por tratamento, sendo quatro plantas por repetição, totalizando 20 plantas por tratamento. Ao final do experimento, aos 100 dias, foram avaliadas as características morfológicas (altura da parte aérea e diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e da raiz, relação altura/diâmetro do coleto, relação massa seca radicular/massa seca da parte aérea, relação massa seca da parte aérea/massa seca radicular, Índice de Qualidade de Dickson). Após avaliar todas as características acima mencionadas, foi possível constatar que os tratamentos que continham o bio sólido associado ao composto orgânico formado por 50% esterco bovino e 50 % palha de café, foi aquele que mais se destacou em todas as características avaliadas, como sendo o melhor tratamento para a produção de mudas da espécie *Acacia mangium*. Por outro lado, o tratamento em que foi utilizado substrato comercial, apresentou os piores resultados para a produção da referida espécie. Pode-se então predizer que o substrato que contém bio sólido +composto orgânico é o mais recomendável para produção e crescimento inicial de *Acacia mangium*.

Palavras chave: Bio sólido, características morfológicas, produção de mudas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	vii
LISTA DE FIGURA.....	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 OBJETIVO GERAL	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 O Gênero <i>Acácia</i>	3
2.1.1. <i>Acacia mangium</i>	4
2.2. Importância da Qualidade das Mudas.....	6
2.3. Substratos	9
2.3.1. Características físicas	10
2.3.2. Características químicas	11
2.3.3 Biossólido	15
2.3.4 Vermiculita	16
2.3.5 Composto Orgânico	18
2.3.5.1 Esterco Bovino.....	18
2.3.6 Casca de arroz carbonizada	19
2.3.7 Fibra de coco	20
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 Localização	22
3.2 Componentes para a formulação dos substratos	22
3.3 Delineamentos Experimentais	22
3.4 Manejo para a produção de mudas	23
3.5 Avaliações das características morfológicas.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1 Média da altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura da parte da aérea e diâmetro do coleto para as mudas de <i>Acacia mangium</i>	27
4.1.1 Altura da parte aérea.....	28
4.1.2 Diâmetro do coleto	29
4.1.3 Relação altura parte aérea e diâmetro do coleto	31

4.2 Médias da massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total para as mudas de <i>Acacia mangium</i>	32
4.2.1 Massa seca parte área.....	33
4.2.2 Massa seca da raiz	34
4.2.3 Massa seca total	35
4.3 Médias das relações massa seca parte área e da raiz, relação massa seca da raiz e parte aérea, relação altura da parte aérea e massa seca da parte aérea e índice de qualidade de Dickson para as mudas de <i>Acacia mangium</i>	36
4.3.1 Relação massa seca parte aérea e massa seca de raiz	37
4.3.2 Relação massa seca raiz e massa seca parte aérea	37
4.3.3 Relação altura da parte aérea e massa seca parte aérea.....	38
4.3.4 Índice de qualidade de Dickson	39
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS.....	42

LISTA DE TABELA

Tabela 1-Valor do pH de alguns substratos.	12
Tabela 2-Composição dos tratamentos para produção de mudas de <i>Acacia mangium</i>	21
Tabela 3-Médias da altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (D), relação altura/diâmetro (H/D) e o coeficiente de Dickson nas mudas de <i>Acacia mangium</i> produzidas em diferentes substratos.....	25
Tabela 4-Teores de macronutrientes e MO nos substratos contendo esterco bovino, biossólido, casca de arroz e fibra de coco.....	29
Tabela 5-Médias da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), para mudas de <i>Acacia mangium</i> produzidas em diferentes substratos.....	32
Tabela 6 – Média das relações massa seca parte área e sistema radicular, relação massa seca sistema radicular e parte aérea, relação altura da parte aérea e massa seca da parte aérea e índice de qualidade de Dickson.....	34

LISTA DE FIGURA

Figura 1. -Determinação da altura da parte aérea e diâmetro do coleto das mudas de <i>Acacia mangium</i>	24
Figura 2.-Parte aerea e raiz das mudas <i>Acacia mangium</i>	24

1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental faz parte do processo evolutivo do homem aliado com o aumento da expectativa de vida da população. As principais causas da degradação tem sido o desmatamento, o manejo inadequado da agricultura e o superpastejo. Nesse sentido, uma forma de amenizar esses impactos ambientais é a introdução de leguminosas em local onde ocorreu a perda dos horizontes férteis do solo, mostrando uma recuperação mais rápida da atividade biológica do solo, quando comparada com a revegetação com gramíneas (CARVALHO *et al.*, 1998).

Com o aumento dos níveis de degradação e conseqüentemente um maior número de programas de recuperação de áreas degradadas (RAD), a produção de mudas florestais se torna uma etapa primordial para um eficiente programa de RAD, porém alguns fatores como a semente, o substrato, volume do recipiente, e o manejo das mudas no viveiro afetam a qualidade das mudas.

Os substratos utilizados para a produção de mudas podem ser formados por um único material ou pela combinação de diferentes tipos de materiais, porém estes devem apresentar características como: ser de fácil manuseio, fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, de baixo custo, boa textura e estrutura.

O avanço da tecnologia da produção de mudas proporcionou a substituição gradativa de antigos substratos como terra de subsolo por outros materiais, principalmente renováveis, tendo como componentes cascas de árvores e grãos, compostos orgânicos, esterco e húmus. A utilização destes materiais renováveis para formulação de substratos é de fundamental importância, visto que o aumento da produção de mudas deve seguir os padrões de sustentabilidade, ou seja, ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa (KRATZ, 2011).

Os resíduos industriais, urbanos ou agroindústrias, em especial o biossólido, são alternativas viáveis para serem utilizados como mistura de substrato, pois grandes volumes destes produtos são gerados e representam um problema ambiental se não tiverem uma destinação apropriada. Portanto, a utilização desses resíduos como substrato, além de propiciar uma economia na produção de mudas, garante um destino apropriado para os mesmos, evitando que seu acúmulo se torne um problema ambiental.

Levando em consideração a importância do tema, é primordial que ocorra um aumento dos estudos em relação aos substratos, uma vez que esses podem auxiliar na avaliação de novas alternativas para sua formulação e utilização.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência dos substratos renováveis e não renováveis, como componente no substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* utilizada na recuperação de áreas degradadas.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar os parâmetros morfológicos de mudas de *Acacia mangium* produzidas em diferentes proporções de substratos renováveis e não renováveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Gênero *Acácia*

O gênero *Acacia* está incluído na família *Leguminosae*, subfamília *Mimosoideae*. A família *Leguminosae* é uma das maiores dentre as dicotiledôneas, compreendendo mais de 13.000 espécies reunidas em mais de 600 gêneros distribuídos mundialmente, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (ANDRADE, *et al.*, 2003).

O gênero *Acácia* é considerado o segundo maior da família *Leguminosae*, com cerca de 1.350 espécies catalogadas e com distribuição cosmopolita, ou seja, são espécies que podem ser encontrada praticamente em qualquer lugar do mundo, porém apenas dentro de condições adequadas para o seu desenvolvimento (BOCAGE, *et al.*, 2008).

No Brasil, há aproximadamente 44 espécies, as quais ocorrem desde a Região Norte, até a Região Sul do país. As espécies deste gênero vivem em ambientes muito diversos, desde florestas tropicais perenifólias, às regiões mais áridas do mundo. No semiárido brasileiro as 16 espécies ocorrem, preferencialmente, em caatinga arbórea, caatinga arbustiva e mata de cipó (BOCAGE; MIOTTO, 2006).

Constituem o gênero *Acácia*, árvores, arbustos e trepadeiras lenhosas de folhagem verde escura, armadas de espinhos ou acúleos, raras vezes sem estípulas. Apresentam folhas paripinadas e desprovida de estípula (SAIDELLES, 2005).

Suas flores são pequenas actinomorfas, unissexuadas ou bissexuadas, com cor predominantemente amarela e raramente branca em espigas, cálice campanulado, corola tubulosa, estames numerosos, sementes exalbuminadas de testa dura, com fissura anular. Muitas espécies possuem espinhos vistosos e fortes e flores pequenas (SAIDELLES, 2005).

As espécies do gênero *Acácia* podem ser utilizadas em diversas finalidades dentre elas podemos citar: uso ornamental; madeira, marcenaria, lenha, carvão; em curtumes, extração de gomas; essências florais, perfumaria; cercas vivas;

recuperação de áreas degradadas; construção civil e sistemas silvipastoril (ANDRADE, 2003).

2.1.1. Acacia mangium

A *Acacia mangium* é uma leguminosa pioneira que vem despertando a atenção dos técnicos e pesquisadores pela rusticidade, rapidez de crescimento e, principalmente, por ser espécie nitrificadora (VEIGA *et al.*, 2000).

É uma espécie nativa do noroeste da Austrália, de Papua Nova-Guiné e do oeste da Indonésia. Apresenta potencial para cultivo nas zonas baixas e úmidas, apresentando usos variados, entre eles a construção civil, móveis, energia e recuperação de áreas degradadas (DUBOIS *et al.*, 1996).

Tem sido utilizada em grande escala na recuperação de áreas degradadas em razão da possibilidade de ocorrência de associação simbiótica com microorganismos tais como a bactéria do gênero *Rhizobium* e o fungo *Thelephora ramarioides* e à elevada deposição de folhas no solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes (SMIDERLE *et al.*, 2005).

Produtores da Amazônia Oriental Brasileira acreditam no potencial de se utilizar essa espécie como estaca viva para maracujá, além de sua utilização para lenha e carvão. A espécie pode ser utilizada em sistemas silvipastoris, onde muitos produtores de leite se interessam pelo plantio de árvores em pastagens, devido à produção de sombra, que na qual proporciona um maior conforto térmico para os animais, que gera efeitos benéficos para a produção de leite e para reprodução, além da produção de madeira na propriedade (MILARÉ, 2007).

É uma árvore perenifólia de copa ovalada com folhagem densa, de tronco ereto, cinza-pardo, com casca pouco saliente e levemente sulcado longitudinalmente. Tem sementes brilhantes e estas apresentam dormência tegumentar, o que representa certa dificuldade na produção de mudas em viveiros e programas de reflorestamento (MARTO, 2007), no entanto sua quebra de dormência se dá por meio da imersão das sementes em água fervendo de 35 segundos a 1 minuto (FOWLER & BIANCHETTI, 2000).

Os frutos são do tipo vagem, espiralados ou torcidos, marrons, curtos, deiscentes, com sementes, as quais se encontram no interior de pequenas vagens que sofrem deiscência quando atingem o ponto de maturação. Os frutos são

elipsóides e pequenas, em torno de 4 mm de comprimento, contendo em média 95000 sementes/kg, apresentando tegumento duro, formadas de setembro a novembro (LORENZI *et al.*, 2003).

As folhas são simples e alternas, em ramos verdes e alados, dispostos espiriladamente, ovalado-lanceoladas ou ovalado-alongadas, largas, coriáceas, de pecíolo curto, ápice alongado, com nervuras salientes partindo da base, de 12-18 cm de comprimento (LORENZI *et al.*, 2003).

Tem grande rapidez de crescimento na razão de 5 a 6m/ano e, principalmente, por ser uma espécie que repõe grandes quantidades o N₂, é de grande importância para reflorestamentos e na recuperação de solos tropicais. Adapta-se a solos ácidos, compactados, de baixa fertilidade ou degradados, sem utilização de calcário e com baixa drenagem. Apresenta significativa capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras. Assim, a espécie destaca-se em programas de recuperação de áreas degradadas (RAD) e representa uma opção silvicultural para o Brasil (FORTES 2000; ANDRADE *et al.*, 2000).

De acordo com Dias *et al.* (1994) sua ampla capacidade de adaptação a solos pobres e de áreas degradadas é advinda de características como o rápido crescimento, baixo requerimento nutricional, tolerância a acidez do solo e compactação e a elevada taxa de fixação de N₂, quando em simbiose com bactérias diazotróficas, que resultam em produções elevadas de biomassa e entrada de nutrientes, via serrapilheira, em áreas degradadas, podendo favorecer a sucessão vegetal nessas áreas.

Essa espécie apresenta grande potencial para aportar matéria orgânica, N₂ e bases trocáveis no solo, além de produzir serrapilheira de baixa relação C/N. Essas propriedades influenciam de forma positiva a manutenção da atividade biológica e a ciclagem de nutrientes em solos degradados. Os valores expressivamente altos de serrapilheira que esta espécie pode depositar no solo permitem a formação de reservatório de matéria orgânica e nutrientes, essencial para o processo de revegetação (MARINHO *et al.*, 2004).

Acacia mangium pode suportar temperaturas médias mínimas de 12 a 25°C e médias máximas de 31 a 34°C (BARBOSA, 2002). A área de distribuição desta espécie corresponde principalmente à zona de clima tropical úmido, com um curto período de seca no inverno e uma precipitação anual total elevada (MARTO, 2007).

A altíssima taxa de rusticidade dessa árvore altera positivamente a relação de perda em reflorestamentos em casos de alteração climática, como estiagens não previstas em estações de chuva, além do baixo registro de pragas ao longo do período em florestas manejadas (MARTO, 2007).

Acacia mangium é uma árvore indicada para plantios em locais úmidos, sendo provavelmente inadequada para áreas com estações secas longas, e como a maioria das espécies pioneiras, se desenvolve melhor em pleno sol, tornando-se raquítica e delgada quando cultivada na sombra (MILARÉ, 2007).

2.2. Importância da Qualidade das Mudanças

A produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais, principalmente aqueles destinados a recuperação de áreas degradadas. Com esse intuito, várias pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, garantindo boa adaptação e crescimento após o plantio. Para que isso ocorra é necessário avaliar a qualidade física e genética das sementes, época de semeadura, profundidade de semeadura, substratos, recipientes, entre outros.

A formação de mudas florestais de qualidade está relacionada com o nível de eficiência dos substratos, pois a germinação de sementes, iniciação radicular e enraizamento de estacas, formação do sistema radicular e parte aérea, está associada com a aeração, drenagem, retenção de água, disponibilidade balanceada de nutrientes presentes nos substratos, além do manejo e a condução do viveiro. Essas características são altamente correlacionadas entre si, à germinação e a iniciação radicular está diretamente relacionada com a macroporosidade e a retenção de água e disponibilidade de nutrientes com a microporosidade e superfície específica do substrato (CALDEIRA *et al.*, 2000; GONÇALVES *et al.*, 2000).

A qualidade das mudas influencia diretamente na porcentagem de sobrevivência, na velocidade de crescimento e conseqüentemente no sucesso do plantio. Além disso, mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, exercem uma melhor competição com a vegetação invasora, reduzindo

os custos dos tratos culturais (MORGADO, 2000). A sobrevivência, o estabelecimento, a necessidade dos tratos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliações que indicam o sucesso do empreendimento florestal, e que estão diretamente relacionadas com a qualidade das mudas por ocasião do plantio (FONSECA, 2005).

As características morfológicas são atributos determinados física ou visualmente, como forma intuitiva por parte do viveirista, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio em campo, onde sua utilização tem sido justificada pela facilidade de medição e/ou visualização em condição de viveiro (FONSECA, 2000).

As características mais utilizadas na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies arbóreas tem sido a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR) (SABONARO, 2006).

A altura da parte aérea é um excelente parâmetro para avaliar o padrão da qualidade de mudas de espécies florestais. É de fácil determinação para qualquer espécie e em todo tipo de viveiro, além de sua medição não acarretar a destruição das mudas (KNAPIK, 2005).

O diâmetro do coleto é uma das variáveis mais importantes a ser avaliada na fase de produção de mudas, visto que ela está diretamente relacionada com o índice de sobrevivência e crescimento inicial das plantas em campo (KRATZ, 2011).

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

A massa seca da parte aérea está relacionada dentre outras características com a qualidade e quantidade de folhas. Esta característica é importante porque as folhas constituem uma das principais fontes de nutrientes e fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios, etc) necessários para adaptação da muda pós-plantio, que servirão de suprimento de água e nutrientes para as raízes no primeiro mês de plantio (BELLOTE; SILVA, 2000).

A massa seca radicular tem sido reconhecida como um importante parâmetro para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas em campo, devido a sua função de absorção de água e nutrientes, onde a sobrevivência é maior quanto mais abundante o sistema radicular, independentemente da altura da parte aérea, havendo uma correlação entre o peso de massa seca das raízes e a altura da parte aérea (GOMES; PAIVA, 2004).

Algumas relações entre estes parâmetros têm sido usadas para avaliar a qualidade de mudas. Dentre estas, estão a relação da altura da parte aérea com o diâmetro do coleto (H/DC), a relação da altura da parte aérea com a massa seca da parte aérea (H/MSPA), a relação da massa seca da parte aérea com a massa seca radicular (MSPA/MSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que leva em consideração a produção de massa seca da parte aérea, das raízes e total, bem como a altura e o diâmetro do coleto das mudas (CHAVES e PAIVA, 2004).

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto também denominado de quociente de robustez, é caracterizada como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, uma vez que conjuga dois parâmetros em apenas um só índice, resultando em um valor absoluto, sem exprimir qualquer tipo de unidade. A relação deve-se situar entre os limites 5,4 até 8,1, onde quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo (CARNEIRO, 1985).

De acordo com o autor citado acima, a conjunção das medidas de altura da parte aérea e diâmetro do coleto, deve ser levada em consideração para a classificação da qualidade das mudas, em razão da facilidade operacional destas medições e da precisão que o índice fornece, o qual informa o quanto delgada está a muda, revelando se existe equilíbrio no crescimento.

A utilização desse parâmetro na avaliação da qualidade das mudas pode ser feita durante o período de produção, com o intuito de acompanhar o crescimento das mesmas, constituindo-se em um dos mais importantes parâmetros para avaliar o desenvolvimento das mudas.

A relação altura da parte aérea/massa seca da parte aérea é comumente utilizada para avaliar o padrão de qualidade de mudas. Pode ser de grande valia se utilizado, principalmente, para predizer o potencial de sobrevivência da muda no campo. Para esta relação, quanto menor for o índice, mais lignificada será a muda e maior deverá ser a sua capacidade de sobrevivência no campo (ALMEIDA, 2005).

A relação entre massa seca da parte aérea e a massa seca radicular das mudas é considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas, porém essa relação poderá não ter significado para o crescimento no campo. Num encontro de pesquisadores ficou estabelecido como sendo 2,0 a melhor relação entre massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz (GOMES; PAIVA, 2004).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é obtido através de uma fórmula balanceada que inclui as relações dos parâmetros morfológicos, como a massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (ALMEIDA, 2005).

O IQD é importante e considerado como promissora medida morfológica ponderada, podendo ser bom indicador da qualidade das mudas, pois considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da massa da muda, com ajuste de vários parâmetros considerados importantes (FONSECA, 2000).

No entanto, as características morfológicas não devem ser utilizadas isoladamente para avaliação e classificação do padrão de qualidade das mudas, a fim de que não ocorram equívocos no momento da seleção das mesmas.

2.3. Substratos

A legislação brasileira traz uma definição para substrato aquele “produto usado como meio de crescimento de plantas” (BRASIL, 2004). Para Carneiro (1995), “substrato é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes”.

A principal função dos substratos é sustentar a planta e fornecer-lhe nutrientes, água e oxigênio. É composto por três fases, sendo elas: a) sólida: constituído de partículas minerais e orgânicas; b) líquida: formada pela água, na qual se encontram os nutrientes, sendo chamada de solução do solo; c) gasosa: constituída pelo ar, a atmosfera do substrato.

O cultivo em substrato distingue-se do cultivo em solo principalmente pela área limitada para o desenvolvimento das raízes. A limitação do volume exige que o

substrato seja capaz de manter água facilmente disponível à planta sem comprometer a concentração de oxigênio no meio (FERMINO, 2002).

O substrato deve apresentar boas características físicas e químicas, sendo as físicas as mais importantes, uma vez que a parte química pode ser mais facilmente manuseada pelo técnico (SCHORN; FORMENTO, 2003). A seguir segue uma breve descrição sobre as características físicas e químicas ideais para os substratos.

2.3.1. Características físicas

As características físicas de maior importância para determinar o manejo dos substratos e a sua eficiência são granulometria, densidade, porosidade e capacidade de retenção de água.

A definição da granulometria do substrato, ou proporções entre macro e microporosidade e, conseqüentemente relações entre ar e água, permite sua manipulação e sua melhor adaptação às situações de cultivo (FERMINO, 2002).

Densidade é definida como a relação entre a massa e o volume de substrato. Quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo no recipiente, quer por limitações no crescimento das plantas, quer pela dificuldade no transporte dos vasos ou bandejas e quanto maior for a densidade, menor é a porosidade total do solo, seja pela natureza do arranjo das partículas sólidas, ou pela compactação (KAMPF, 2000).

O valor da densidade é importante para se interpretar outras características, como porosidade, espaço de aeração, disponibilidade de água, além de salinidade e teor de nutrientes (FERMINO, 2003).

Fatores como a irrigação e a água da chuva podem aumentar a densidade, devido à compactação, assim como em viveiros de raiz nua, onde máquinas e equipamentos promovem a compactação (CARNEIRO, 1995). Segundo o mesmo autor, a origem dos materiais presentes afeta na densidade do substrato, sendo que altos níveis de matéria orgânica diminuem a densidade quando comparados a materiais minerais.

A caracterização da porosidade de um solo é determinada pela capacidade dos sólidos de diferentes tamanhos em formar agregados, originando poros. Nestes espaços porosos, ocupados pela fase líquida, gasosa e raízes, que ocorrem todos os processos físicos de transporte de água, solutos e gases. Para manter suas

funções fisiológicas, as raízes das plantas consomem oxigênio e produzem gás carbônico (ALMEIDA, 2005).

Os substratos, em geral, têm maior porosidade, se comparados ao solo, pois a maioria dos materiais utilizados tem poros internos além daqueles externos, interparticulares. Os substratos possuem um percentual mais elevado de poros de maior dimensão. Os poros internos podem estar fechados, sem contato com o meio externo, não interferindo, portanto na porosidade, ou então estarem abertos, como ocorre nos materiais orgânicos, formando uma rede de canais com o meio externo (FERMINO, 2002).

A capacidade de retenção de água é conceituada como a quantidade máxima de água que um substrato retém após drenagem sem restrição. O conhecimento da capacidade de retenção de água é importante porque permite um manejo racional das plantas em função da quantidade de água disponível. Se o substrato possui uma baixa capacidade de retenção de água, poderá provocar um estresse hídrico na planta, interrompendo o fluxo de nutrientes e possibilitando o aumento da concentração de sais no substrato, que poderá exercer um efeito tóxico ou, ainda, a retirada de água da muda formada. No caso de substratos com uma retenção excessiva de água, existirá o problema com acúmulo de CO₂ e a redução da aeração das raízes (SUGUINO, 2006).

A retenção de água é determinada pelo teor, quantidade e qualidade dos componentes do substrato, principalmente a matéria orgânica e alguns tipos de material inerte, como a vermiculita. Alguns materiais, como a fibra de coco, retêm grande quantidade de água, o que pode reduzir substancialmente a necessidade de irrigações ao longo do dia (FERRARI, 2003).

Para Martínez (2002) a capacidade de retenção de água entre 20 e 30 % do seu volume pode ser considerada ótima para ser classificado como um bom substrato para esta característica.

2.3.2. Características químicas

Os substratos podem ser quimicamente ativos ou inativos. Os quimicamente ativos são aqueles que permitem as trocas de nutrientes entre o substrato e a solução. Os substratos inativos são aqueles que, do ponto de vista de sua atividade

química, apresentam trocas nulas ou muito reduzidas entre a fase sólida e líquida (MARTINEZ, 2002).

As propriedades químicas dos substratos referem-se principalmente ao valor de pH, a capacidade de troca de cátions (CTC) e a salinidade (KÄMPF, 2000). São características importantes especialmente em relação à disponibilidade de nutrientes para as plantas, e devem estar relacionadas com a fertirrigação aplicada (LUDWIG, 2010).

O pH está relacionado sobretudo à disponibilidade de nutrientes as plantas, bem como nas propriedades fisiológicas das plantas. Valores inadequados de pH podem afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente sob acidez excessiva. Plantas cultivadas em ambientes ácidos têm quantidades menores de nutrientes a sua disposição, além de ficar sujeitas a maior absorção de elementos tóxicos como alumínio e manganês. No entanto, as espécies apresentam diferenças genéticas que lhes conferem graus de sensibilidade diferentes para o mesmo valor de pH (FERMINO, 1996).

Um pH baixo ou uma acidez elevada (abaixo de 5) são prejudiciais, porque reduzem sensivelmente a atividade de bactérias e actinomicetos e, conseqüentemente, a formação de nitratos e sulfatos, diminuem a disponibilidade de nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio, insolubiliza o fósforo, boro, cobre e zinco, provocando o aparecimento de quantidades tóxicas de alumínio, ferro e manganês. Um pH muito elevado ou elevada alcalinidade, acima de 6,5, diminui demasiadamente a disponibilidade de fósforo e micronutrientes (cobre, zinco, ferro e manganês) às plantas (KAMPF, 2000).

De acordo com o autor citado acima, os valores de pH variam muito entre os componentes de substratos, desde extremamente baixos, como turfas e xaxim, até os extremamente altos, como a vermiculita, casca de arroz, casca de acácia. Para substratos com predominância de matéria orgânica, a faixa de pH recomendada é de 5 a 5,8 e quando for à base de solo mineral, entre 6 e 6,5 (KAMPF, 2000). Na tabela abaixo, estão alguns valores de pH de substratos utilizados para produção de mudas.

Tabela 1 - Valor do pH de alguns substratos.

Substrato	pH
Resíduo de pinus	3,9 - 5,5
Turfas	3,0 - 4,5
Cascas	6,0 - 6,8
Perlita	6,5 - 7,2
Lã de rocha	7,0
Vermiculita	5,5 - 9,0

Fonte: Verdonck *et al.*,(1981).

A capacidade de trocas catiônicas (CTC) de um solo ou substrato é a propriedade que suas partículas sólidas têm de adsorver e trocar cátions. O tamanho das partículas do substrato é um fator que afeta a CTC, pois quanto menor a partícula, maior será a superfície específica com pontos de troca. Matéria orgânica humificada apresenta alta CTC, contribuindo significativamente para a melhoria dessa propriedade no solo (KAMPF, 2000).

Considerando-se que muitos cátions presentes no substrato são nutrientes, a capacidade de troca de cátions (CTC) é um indicativo da capacidade de manutenção destes nutrientes e também valiosa informação do potencial de fertilidade do substrato. O aumento da CTC está relacionado ao aumento do conteúdo de matéria orgânica e/ou à correção do pH do substrato (CARNEIRO, 1995).

A salinidade, medida pela condutividade elétrica, expressa a quantidade de sais contida na solução do substrato em função de que íons dissolvidos na água conduzem corrente elétrica na proporção direta de sua concentração. Quando este valor for muito elevado, podem ser verificados alguns efeitos negativos, como o aumento da pressão osmótica e conseqüente diminuição da absorção dos nutrientes (FERMINO, 1996).

A salinidade de um substrato pode afetar negativamente o cultivo, sendo que a condutividade elétrica acima de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ é considerada excessiva para a maior parte das plantas (MARTINEZ, 2002). Esta característica está relacionada com a capacidade de troca catiônica (CTC), onde substratos inertes são facilmente desalinizados a partir de lavagem ou ainda no manejo da adubação.

Faz-se necessário o conhecimento da salinidade, visto que a mesma pode causar perdas na produção, sendo que seu valor é facilmente obtido através da leitura da condutividade elétrica (KRATZ, 2011).

Segundo Kämpf (2000) a salinidade é um dos itens a ser levado em consideração na escolha do material, onde se busca obter materiais com salinidade abaixo de $1,0 \text{ g L}^{-1}$.

Portanto, o substrato ideal deve oferecer boa estrutura e consistência, de forma a sustentar as sementes e estacas durante a germinação ou enraizamento; ser suficientemente poroso para permitir a drenagem do excesso de água e manter uma adequada aeração junto ao sistema radicular. Além disso, devem apresentar boa capacidade de retenção de água para que reduzir o estresse hídrico e diminuir a necessidade de irrigação; não expandir-se ou contrair-se facilmente devido às oscilações de umidade; não dispor de substâncias tóxicas, inóculos de doenças, plantas invasoras e demais pragas. O substrato deve estar prontamente disponível em quantidades adequadas e custos economicamente viáveis e deve ser bem padronizado e homogeneizado, com características físicas e químicas pouco variáveis (FONSECA, 2002).

Normalmente, se utiliza uma mistura de materiais visando à adequação do substrato à espécie cultivada em relação à densidade, equilíbrio nutricional, retenção de água, e outros fatores (MASS, 2010).

Os substratos podem ter diversas origens: animal (esterco, húmus), vegetal (tortas, bagaços, xaxim, serragem, pó de coco), mineral (vermiculita, areia) e artificial (espuma fenólica, isopor). Entre as características desejáveis dos substratos, destacam-se ainda: custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração e boa retenção de umidade (PRESTES 2007).

Para a produção de mudas de espécies florestais, os substratos podem ser formados por um único material ou pela combinação de diferentes tipos de materiais; podem ser montados no viveiro ou comprados prontos. No mercado podem ser encontrados diversos tipos de substratos prontos para o uso (composto orgânico, húmus, fibra de coco, turfa, vermiculita, entre outros), puros ou em mistura, tendo cada um características próprias de preço e qualidade.

Diversos materiais podem ser usados como substrato, obtendo-se bons resultados. Abaixo seguem alguns tipos de substratos relacionados com o presente trabalho.

2.3.3 Bio sólido

O bio sólido é o lodo originado das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), após sofrer processo de estabilização. É um resíduo semi-sólido, predominantemente orgânico, com teores variáveis de componentes inorgânicos obtido do tratamento de águas residuárias, com a finalidade de recuperar a sua qualidade, de modo a permitir o seu retorno ao ambiente, sem causar poluição (CASSINI *et al.*, 2003).

O bio sólido atua como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, é um excelente fornecedor de matéria orgânica aumentando o conteúdo de húmus no solo, melhorando a capacidade de armazenamento e infiltração de água, além de reduzir a erosão. É rico em fósforo e nitrogênio e em macro (Ca, Mg) e micronutriente (Cu e Zn) (MASS, 2010).

Os nutrientes contidos no bio sólido possuem impactos diretos no desenvolvimento e rendimento das plantas, quando esse é aplicado no solo. Provoca alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e conseqüentemente no funcionamento do agroecossistema, assim como estimula a atividade microbiana no solo devido o aumento de carbono e nutrientes disponíveis, ou inibe, devido à presença de metais pesados e outros poluentes (PÉREZ, 2008).

O uso do bio sólido como componente de substratos representa uma alternativa viável para a disposição final deste resíduo, tendo em vista a economia de fertilizantes, de energia e reservas naturais que esse material pode proporcionar, além do benefício ambiental.

Mass (2010), baseando-se em vários trabalhos, concluiu que o bio sólido apesar de apresentar boa fertilidade não apresenta boas características físicas, havendo desta forma a necessidade da mistura com outros componentes a fim de dar equilíbrio entre o fornecimento de nutrientes e condições físicas, como aeração e retenção de água.

Maia (1999) *apud* Assenheimer (2009), em experimento utilizando solo, lodo biológico (proveniente da ETE de uma fábrica de papel e celulose) e casca de *Pinus*

como substrato, comprovou que a presença de solo no substrato é dispensável, e o lodo, por sua vez, não deve ser usado puro, apesar da sua relativa fertilidade, devido provavelmente a sua baixa porosidade. Em função disso, as misturas desses componentes com casca de *Pinus* melhorou a porosidade e a aeração do substrato.

Cunha *et al.* (2006), trabalhando com lodo de esgoto como substrato para mudas de *Acacia* sp., verificaram que o substrato composto de 100% desse resíduo com sementes inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio proporcionou maior desenvolvimento às mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes*.

2.3.4 Vermiculita

É um mineral de estrutura variável, constituído de lâminas ou camadas, justapostas em tetraedros de sílica e octaedros de ferro e magnésio. O octaedro de magnésio, quando submetido ao aquecimento, expande-se. Isto resulta no melhoramento das condições físicas, químicas e hídricas do solo (SCHORN; FORMENTO, 2003).

A vermiculita atua como condicionador das propriedades físicas e químicas do solo possui a capacidade de reter a água, deixando disponível para a planta, em caso de uma breve estiagem. É um substrato praticamente inerte, de estrutura variável, com grande aeração, alta capacidade de trocas catiônicas. Por ser um material inerte é necessário o balanceamento de nutrientes essenciais, por meio de adubações periódicas para a obtenção de mudas de boa qualidade, o que torna o processo mais oneroso.

Sabe-se que a vermiculita é um substrato que vem sendo utilizado com bons resultados para a germinação de sementes de espécies florestais, é leve, de fácil manuseio, não exige o reumedecimento diário e proporciona bom desempenho germinativo das sementes.

Iossi (2003), em experimentos com vermiculita verificou que o seu uso originou plântulas com maior comprimento radicular e baixa ocorrência de raízes secundárias e terciárias, quando comparadas com as dos outros substratos como a serragem, areia e esfagno.

2.3.5 Composto Orgânico

O vocábulo inglês “compost” deu origem à palavra composto e “composting” à compostagem. Composto deriva do latim “compositum”. Assim sendo, a palavra composto, vem sendo há muito tempo utilizada para denominar fertilizante orgânico preparado pela mistura e amontoa de restos de vegetais e animais, ricos em substâncias nitrogenadas e também ricos em carbono. A mistura é conduzida a um processo fermentativo (decomposição microbiana) e ao estado parcial ou total de humificação. Portanto, o composto é o resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica de materiais orgânicos transformados em produto mais estável e utilizado como fertilizante.

Composto orgânico são todos os materiais resultantes da compostagem de materiais orgânicos, seja de origem animal ou vegetal. Entre eles pode-se citar: lixo doméstico, lodo de esgoto (biossólido), serragem, folhas, esterco, casca de árvores, resíduos de agroindústrias, entre outros. A compostagem permite um melhor aproveitamento desses materiais, que usualmente são descartados, originando um substrato orgânico de boa qualidade.

Os compostos orgânicos são fontes de matéria orgânica na formulação de substratos adequados (70 a 80 % deste material) para a produção de mudas via semente e estaca, juntamente com um componente secundário, visando elevação da porosidade (GONÇALVES e POGGIANI, 1996).

Os compostos orgânicos permitem o desenvolvimento de microrganismos benéficos, aumentando a disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo da produção das mudas, aumentando o pH e a capacidade de troca catiônica (CTC), porém essas alterações dependem da quantidade e da qualidade do composto utilizado (Wendling e Gatto, 2002).

Os compostos orgânicos representam uma alternativa viável, devido ao seu baixo custo, sendo esta sua principal vantagem, além da alta capacidade de retenção de água e poder tampão (KÄMPF, 2005). Para GONÇALVES e POGGIANI (1996) esses materiais proporcionam um bom desenvolvimento radicular, com raízes bem agregadas ao substrato formando um torrão firme.

Deve-se tomar cuidado na seleção de materiais orgânicos a serem compostados, evitando a utilização de materiais contaminados com patógenos, os quais devem ser descartados, evitando a proliferação de doenças (KÄMPF, 2005).

Nesse sentido, os materiais de origens vegetais e animais utilizados no preparo do composto podem ser os mais variados, como esterco bovino, ovino, equino, suíno, palha de cereais, leguminosas, resíduos de culturas, folhagem, casca de café, ramos verdes, folhas e acículas, casca, serragem, e quaisquer outros detritos vegetais que não tenham melhor aproveitamento (GOMES e PAIVA, 2006).

A crescente utilização de compostos orgânicos como substrato reflete a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis que minimizem o impacto ambiental. Porém, é importante que se avaliem os substratos adequados ao desenvolvimento de cada cultura (CALDEIRA et al., 2008).

A matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Devem-se, ainda, considerar outras vantagens desse componente sobre o desenvolvimento vegetal, tais como: redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio, características que podem ter uma participação positiva dos materiais orgânicos. Nesse sentido, CALDEIRA et al. (2008) em seu estudo tiveram como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) utilizando composto orgânico no substrato. O estudo revelou que: a) a utilização de diferentes proporções de composto orgânico nos substratos influenciou significativamente nos parâmetros biométricos e índices de qualidade das mudas; b) A altura da parte aérea das mudas aumentou 12,8 cm com o uso de 50% de terra de subsolo + 30% de esterco + 20% de casca de arroz carbonizada quando comparado com o composto orgânico; c) os resultados dos índices de qualidade das mudas produzidas com 100% de composto orgânico, no geral, apresentaram os menores índices, exceto para o índice MSA/MSR. Um dos principais materiais utilizado na formulação dos compostos orgânicos é o esterco bovino, que será brevemente descrito abaixo.

2.3.5.1 Esterco bovino

O esterco bovino, quando bem curtido, muito contribui para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do substrato, além de fornecer vários nutrientes essenciais às plantas. Ele aumenta a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água, a porosidade do solo e a agregação do substrato (SCHORN; FORMENTO, 2003).

A eficiência do esterco bovino como fertilizante depende de alguns fatores, dentre os quais o grau de decomposição em que se encontra e os teores de elementos essenciais que é capaz de fornecer às plantas.

O esterco bovino quando misturado com outros substratos, proporciona resultados semelhantes ao do composto orgânico, porém com qualidade inferior.

De acordo com Gomes e Paiva, (2006), a principal característica do esterco bovino, não está somente no fato de ele ser um fornecedor de nutrientes às plantas, mas, sim, por contribuir para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas da mistura, de maneira que ele possa funcionar como um bom substrato, para o crescimento e desenvolvimento de mudas de espécies florestais.

Vieira *et al.* (2009) trabalhando com esterco bovino e terra de subsolo como substrato para produção de *Trema micrantha* (Crindiuva) obtiveram a melhor desenvolvimento e crescimento da espécie quando o substrato apresentava 40% de esterco bovino.

Martins Filho *et al.*, (2007) testando diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de palmeiras observaram que o esterco bovino como fonte de matéria orgânica é primordial para a produção de mudas de duas espécies estudadas, *Archantophoenix alexandrae* (palmeira real) e *Bactris gasipaes* (pupunha), na proporção de 25 % de esterco combinado apenas com terra (75%) ou terra (65%) e areia (10%).

2.3.6 Casca de arroz carbonizada

A casca de arroz carbonizada têm baixa densidade e peso específico, além de lenta biodegradação, permanecendo em sua forma original por longos períodos de tempo. Apresenta um alto poder energético, já que contém quase 80% de seu peso em carbono. Suas cinzas são compostas basicamente de sílica e, portanto, bastante alcalinas (SCHORN; FORMENTO, 2003).

Apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, boa aeração, alta porosidade, peso reduzido, pH levemente alcalino, forma floculada, livre de patógenos e nematóides, dificuldade na retenção de água, teor adequado de K e Ca que são dois macronutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal (SAIDELLES *et al.*, 2009).

Dentre as principais vantagens da casca de arroz está a sua disponibilidade, visto que é oriunda de uma das culturas mais consumidas pelo ser humano no mundo, embora em alguns locais específicos não haja disponibilidade (KRATZ, 2011).

A baixa densidade da casca de arroz carbonizada é uma característica importante quando se deseja aumentar a porosidade total do substrato, permitindo maior drenagem da água de irrigação e melhor aeração do sistema radicular da muda (COUTO *et al.*, 2003).

O substrato de cascas de arroz carbonizadas apresenta as seguintes características físicas e químicas: densidade seca de 150g/L, capacidade de retenção de água de 53,9%, capacidade de troca de cátions de 5,5 meq/dl, pH em água de 7,4, teor de sais solúveis de 0,7 g/L, 0,7% de nitrogênio, 0,2% de fósforo e 0,32% de potássio (SCHORN; FORMENTO, 2003).

A casca de arroz carbonizada é considerada um bom substrato para germinação de sementes e enraizamento de estacas por apresentar as seguintes características: permite a penetração e a troca de ar na base das raízes; é suficientemente firme e densa para fixar a semente ou estaca; tem coloração escura e forma sombra na base da estaca; é leve e porosa permitindo boa aeração e drenagem; tem volume constante seja seca ou úmida; é livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos; não necessita de tratamento químico para esterilização, em razão de ter sido esterilizada com a carbonização (SCHORN; FORMENTO, 2003).

Guerrini e Trigueiro (2004) em estudo realizado com bio-sólido e casca de arroz carbonizada verificaram que substratos contendo 40 a 70% de casca de arroz carbonizada no seu volume total foram considerados os mais adequados para o crescimento de mudas de espécies florestais, visto que estas combinações apresentaram equilíbrio na densidade, porosidade e capacidade de retenção de água.

2.3.7 Fibra de coco

A fibra da casca do coco verde, que ainda não vem sendo amplamente utilizada poderá se tornar matéria prima importante na produção de substratos de boa qualidade para a produção de mudas ou em cultivos sem o uso do solo. Neste

caso, o aproveitamento da casca de coco verde é viável por serem suas fibras quase inertes e terem alta porosidade. A facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade são outras vantagens adicionais apresentadas por este tipo de substrato (CARRIJO *et al.*, 2002).

A fibra de coco apresenta tendência de fixar cálcio e magnésio e liberar potássio no meio, apresentando pH entre 6,3 e 6,5 e a sua salinidade é média a elevada (KRATZ, 2011).

É um substrato de fácil manuseio, com boa capacidade de absorção de água, não exige o reumedecimento diário e proporciona bom desempenho germinativo das sementes.

Segundo Wendling e Gatto (2002) a fibra de coco apresenta ótima aeração aliada a uma boa capacidade de retenção de água, apresentando ainda alta estabilidade física, pois se decompõe muito lentamente e apresenta alta molhabilidade, isto é, não repele a água quando está seco.

O resíduo ou pó da casca de coco tem sido indicado como substrato agrícola, principalmente por apresentar uma estrutura física vantajosa proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e por ser biodegradável. É um meio de cultivo 100% natural e indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças (ROSA *et al.*, 2001).

As boas propriedades físicas da fibra de coco, a não reação com os nutrientes da adubação, sua longa durabilidade sem alteração das características físicas, a abundância da matéria-prima e o baixo custo para o produtor, fazem da fibra de coco verde um substrato de excelente uso para a produção de mudas (DUARTE *et al.*, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização

O experimento foi instalado no Viveiro Florestal do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – DEF/CCA-UFES, no município de Alegre, apresentando coordenadas geográficas de 20°45' S e 41°31' W, com altitude média de 277 m.

O clima enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação anual média de 1104 mm e temperatura média anual de 24,1°C, com máximas diárias de 31°C e mínimas de 20,2°C (MAIA *et al.*, 2007).

3.2 Componentes para a formulação dos substratos

O biossólido foi adquirido na Empresa de Saneamento, Foz do Brasil, produzidos na Estação de Tratamento de Esgoto de Pacotuba, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo.

O composto orgânico (50% esterco bovino e 50% palha de café), e a casca de arroz carbonizada foram procedentes do município de Alegre, Espírito Santo.

A vermiculita, fibra de coco e o substrato comercial utilizados no experimento foram doados pela Fibria S.A. (unidade Aracruz).

As sementes de *Acacia mangium* utilizada no experimento foram provenientes de doação da Embrapa Roraima.

3.3 Delineamentos Experimentais

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado formado por vinte de dois tratamentos, com cinco repetições por tratamento, sendo quatro plantas por repetição, totalizando 20 plantas por tratamento.

Os substratos e os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos com o percentual dos materiais utilizado na formulação dos substratos

	Tratamentos																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
BIO	80	60	40	20	80	60	40	20	80	60	40	20	80	60	40	20	80	60	40	20	100	100
FC	20	40	60	60																		
VER					20	40	60	80														
PC									20	40	60	80										
CO													20	40	60	80						
CAC																	20	40	60	80		
BIO																					100	
SC																						100

BIO- Biossólido; FC- Fibra de Coco; VER-Vermiculita; PC- Palha de Café *in natura*; CO- Composto Orgânico à base de palha de café *in natura* e esterco bovino; CAC- Casca de Arroz *in natura*; SC- Substrato Comercial.

As características morfológicas analisadas foram submetidas a análise estatística de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade, por meio do software SISVAR®.

3.4 Manejo para a produção de mudas

O experimento foi instalado no dia 29 de Junho de 2011. As mudas foram produzidas a partir de sementes doadas pela Embrapa Roraima.

Devido à presença de dormência, foi necessário realizar procedimentos específicos para a superação, que consistiu na imersão das sementes em água fervente por 30 segundos a 1 minuto (Fowler & Bianchetti, 2000), semeando-as em seguida.

Para a formulação dos substratos, foi utilizada uma proveta graduada para proceder às medidas referentes às proporções necessárias dos componentes da mistura. Em seguida, foi realizada uma homogeneização da mistura, e posterior enchimento dos tubetes.

Os tubetes utilizados para a produção das mudas foram de polipropileno com dimensões de 19 cm de comprimento, 5,2 cm de diâmetro de abertura superior, 1,3 cm de diâmetro de abertura inferior, e capacidade volumétrica de 280 cm³, os quais

foram colocados em bandejas com suporte para 56 tubetes sobre canteiros suspensos a 80 cm do solo dentro da casa de vegetação.

Logo após o enchimento dos tubetes, realizou-se a semeadura direta, de forma manual, onde cada tubete recebeu três sementes, as quais foram cobertas com uma fina camada de bio sólido.

Decorridos 20 dias da semeadura, foi realizado o raleio, permanecendo apenas uma muda por tubete, sendo aquela de maior vigor e melhor posicionamento no recipiente.

Durante todo o período de condução do experimento (100 dias), este ficou dentro da casa de vegetação, recebendo três irrigações diárias.

3.5 Avaliações das características morfológicas

As características morfológicas diâmetro do coleto, altura da parte aérea, massa seca do sistema radicular e massa seca da parte aérea, foram avaliadas cem dias após a repicagem, em seguida, o experimento foi desmontado.

O diâmetro do coleto (D), em mm, foi medido na altura do colo da muda com auxílio de um paquímetro digital.

A altura da parte aérea (H), em cm, foi medida na altura do colo até a inserção da última folha, utilizando uma fita graduada, conforme Figura 1.

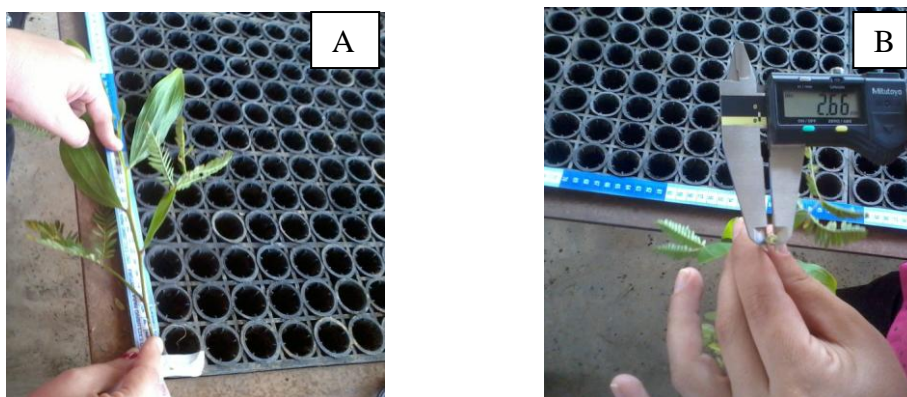


Figura 1- Determinação da altura da parte aérea (A) e diâmetro do coleto (B) das mudas de *Acacia mangium*

Após a obtenção das características morfológicas citadas acima, houve a desmontagem do experimento para que fosse possível obter a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular.

Para a obtenção da massa seca da parte aérea, a muda foi cortada na altura do coleto, e em seguida, a parte aérea de cada muda foi colocada em um saco de papel devidamente identificado, no qual foi acondicionado em uma estufa de circulação forçada a 70° C por 72 horas para atingir peso constante e posteriormente foram pesadas em uma balança digital com precisão de 0,001 gramas, obtendo a massa seca da parte aérea para cada tratamento.

Para a obtenção da massa seca do sistema radicular (MSR), as raízes foram separadas da parte aérea, lavadas e postas para secar e em seguida acondicionadas em saco de papel devidamente identificado e posto na estufa de circulação forçada a 70° por 72 horas até atingir peso constante, posteriormente foram pesadas em uma balança digital de precisão de 0,001 gramas, ao final do processo foi obtida a massa seca do sistema radicular para cada tratamento, conforme Figura 2.

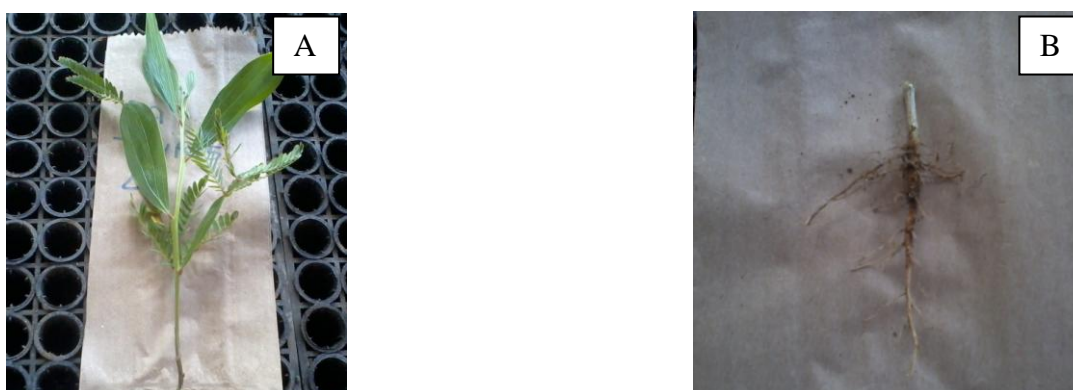


Figura2- Parte aérea (A) e sistema radicular (B) das mudas de *Acacia mangium*

As relações altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC), massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MSPA/MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), foram obtidos por cálculos matemáticos. O índice de qualidade de Dickson foi calculado através da fórmula abaixo.

$$IQD = \frac{MST}{H/D + MSPA/MSR}$$

Onde:

IQD: Índice de qualidade de Dicson;

MST: Massa seca Total;

H/D: Relação entre altura e diâmetro do coleto;

MSPA/MSR: Relação massa seca parte aérea e massa seca raiz.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso de substratos renováveis e não renováveis proporcionou, de acordo com a análise de variância, efeito significativo ($p < 0,05$) para as características altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro, massa seca da parte aérea, massa seca radicular, massa seca total, relação massa seca da parte aérea/massa seca radicular, relação massa seca radicular/massa seca da parte aérea e índice de qualidade de Dickson.

4.1 Médias da altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura da parte da aérea e diâmetro do coleto para as mudas de *Acacia mangium*

Na tabela 3 observa-se que as mudas de *Acacia mangium* apresentaram um maior crescimento em altura no tratamento (T15) constituído por 40% biossólido e 60% composto orgânico.

Tabela 3- Médias da altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (D) e relação altura/diâmetro (H/D) nas mudas de *Acacia mangium* produzidas em diferentes substratos

	Tratamentos	H (cm)	DC (mm)	RHD
T1	(80%BIO+20%FC)	21,35c	2,56c	8,35a
T2	(60%BIO+40%FC)	15,07e	2,08d	7,24b
T3	(40%BIO+60%FC)	8,90f	1,61e	5,53b
T4	(20%BIO+80%FC)	6,13f	1,32f	4,62d
T5	(80%BIO+20%VERM)	20,87c	2,47c	8,41a
T6	(60%BIO+40%VERM)	20,57c	2,50c	8,19a
T7	(40%BIO+60%VERM)	24,90b	2,89b	8,58a
T8	(20%BIO+80%VERM)	13,27e	1,82e	7,28b
T9	(80%BIO+20%PC <i>in natura</i>)	17,20d	2,36c	7,31b
T10	(60%BIO+40%PC <i>in natura</i>)	12,67e	2,02d	6,29c
T11	(40%BIO+60%PC <i>in natura</i>)	14,66e	2,16d	6,81b
T12	(20%BIO+80%PC <i>in natura</i>)	13,90e	1,95d	7,11b
T13	(80%BIO+20%CO)	22,60b	2,46c	9,27a
T14	(60%BIO+40%CO)	24,13b	2,72b	8,89a
T15	(40%BIO+60%CO)	27,93a	3,33a	8,42a
T16	(20%BIO+80%CO)	20,43c	2,60c	7,81b
T17	(80%BIO+20%CAC)	18,00d	2,16d	8,39a
T18	(60%BIO+40%CAC)	10,30e	1,66e	6,20c
T19	(40%BIO+60%CAC)	5,80f	1,35f	4,31d

T20 (20%BIO+80%CAC)	4,23f	0,973g	4,40d
T21 (100% BIO)	16,60d	2,330c	7,10b
T22 (100% SC)	4,07f	1,010g	4,13d
F	**	**	**
CV%	14,39	7,93	12,65

ns = não significativo ($P > 0,05$); **significativo ($P < 0,01$), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($P > 0,05$). BIO (biossólido), FC (fibra de coco), VERM (vermiculita), SC (substrato comercial), CO (composto orgânico formado por 50% esterco bovino + 50% palha de café).

4.1.1 Altura da parte aérea

A maior média ocorreu no tratamento T15 (40%BIO + 60%CO), diferenciando dos demais. Os tratamentos T3 (40%BIO + 60%FC), T4 (20%BIO + 80%FC), T19 (40% BIO + 60 % CAC), T20 (20%BIO + 80%CAC) e T22 (100% SC) apresentaram o menor crescimento médio em altura variando de 4,07 a 8,90 cm planta, respectivamente.

A altura da parte aérea das plantas fornece uma excelente estimativa da previsão do crescimento inicial no campo, sendo tecnicamente aceita como boa medida do potencial de desempenho das mudas. Gomes & Silva (2004) citaram que a altura da parte aérea, quando avaliada isoladamente, é um parâmetro que expressa à qualidade das mudas. Contudo, esses autores recomendam que os valores sejam analisados em combinação com outras variáveis, como: diâmetro do coleto, relação peso das raízes/peso da parte aérea.

Santin *et al.* (2004), testando diferentes componentes para substrato, citam que um dos tratamentos que obteve maior eficiência no crescimento em diâmetro e altura das mudas de erva-mate produzidas em tubetes de 120cm³, foi aquele que continha 90% de terra de subsolo e 10% de esterco bovino.

Em estudo com mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*), Sobrinho *et al.* (2010) observaram que as menores alturas foram obtidas com os substratos que continham esterco bovino. Esse resultado é contrário ao obtido por Artur *et al.* (2007), no qual o uso de esterco bovino proporcionou bons resultados na produção de mudas de espécies florestais, contrariando também os resultados obtidos pelo presente trabalho.

Junior (2010), trabalhando com *Eucalyptus urophylla* verificou que o esterco bovino constituiu-se no mais influente componente entre os substratos avaliados, sendo que, os maiores valores para altura da planta foram obtidos com a presença

desse material na composição dos substratos. Nos tratamentos sem esterco bovino, verificou-se uma tendência de obtenção de mudas com menor porte. Esse efeito do esterco bovino já havia sido observado, anteriormente, por Lima *et al.* (2006), os quais verificaram maior crescimento de mudas de mamoneira (*Ricinus communis*) com a utilização desse substrato.

4.1.2 Diâmetro do coleto

O crescimento em diâmetro do coleto das mudas variou de 0,97 a 3,34 mm planta. A maior média foi obtida no tratamento T15 (40%BIO +60%CO), diferenciando-se estatisticamente entre as demais médias.

De acordo com Daniel *et al.* (1997), o diâmetro do coleto é avaliado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo e segundo autores, mudas de *Acacia mangium* de boa qualidade devem apresentar diâmetro do coleto maior que 2 mm. Por sua vez, Gonçalves *et al.* (2000) consideram que o diâmetro do coleto adequado a mudas de espécies florestais de qualidade está entre 5 e 10 mm.

No presente trabalho, as mudas apresentaram diâmetro do coleto superior e inferior ao recomendado por Daniel *et al.* (1997) para *A. mangium*, porém ficando abaixo do limite proposto por Gonçalves *et al.* (2000).

Levando-se em consideração os valores considerados ideais pelos autores supracitados, é possível verificar que os resultados obtidos pelo trabalho não se assemelha com os mencionados pelos autores. De acordo com Carneiro (1995), isso se deve ao fato de que o diâmetro do coleto é facilmente modificado em função do manejo adotado no viveiro, sendo assim, estes valores podem variar em função de adubações de cobertura aplicadas no decorrer da produção de mudas.

Coelho *et al.* (2008) trabalhando com mudas de nó-de-cachorro (*Heteropteris aphrodisiaca* O. Mach.) em diferentes substratos, observaram que estas obtiveram melhor crescimento em diâmetro do coleto para as mudas do substrato que continha esterco bovino na sua composição.

Em estudos realizados com espécies arbóreas do cerrado Sobrinho *et al.* (2010) verificaram que o melhor desempenho foi obtido com o uso de substrato que não receberam esterco bovino e/ou casca de arroz carbonizada em sua composição. Contudo, esse resultado é contraditório aos obtidos por Souza *et al.* (2006), que obtiveram melhores resultados para diâmetro do coleto nas mudas de espécies

florestais submetidas aos substratos contendo esterco bovino. Os autores, ainda concluíram que a adição de esterco bovino ou casca de arroz carbonizada interfere negativamente no crescimento das mudas.

O crescimento superior das mudas de jenipapo (*Genipa americana L*) para todas as características (H, DC, H/D) nos substratos com esterco bovino, indica a necessidade desse componente no substrato, para a produção de mudas de melhor qualidade. A presença do esterco bovino, possivelmente, melhorou as características de aeração, estrutura e retenção de água, permitindo melhor crescimento das mudas (COSTA *et al.*, 2005).

Vários autores ressaltam que o esterco bovino serve como reservatório de nutrientes e de umidade, além de garantir o bom arejamento do solo, fornecer micronutrientes e aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas, podendo ser essa uma das causas da eficiência desse substrato quando associado ao biossólido na produção de mudas de *Acacia mangium*.

A influência do esterco bovino pode ser decorrente da sua associação com o biossólido proporcionando uma maior quantidade de nutrientes na composição do substrato, que provavelmente favoreceu um maior crescimento das características analisadas.

A principal vantagem dos tratamentos formados com os resíduos orgânicos está na sua quantidade de matéria orgânica, que segundo Malavolta *et al.* (2002), alguns adubos orgânicos são empregados em doses elevadas pois, ajudam especialmente a matéria orgânica que, incorporada ao substrato, se decompõe e forma húmus.

A matéria orgânica, além de se constituir em um dos principais componente da CTC, durante o processo de mineralização, libera nutrientes para a nutrição das plantas (MELO 2000).

Segundo Trazzi (2011), os valores observados de matéria orgânica, associados aos valores de nutrientes encontradas no esterco bovino e no biossólidos, podem ser uma provável explicação para os resultados encontrados nesse trabalho, conforme tabela abaixo.

Tabela 4- Teores de macronutrientes e MO nos substratos contendo esterco bovino, biossólido, casca de arroz e fibra de coco.

Substrato	N	P	K	MO
	g/Kg			g/Kg
Esterco Bovino	4,6	1,6	4,5	84,0
Biossólido	10,5	2,7	3,1	153,8
Casca de Arroz Carbonizada	4,6	1,1	6,5	320,5
Fibra de Coco	5,3	1,3	12,2	213,3

Fonte: Trazzi (2011)

No presente trabalho, o menor crescimento em diâmetro do coleto de 0, 973 mm.planta foi obtido pelo tratamento T20 (20%BIO + 80%CAC), seguido pelo T22 (100% SC) que apresentaram crescimento médio de 0,973 a 1,01 mm plantas.

Saidelles *et al.* (2009), ao trabalharem com duas espécies florestais, utilizando casca de arroz carbonizada para a produção de mudas, verificaram que adição de 50% CAC proporcionou perda no crescimento em diâmetro do coleto para tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e Garapa (*Apuleia leiocarpa*).

Os substratos formados com a casca de arroz carbonizada não obtiveram crescimento expressivo no diâmetro do coleto e altura possivelmente pelo fato deste material apresentar baixa capacidade de retenção de água, devido a uma sua baixa porosidade, afetando não só na disponibilidade, mas também na eficiência do fornecimento de água e nutrientes, mesmo apresentando bons índices de nutrientes e matéria orgânica, de acordo com a tabela 4 supracitada. (TRAZZI, 2011).

4.1.3 Relação altura parte aérea e diâmetro do coleto

A relação H/D, apresentou uma variação entre 4,13 e 9,27. Os maiores valores da relação foram obtidos pelos tratamentos T1 (80%BIO + 20%FC), T5 (80%BIO + 20%VERM), T6 (60%BIO + 40%VERM), T7 (40%BIO + 60%VERM), T13 (80%BIO + 20%CO), T14 (60%BIO + 40%CO), T15 (40%BIO + 60%CO), T17 (80%BIO + 20%CAC), não havendo diferença estatística entre os referidos tratamentos.

Os menores valores para este parâmetro foram obtidos nos tratamentos T4 (20%BIO + 80%FC), T19 (40%BIO + 60%CAC), T20 (20%BIO + 80 CAC) e T22 (100%SC), não houve diferença estatística entre esses tratamentos, diferenciando dos demais, sendo o T22 o que apresentou a menor média entre esses tratamentos.

De acordo com Arthur *et al.* (2007), a relação altura/diâmetro do coleto é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Mudanças com diâmetro do coleto menor apresentam dificuldades para se manter eretas após o plantio e o tombamento pode resultar em morte ou deformações, que comprometem o valor silvicultural da planta. Mudanças com diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior em relação às menores em altura e com maior diâmetro do coleto. Essa relação é reconhecida como um dos melhores, se não o melhor, indicadores do padrão de qualidade de mudas sendo, em geral, o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência no campo (MOREIRA & MOREIRA, 1996)

Carneiro (1995) menciona que os valores ideais para essa relação devem estar entre 5,4 e 8,1 exprimindo o equilíbrio de crescimento das mudas no viveiro. Os valores encontrados no presente trabalho com relação a esse parâmetro são inferiores e superiores ao limite considerado ideal.

4.2 Médias da massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total para as mudas de *Acacia mangium*

Na tabela abaixo estão descritos os valores referentes a massa seca da parte aérea, da raiz e massa seca total para as mudas de *Acacia mangium*

Tabela 5- Médias da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), para mudas de *Acacia mangium*, produzidas em diferentes substratos.

Tratamentos	MSPA (g)	MSR(g)	MST(g)
T1 (80%BIO+20%FC)	1,2070b	0,877c	2,080c
T2 (60%BIO+40%FC)	0,937c	0,667d	1,603d
T3 (40%BIO+60%FC)	0,577d	0,630d	1,203e
T4 (20%BIO+80%FC)	0,450d	0,560d	1,013e
T5 (80%BIO+20%VERM)	1,133b	1,220a	2,353b
T6 (60%BIO+40%VERM)	1,253b	1,163a	2,413b
T7 (40%BIO+60%VERM)	1,430b	1,237a	2,667b
T8 (20%BIO+80%VERM)	0,703c	0,873c	1,576d
T9 (80%BIO+20%PC <i>in natura</i>)	0,997c	0,883c	1,880d
T10 (60%BIO+40%PC <i>in natura</i>)	0,696c	0,800c	1,490d
T11 (40%BIO+60%PC <i>in natura</i>)	0,903c	1,280a	2,173c

T12	(20%BIO+80%PC <i>in natura</i>)	0,757c	1,043b	1,796d
T13	(80%BIO+20%CO)	0,870c	0,850c	1,720d
T14	(60%BIO+40%CO)	1,223b	1,027c	2,250c
T15	(40%BIO+60%CO)	2,263a	1,230a	3,493 ^a
T16	(20%BIO+80%CO)	1,423b	1,060b	2,483b
T17	(80%BIO+20%CAC)	0,916c	0,770c	1,686d
T18	(60%BIO+40%CAC)	0,533d	1,017b	1,547d
T19	(40%BIO+60%CAC)	0,437d	0,646d	1,080e
T20	(20%BIO+80%CAC)	0,350d	0,470d	0,813f
T21	(100% BIO)	1,190b	0,773d	1,967c
T22	(100% SC)	0,240d	0,546d	0,783f
F		**	**	**
CV%		17,3	13,52	10,31

ns = não significativo ($P > 0,05$); **significativo ($P < 0,01$), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($P > 0,05$). BIO (biossólido), FC (fibra de coco), VERM (vermiculita), CO (composto orgânico formado por 50% esterco bovino + 50% palha de café), CAC (casaca de arroz carbonizada) e SC (substrato comercial).

4.2.1 Massa seca parte área

Assim como para as características altura da parte aérea e diâmetro do coleto, as mudas de *Acacia mangium* produzidas em substrato composto por biossólido e composto orgânico (associado à palha de café e esterco bovino) apresentaram maiores médias em relação à massa seca da parte aérea variando entre 0, 250 a 2, 263 g planta.

A massa seca da parte aérea, segundo Gomes e Paiva (2004) deve sempre ser considerada visto que indica a rusticidade de uma muda, quanto maior, mais rustificada será. Tomando como base essa afirmação, é possível predizer que as mudas que foram produzidas no T15 (40%BIO + 60% CO) são mais rústicas dentre as mudas produzidas.

Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram que produção de massa seca da parte aérea em mudas de *Eucalyptus grandis* foi superior com o substrato comercial, apresentando 1,23 g/planta aos 120 dias, resultado diferente ao encontrado no presente trabalho, uma vez que as mudas produzidas utilizando substrato comercial apresentaram a menor média de massa seca da parte aérea. Nesse mesmo trabalho, os tratamentos contendo biossólido/casca de arroz carbonizada nas proporções de 80/20, 70/30 e 40/60 apresentaram massa seca da parte aérea de 0,86g; 0,93g e 0,94g; respectivamente, valores muito acima dos encontrados nesse

estudo que apresentaram as menores médias de massa seca da parte aérea associadas às mudas produzidas quando se utilizaram esses componentes.

Salles *et al.* (2006) observaram que para mudas de *Acacia mearnsii*, a utilização de mais de 50%CAC, juntamente com solo (Argissolo Vermelho Distrófico, arênico), na constituição do substrato, influenciou negativamente a qualidade das mudas produzidas. Comportamento este semelhante ao da *Acacia mangium* encontrados nesse trabalho, uma vez que os tratamentos que apresentaram casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato comercial na sua composição apresentaram as menores médias de massa seca da parte aérea. Esse fato é devido aos menores valores de retenção de água e de nutrientes na sua composição em comparação aos demais substratos (SALLES *et al.*, 2006).

4.2.2 Massa seca da raiz

A massa seca das raízes tem sido reconhecida por diferentes autores como um dos mais importantes e melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001).

Para a massa seca radicular, os valores encontrados ficaram entre 0, 470 a 1, 280 g plantas. Os maiores valores de massa seca da raiz foram obtidos com os tratamentos T5 (80%BIO + 20%VERM), T6 (60%BIO + 40%VERM), T7 (40%BIO + 60%VERM), T11 (40%BIO + 60%PC *in natura*), T15 (40%BIO + 60%CO), onde quanto maior o seu valor, maior probabilidade de sobrevivência no campo.

Os tratamentos T2 (60%BIO + 40%FC), T3 (40%BIO + 60%FC) T4 (20%BIO + 80%FC), T19 (40%BIO + 60%CAC), T20 (20%BIO + 80%CAC), T21 (100%BIO), T22 (100%SC) apresentaram as menores medias de MSR, sendo estatisticamente inferiores aos demais.

Segundo Junior (2009), as mudas produzidas a partir do substrato à base de casca de arroz carbonizada foram as que apresentaram as menores médias de massa seca da raiz. O substrato comercial, também produziu baixos valores de MSR. A utilização desses compostos pode ter promovido uma má agregação, acarretando restrição ao desenvolvimento das raízes. Sendo os resultados em partes semelhantes aos encontrados nesse trabalho, uma vez que os compostos com fibra de coco e 100% biossólido também apresentaram medias de MSR menores que as demais.

Oliveira *et al.* (2004), ao avaliarem o crescimento de quatro espécies florestais, produzidas em diferentes substratos, constataram que não houve diferenças significativas no crescimento radicular das mudas produzidas nos substratos com esterco bovino e esterco de galinha, para aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), acácia (*Acacia holocericaceae*), eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e cedro australiano (*Toona ciliata*).

Trabalhando com esterco bovino, Prestes (2007) constatou que proporções crescentes até 50% de esterco bovino promoveram crescimento radicular, e a partir dessa proporção, há um decréscimo na produção em massa radicular para as mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*).

Kratz (2011) em estudos com *Mimosa scabrella* observou que os componentes renováveis casca de arroz carbonizada, suas diferentes granulometrias e fibra de coco apresentaram-se adequados para produção de mudas de *Mimosa scabrella*, não se diferenciando do substrato comercial e do substrato não renovável vermiculita/casca de arroz carbonizada, resultados diferentes aos encontrados nesse trabalho, onde a utilização desses componentes apresentou as menores médias de MSPA e MSR para a produção de mudas de *Acacia mangium*.

Com relação à massa seca da raiz, a combinação entre esterco bovino e palha de café, formando um composto orgânico, promoveu a formação de mudas com médias superiores às demais. Segundo Carneiro (1995), maiores valores para a massa seca da raiz são indicadores de maior porcentagem de sobrevivência no campo, uma vez que a presença de raízes fibrosas permite maior capacidade de as mesmas manterem-se em crescimento e de formação de raízes novas, mais ativas, possibilitando maior resistência em condições extremas. Com base nessa afirmação, pode prever que as mudas que apresentaram as maiores médias de MSR, estão mais propícias a sobreviver quando levadas para o campo.

4.2.3 Massa seca total

Para a massa seca total, os resultados não foram diferentes da massa seca da parte aérea e radicular. As mudas alcançaram valores entre 0, 783 a 3, 493 g.plantas, sendo a maior média encontrada no tratamento T15 (40%BIO + 60%CO).

Já os tratamentos T20 (20%BIO + 80%CAC) e T22 (100% SC), promoveram as menores médias em biomassa total nas mudas de *Acacia mangium*.

Cunha *et al.* (2006), verificaram a presença do esterco bovino na combinação de substratos, promoveu o melhor desempenho de MST das mudas de *Acacia* sp, resultados semelhantes aos observados nesse trabalho.

4.3 Médias das relações massa seca parte área e da raiz, relação massa seca da raiz e parte aérea, relação altura da parte aérea e massa seca da parte aérea e índice de qualidade de Dickson para as mudas de *Acacia mangium*

Na tabela abaixo estão descritos os valores referentes às médias das relações citadas acima para as mudas de *Acacia mangium*

Tabela 6– Médias das relação massa seca parte área e sistema radicular, relação massa seca sistema radicular e parte aérea, relação altura da parte aérea e massa seca da parte aérea e índice de qualidade de Dickson

Tratamentos	RMSPAR	RMSRPA	H/MSPA	IQD
T1 (80%BIO+20%FC)	1,407b	0,773c	17,800b	0,21c
T2 (60%BIO+40%FC)	1,410b	0,713c	16,140c	0,19c
T3 (40%BIO+60%FC)	0,916c	1,100c	15,667c	0,18c
T4 (20%BIO+80%FC)	0,796c	1,293b	13,945c	0,18c
T5 (80%BIO+20%VERM)	0,946c	1,113c	18,753b	0,25b
T6 (60%BIO+40%VERM)	1,076b	0,940c	16,543c	0,26b
T7 (40%BIO+60%VERM)	1,207b	0,880c	17,582b	0,27b
T8 (20%BIO+80%VERM)	0,806c	0,887c	19,092b	0,19c
T9 (80%BIO+20%PC <i>in natura</i>)	1,133b	1,253b	17,233b	0,22c
T10 (60%BIO+40%PC <i>in natura</i>)	0,870c	1,163c	18,324b	0,21c
T11 (40%BIO+60%PC <i>in natura</i>)	0,710c	1,423b	16,253c	0,29b
T12 (20%BIO+80%PC <i>in natura</i>)	0,740c	1,390b	18,371b	0,23c
T13 (80%BIO+20%CO)	1,013c	1,026c	27,051a	0,17c
T14 (60%BIO+40%CO)	1,200b	0,903c	21,092b	0,22c
T15 (40%BIO+60%CO)	1,873a	0,556c	12,624c	0,35a
T16 (20%BIO+80%CO)	1,360b	0,773c	14,300c	0,28b
T17 (80%BIO+20%CAC)	1,183b	0,850c	19,763b	0,17c
T18 (60%BIO+40%CAC)	0,533c	1,927a	19,372b	0,23c
T19 (40%BIO+60%CAC)	0,680c	1,477b	13,230c	0,22c
T20 (20%BIO+80%CAC)	0,850c	1,403b	12,430c	0,16c
T21 (100% BIO)	1,543a	0,650c	14,071c	0,23c
T22 (100% SC)	0,443c	2,286a	17,665b	0,18c
F	**	**	**	**
CV%	22,42	22,25	17,03	15,8

ns = não significativo ($P > 0,05$); **significativo ($P < 0,01$), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($P > 0,05$). BIO (biossólido), FC (fibra de

coco), VERM (vermiculita), CO (composto orgânico formado por 50% esterco bovino + 50% palha de café), CAC (casaca de arroz carbonizada) e SC (substrato comercial).

4.3.1 Relação massa seca parte aérea e massa seca de raiz

A relação RMSPAR as mudas alcançaram valores entre 0, 443 a 1, 873 sendo a maior média encontrada no tratamento T15 (40%BIO + 60%CO).

Considerando que a relação massa seca da parte aérea/massa seca raiz depende de dois parâmetros destrutivos para sua determinação, que os dados não permitem maiores conclusões e que é uma relação contraditória para o crescimento de mudas no campo, não deverá ser indicada como índice para determinação do padrão de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* e provavelmente para outras espécies também (GOMES *et al.*, 2002).

Contrariando a afirmativa do autor supracitado, Parviainen (1981), propõe que a relação da massa seca da parte aérea/massa seca das raízes pode ser considerada um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas, indicando que 2,0 seria a melhor relação entre estes atributos, sem, no entanto, definir a espécie. Considerando que esse seja um índice que realmente irá expressar a capacidade de sobrevivências das mudas, podemos afirmar que em nenhum dos tratamentos utilizados nesse trabalho foi possível alcançar esse valor.

4.3.2 Relação massa seca raiz e massa seca parte aérea

Na relação RMSRPA as mudas alcançaram valores entre 0, 6650 a 2, 286 sendo as maiores médias encontradas nos tratamentos T18 (60%BIO + 40%CAC) e T22 (100%SC), diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos.

As menores médias foram encontradas nos tratamentos T1 (80%BIO + 20%FC), T2 (60%BIO + 40%FC), T5 (80%BIO + 20%VERM), T6(60%BIO + 40%VERM), T7 (40%BIO + 60%VERM), T8 (20%BIO + 80%VERM), T10 (60%BIO + 40%PC *in natura*), T13 (80%BIO + 20%CO), T14 (60%BIO + 40%CO), T15 (40%BIO + 60%CO), T16 (20%BIO + 80%CO), T17 (80%BIO + 20%CAC), e o T21 (100% BIO) onde apresentou a menor médias entre esses tratamentos.

Os valores relativamente baixos da relação MSR/MSPA são indicativos de proporção adequada entre o desenvolvimento da raiz e o da parte aérea da planta, sendo esta uma característica para a escolha de mudas de boa qualidade (Barbosa *et al.*,1997). Portanto, pode-se afirmar que as mudas produzidas nos tratamentos

que apresentaram as menores médias são aquelas que podem ser consideradas de melhor qualidade, diferentemente das mudas que apresentaram as maiores médias, que podem ser consideradas de qualidade inferior. Essa afirmação só é válida tomando como base a afirmação do autor supracitado.

Daniel *et al.* (1997) mencionam que a relação MSR/MSPA deva ser de 0,50, portanto pode afirmar que todas as mudas produzidas nesse trabalho apresentaram valores acima do proposto pelo autor.

A relação RMSRPA é comumente maior em ambiente de baixa fertilidade, podendo ser considerada uma estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes naquela condição (TEDESCO *et al.*, 1999). De acordo com os autores, é possível prever que os tratamentos T22 (100%SC) e o T18 (60%BIO + 40%CAC), que apresentaram as maiores médias da relação RMSRPA, apresentam uma baixa fertilidade, não sendo recomendável para a produção de mudas de *Acacia mangium*.

De acordo com Lopes *et al.* (1996), o substrato comercial possui boas características físicas principalmente relações entre volume de água e ar presentes no substrato, influenciando na morfologia das raízes, porém deve ser complementado com nutrientes, devido a sua baixa disponibilidade. Diante desses aspectos, a propriedade física do substrato comercial sem a complementação com nutrientes, podem ser as possíveis causas do desenvolvimento ruim das características avaliadas nesse trabalho, como, MSPA, MSR, MSPA/MSR e RMSRPA dentre outras.

4.3.3 Relação altura da parte aérea e massa seca parte aérea

Para a relação H/MSPA, as mudas alcançaram valores entre 12,430 a 27,051. A maior média foi obtida pelo tratamento T13 (80%BIO + 20% CO), cujo valor foi de 27,051.

O índice obtido pela divisão da altura da parte aérea com a massa seca da parte aérea (H/MSPA) pode ser de grande valia se utilizado para prever o potencial de sobrevivência das mudas no campo, apesar de não ser comumente usado como um índice para avaliar o padrão de qualidade de mudas. Quanto menor for este índice, mais lignificada será a muda e maior deverá ser a capacidade de sobrevivência da muda no campo (GOMES, 2001). Assim como as mudas que

apresentaram as maiores medias dessa relação podem ser caracterizadas como menos lignificadas e com uma menor capacidade de sobrevivência em campo.

Considerando as características avaliadas como um todo, os melhores resultados foram obtidos utilizando-se as composições de substratos contendo biossólido e composto orgânico. Isso, provavelmente, deve-se não apenas ao suprimento de nutrientes, mas também à melhoria de outros constituintes da fertilidade do solo e aeração, no fornecimento de água, entre outros. Segundo Gonçalves et al. (2000), a formação do sistema radicular e parte aérea estão associadas à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada nos substratos.

4.3.4 Índice de qualidade de Dickson

Dentre os diversos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade de mudas como os citados acima, o índice de qualidade Dickson (IQD) também é um bom indicador, pois na sua interpretação é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, empregados na avaliação da qualidade das mudas (FONSECA, 2002).

De acordo com os dados expressos na Tabela 3, é possível verificar que os valores do IQD estão entre 0,16 a 0,35.

O maior valor do IQD foi encontrado no T15 (40%BIO+60%CO), que apresentou o valor de 0,35, diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. O menor valor foi encontrado no T20 (20%BIO + 80%CAC).

Estabelecendo como valor mínimo de 0,20 recomendados por HUNT (1990), observa-se que as mudas de *Acacia mangium*, produzidas nos tratamentos T2 (60%BIO + 40%FC), T3 (40%BIO + 60%FC), T4 (20%BIO + 80%FC), T8, T13 (80%BIO + 20%CO), T17 (80%BIO + 20%CAC), T20 (20%BIO + 80%CAC) e T22 (100% SC), apresentaram valores inferiores aos mencionados pelo autor, indicando que as mudas não apresentam qualidade para serem plantadas no campo.

Junior (2009), trabalhando com *Eucalyptus urophylla* registrou os maiores valores na mistura de esterco bovino, pó de casca de coco e vermiculita, nos seus tratamentos, o que permite classificar essas combinações de substratos como as que produziram mudas de melhor qualidade, resultado semelhante aos observados

no presente trabalho, porém neste foram utilizado mistura de esterco bovino e palha de café (composto orgânico).

Segundo Gomes (2001), quanto maior o valor do IQD, melhor será o padrão de qualidade das mudas. Tomando como base essa afirmação, pode-se considerar que as mudas produzidas no tratamento T15 (40%BIO e 60% CO), são as de melhor qualidade e que possivelmente melhor se adaptarão ao plantio no campo.

Os menores valores de IQD foram observados nos tratamentos que apresentavam casca de arroz, vermiculita e substrato comercial na sua composição.

Segundo Weber (2003), os menores valores de IQD associados aos tratamentos que continham casca de arroz, vermiculita e substrato comercial, decorrem devido à má agregação física e uma possível limitação de nutrientes e pouca retenção de água, na mistura desses compostos, podendo ser um dos fatores para um desempenho menos destacado das mudas que continham estes materiais em sua composição.

Vários estudos na literatura mostram que o índice de qualidade de Dickson é um parâmetro variável. É possível observar que este índice pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com a idade em que muda foi avaliada (CALDEIRA *et al.*, 2000a; 2000b; 2005; 2007; TRAZZI, 2011).

Ainda são muito escassas as informações sobre esse índice, principalmente no que diz respeito a valores específicos de IQD que as mudas de determinada espécie devem atingir para estarem aptas a serem expedidas do viveiro para o campo (THOMAZ, 2007; CALDEIRA *et al.*, 2008a; 2008b).

Portanto não é possível afirmar que os valores encontrados nesse trabalho apresentam um bom índice para o crescimento das mudas após o seu plantio em campo.

5 CONCLUSÕES

Com base nos objetivos propostos e nas condições em que foi realizado o presente estudo, foi possível concluir que:

- O substrato formulado por 40% biossólido e 60% composto orgânico promoveu maior crescimento para todas as características analisadas e mostrou-se mais eficiente, sendo, portanto, o mais recomendado para o crescimento inicial de *Acacia mangium*.
- A presença do esterco bovino nas combinações de substratos resulta em benefícios como o maior fornecimento de nutrientes e uma possível diminuição de custos na produção de mudas.
- O substrato comercial puro mostrou-se pouco viável para a produção de mudas de *Acacia mangium*.
- As mudas produzidas nos tratamentos que continham casca de arroz carbonizada e palha de café apresentaram as menores médias para a maioria das características avaliadas.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos.** 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.
- ANDRADE, A. B., COSTA, G. S., FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.24, p.777-785, 2000.
- ANDRADE, C; PEITZ, C; SILVA, C da; MIGUEL, M D; MIGUEL, O.G; KEBER, V.A; Revisão do gênero *acacia* – atividades biológicas e presença de fenóis derivados do núcleo flavânico. **Visão Acadêmica**, Curitiba, PR, v. 4, n. 1, p. 47 - 56, 2003
- ARTHUR, G.A;CRUZ, P.C.M.da;FERREIRA, E.M;BARRETTO,M.C.V.de;YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, 2007
- ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência**, Guarapuava, PR, v.5, n. 2, p.321-330, 2009.
- BARBOSA, R.I. Florestamento dos sistemas de vegetação aberta (savanas/cerrados) de Roraima por espécies exóticas, p.9, 2002.
- BARBOSA, Z; CARVALHO. J. G; MORAIS A. R. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) I. Características de crescimento das plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v 21, n 2, pag 196-204,1997
- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 105-133.
- BOCAGE, L.A. MIOTTO, S.T. S. Acácia Globosa e Acacia Limae, duas novas espécies de Leguminosae-Mimosoideae para o Brasil. **Revista Rodriguesia**, Rio de Janeiro, RJ, v 57, n1, pag. 131-136, 2006.
- BOCAGE, L.A; SOUZA, M.A.de; MIOTTO, S.T.S; ESTEVES,G.V, Palinotaxonomia de espécies de *acacia* (leguminosae-mimosoideae) no semi-árido brasileiro. **Revista Rodriguesia**, Rio de Janeiro, RJ, v 59 n 3, pag. 587-596. 2008
- BRASIL. Decreto n.4954 de janeiro de 2004. Dispõe sobre a inserção e fiscalização da produção e do crescimento de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p.2, 14 de janeiro de 2004.

- CALDEIRA, M. V. W., BLUM, H., BALBINOT, R. , LOMBARDI, K. C. Uso do resíduo do algodão no substrato para produção de mudas florestais. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, PR, v. 6, p. 191-202. 2008a.
- CALDEIRA, M. V. W., ROSA, G. N., FENILLI, T. A. B., HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 27-33. 2008b.
- CALDEIRA, M. V. W., SPATHELF, P., BARICHELLO, L. R., VOGEL, H. L. M., SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, PR, v. 3, p. 11-17, 2005.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGET, H. L. M. & OLIVEIRA, L. S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 28, p.19-30, 2000.
- CALDEIRA, M.V.W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S.S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v.3, p.1-8, 2007.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; VOGET, H.L.M.; OLIVEIRA, L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba, v.28, n.1/2, p.19-30, 2000a.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.57, p.161-170, 2000b.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- CARVALHO, S. R. de; ALMEIDA, D. L. de; ARONOVICH, S.; CAMARGO FILHO, S. T.; DIAS, P. F.;FRANCO A. A. **Recuperação de áreas degradadas do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 1998. 12 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 76).
- CASSINI, S. T.; VAZOLLER, R. F.; PINTO, M.T. Introdução. In: Cassini S. T. (Coord). **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Prosab, RIMA ABES, p.1-9, 2003.
- CASTRO, E. M., A. A. ALVARENGA, M. B. GOMIDE & L. GEISENHOFF. Efeito de substratos na produção de mudas de *Calabura* (*Muntingia calabura* L.). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v 20, n 3, pag 366-370. 1996.

CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, 2004.

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

COUTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29c (*Prunus cerasifera* Ehrh.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 125-128, 2003.

CUNHA, A. M. *et al.* Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa: MG, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DANIEL, O., A. C. T. VITORINO, A. A. ALOVISI, L. MAZZOCHIN, A. M. TOKURA, E. R. PINHEIRO & E. F. SOUZA. Aplicação de fósforo em mudas de *Acácia mangium* Willd. **Revista Árvore**, v 21 n 2 pag. 163-168. 1997.

DIAS, L. E; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Dinâmica de matéria orgânica e de nutrientes em solo degradado pela extração de bauxita e cultivado com *Acácia mangium* e *Eucaliptus pellita*. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO e SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 1994. p.145-153.

DUARTE, R.F; SAMPAIO,R. A; JÚNIOR,D.S. B. da, FERNANDES, L. A; SILVA, H. P. Crescimento inicial de *Acácia* em condicionador formado de fibra de coco e resíduo agregante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Capina Grande, PB, v.14, n.11, p.1176–1185, 2010.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, v.1, p. 228, 1996.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M .C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R., QUAGGIO, J. A. & MINAMI, K. (Coords.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, p.29-37, 2002.

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

FERRARI, M P. **Cultivo do Eucalipto: Produção de Mud. Sistemas de Produção** Versão Eletrônica. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/03_producao_de_mudas.htm>. Acesso em: 16 jun 2011.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell e *Aspidosperma polyneuron* Muil Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** Jaboticabal, 2000. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 515-523, 2002.

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

FORTES, J. L. O. **Reabilitação de depósito de rejeito do refino de bauxita com o uso de resíduos industriais e leguminosas arbóreas.** 185p. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica –RJ, 2000.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada).** Viçosa: Editora UFV, 2006.

GOMES, J.M. *et al.*, Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-PK.** 126p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2001.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-PK.** 126p Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2001.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTERELLI, E.G.; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: ESALQ/USP, p.309-350, 2000.

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

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. **Proceedings...**

p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990.

IOSSI, E; PIVETTA, K. F. L; SADER, R; BARBOSA, J. C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* o'brien) **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, vol. 25, n. 2, p.63-69, 2003.

JANICK, J. A. 1968. Ciência da horticultura. Freitas Bastos S. A., Rio de Janeiro. 585p.

JÚNIOR, O, A, O de **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos.**Dissertação mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA,2009.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Genesis, 2000. 312p.

KNAPIK, J. G. *et al.* Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51. 2005.

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage e *Mimosa scabrella* benth.**118 f.Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná, PR, 2011.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras: MG, v.30, n.3, p.480-486, maio/jun. 2006.

LOPES, P.S.N; RAMOS, J.D; CARVALHO, J.G. de; MORAIS. A.R de. Efeito da adubação nitrogenada e substratos no crescimento de mudas de maracujazeiro azedo em tubetes. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Curitiba-PR. **Anais**, SBF. p.342., 2006.

LORENZI, H; SOUZA, H. M. de TORRE, M. A.V; BACHER,L. B. **Árvores exóticas do Brasil.**Instituto Plantarum, São Paulo, 2003.

LUDWIG, F. **Características dos substratos no desenvolvimento, nutrição e produção de *Gérbera (gerbera jamesonii)* em vaso** 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Estadual de São Paulo- Botucatu, 2010.

MAIA, A.R.; LOPES, J.C.; TEIXEIRA, C.O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.

MALAVOLTA, E; GOMES, P.F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 308p, 1997.

MARINHO, N. F; AVILIO, A. L. C; FRANCO, A; BERBARA, R. L. L. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasileira**, vol.18, n.1, São Paulo, 2004.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas. 2002. p.53-76.

MARTINS FILHO, S. *et al.* Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de mudas de palmeiras. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 54, n. 311, p. 80-86. 2007.

MARTO, G B. T. **Acacia mangium** (Acácia). Disponível em” <<http://www.ipef.br>> Acesso em: 02 Junho de 2011.

MASS, K. D. B. **Biossólido como substrato na produção de mudas de timburi**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso Cuiabá, 2010.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W & CAMARGO, O.A. (Ed.). **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. P.45-67, 2000.

MILARÊ, G. **Avaliação da adaptabilidade e produtividade de plantios de Acacia mangium, A. auriculiformis e Bertholletia excelsa na região de Manaus, Amazonas**, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais, Piracicaba, 2007.

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

MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A. ; LELES, P. S. S.; BARROSO, D. G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.27-35, 2000.

O, G; KEBER, V, A, Revisão do gênero *Acacia* – atividades biológicas e presença de fenóis derivados do núcleo flavânico, **Visão Acadêmica**, Curitiba, PR, v. 4, n. 1, p. 47 - 56, 2003

OLIVEIRA, R. B.; SOUZA, C. A. M.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Desenvolvimento de essências florestais em diferentes substratos. In: VII INIC-

Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2004, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento, 2004.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1981.

PÉREZ, P. V. **Efeitos da adição de biossólido no crescimento inicial de *eucalyptus citriodora hook.*** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR, 2008.

PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço Nutricional de mudas do angico (*anadenanthera macrocarpa*).** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Brasília, DF, 2007.

ROSA, M.F.; SANTOS, F.J.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; ABREU, F.A.P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S.; NORÕES. E. R. V.; **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6p. (Comunicado Técnico, 54).

SABONARO, D. Z. **Utilização de composto de lixo urbano na Produção de mudas de espécies arbóreas Nativas com dois níveis de irrigação.** Dissertação (Mestrado em agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária: Unesp, SP, 2006.

SAIDELLES, F. L. F; CALDEIRA, M. V.W; SCHIRMER, W.N; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamborildamata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 30, n.1, p. 1173-1186, 2009.

SAIDELLES, F.L. F, **Determinação da biomassa e altura de amostragem para a quantificação de nutrientes em acacia mearnsii de wild.** 97 f. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura). Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2005.

SALLES, A. S.; SILVA, R. F.; MÜHLEN, F. G. V.; SAIDELLES, F. L. F. Uso da casca de arroz carbonizada na composição do substrato para produção de mudas de *Acacia mearnsii* de willd. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2006, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2006. p. 293.

SANTIN, D., HOPPE, J. M., CECONI, D. E., SCHUMACHER, M. V. Uso de substratos alternativos com solo no desenvolvimento inicial de mudas de ervamate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais.** Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p. 200-205.

SCHORN,L.A; FORMENTO, S. **Silvicultura II: Produção de mudas florestais.** FURB: Blumenau, SC. 55p, 2003.

SMIDERLER, O. J; JUNIOR, M. C. M. J de; SOUZA, R. C. P. de. Tratamentos Pré-germinativos em Sementes de Acácia (*Acacia mangium* Willd). Disponível em: <http://www.cpafr.embrapa.br/embrapa/attachments/187_cit012005_acacia_smi der.pdf>. Acesso em: 02 Jun 2011.

SOBRINHO, P.S; LUZ, B.P; SILVEIRA, L.S. T; RAMOS, T.D, NEVES, G.L; BARELLI, A.A.M. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v.5, n.2, p.238-243, 2010

Souza, C.A.; Oliveira, R.B. de; Martins Filho, S.; Lima, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

SUGUINO, E. **Influência do substratos no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas**. 2006, 82f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

TEDESCO, M. J. GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed., Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim Técnico, 5).

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micrantha* Chamisso). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.23, p.1-8, 1999.

THOMAZ, R. **Crescimento e nutrição de mudas de *Pinus taeda* no estado do rio grande do sul**. Dissertação mestrado (Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2007.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* linn. f.** Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 2011.

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

VEIGA, A. R; CARVALHO. C. M.; BRASIL, M .A .M. Determinação da equação de volume para árvores de *Acacia mangium* Willd. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v.6, n.1, p.103-107, 2000.

VERDONCK, O.; DE VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. 1981. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, v.126, p.251-258, 1981.

VIEIRA, A, R.; PEREIRA, A. J.; GONÇALVES, E. O. Crescimento de mudas de *Trema micrantha* l. Blume em diferentes substratos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 4, n. 2, p. 597-600. 2009.

VIEIRA, A. H., M. dos S. F. RICCI, V. G. S. RODRIGUES & L. M. B. ROSSI. Efeito de diferentes substratos para produção de mudas de freijó-louro *Cordia alliodora*

(Ruiz & Pav.) Oken. **Boletim de Pesquisa**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, n. 25, 12 p. 1998.

WEBER, O. B.; CORREIA, D.; SILVEIRA, M. R. S.; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, E. M.; SÁ, E. G. Efeito da bactéria diazotrófica em mudas micropropagadas de abacaxizeiros Cayenne Champac em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília: DF, v.38, n.6, p.689-696, jun. 2003.

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