

MARIA REGINA BELTRÃO LACERDA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE
SUBSTRATOS À BASE DE PÓ DE COCO E RESÍDUO DE
SISAL PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SABIÁ
(*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth)**

RECIFE

Pernambuco – Brasil

Dezembro - 2004

MARIA REGINA BELTRÃO LACERDA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE
SUBSTRATOS À BASE DE PÓ DE COCO E RESÍDUO DE
SISAL PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SABIÁ
(*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, Área de concentração: Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Amaral
Passos.

Co-orientadores: Prof. Dr. José J. V. Rodrigues
MSc. Roberto Vicente Gomes.

RECIFE

Pernambuco – Brasil

Dezembro - 2004

MARIA REGINA BELTRÃO LACERDA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE
SUBSTRATOS À BASE DE PÓ DE COCO E RESÍDUO DE
SISAL PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SABIÁ
(*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth)**

Aprovada em 21/12/2004

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Vivian Loges - UFRPE

Prof. Dr. José Júlio Vilar Rodrigues - UFRPE.

Prof. Dr. Levy Paes Barreto - UFRPE

Orientador:

Prof. Dr. Marco Antônio Amaral Passos – UFRPE

**RECIFE - PE
Dezembro/2004**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Darcy (in memorian) e Elizabeth Beltrão, aos meus filhos Renata e Tiago, aos meus irmãos, Fátima, Napoleão, João, André e Dedeu (in memorian).

Toda a sabedoria vem do Senhor Deus, ela sempre esteve com ele. Ela existe antes de todos os séculos.

Eclesiástico. Parte 1, verseto 1.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por ter me dadas forças, energia e coragem para realizar o curso.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

A Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, pela valiosa colaboração no decorrer do curso, na pessoa do pesquisador Roberto Vicente Gomes.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pelo fornecimento do resíduo de sisal (substrato), na pessoa do Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, pelo fornecimento das sementes de sabiá utilizadas no projeto.

Ao Professor Orientador Dr. Marco Antônio Amaral Passos, pelas orientações, disponibilidade, incentivo e amizade durante os momentos necessários.

Ao Professor e Co-orientador Dr. José Júlio Vilar Rodrigues, pelos esclarecimentos e auxílios durante toda a execução do projeto.

Aos Professores Dr. Levy Paes Barreto, Dr. Vivian Lojes e a MSc. Izabelle Meunier, pela valiosa contribuição.

A Hilton Notaro, por ter sempre estado ao meu lado em todas as horas e por tanta dedicação e amor.

A Fátima Beltrão, minha irmã por ter acompanhado de perto toda a trajetória do curso sempre com palavras de incentivo e por acreditar que poderíamos vencer mais esse desafio.

A Vanila Notaro pela atenção, carinho e apoio durante todo o curso.

A Rossana Pragana, pelas sugestões e pelo carinho e paciência durante todo o curso.

Aos amigos da Pós-graduação pela amizade: Horasa, Giani, Jordânia, Janiedja, Carmem, Mozart, José Ferraz, Fragoso, Ednaldo, Marcos e Mauro.

Aos estagiários, Uil, Tereza e Luiza, pela colaboração e amizade.

Aos laboratoristas, Anacleto, Luciano e aos estagiários do laboratório de química Ivógenes e Miriam.

A amiga Ana Paula pela ajuda e contribuição durante a elaboração da dissertação.

Ao amigo Gilmar Farias e esposa pelas correções realizadas no resumo em inglês.

Ao Sr. José Felix Queiroz, jardineiro, por toda a cooperação durante o desenvolvimento do experimento na área do viveiro.

ÍNDICE

	Pagina
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
Considerações gerais sobre o sabiá.....	3
Substratos para produção de mudas.....	4
Propriedades físicas e químicas dos substratos.....	7
Uso do pó de coco e resíduo de sisal como substrato.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
Instalação e condução do experimento.....	16
Caracterizações físico-químicas dos substratos.....	17
3.2.1. Solo, pó de coco e resíduo de sisal utilizado no experimento.....	17
Características Físicas dos substratos.....	18
Características Químicas dos substratos.....	20
Produção de mudas.....	21
Avaliações Biológicas.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Caracterização física dos substratos.....	25
4.2 Caracterização química dos substratos.....	32
4.3 Produção de mudas.....	38
5. CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pagina
1 Teores de N, P e K dos substratos utilizados para a produção de mudas de sabiá. Recife/PE, 2004.....	34
2 Teores de Na, S, Ca e Mg dos substratos utilizados para a produção de mudas de sabiá. Recife/PE, 2004.....	35
3 Teores de carbono (C), de matéria orgânica (MO) e relação C/N dos substratos para a produção de mudas de sabiá. Recife/PE, 2004.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Composição dos substratos formulados em combinações volumétricas contendo Argissolo vermelho amarelo distrófico (S), pó de coco (PC) e resíduo de sisal (RS). Recife / PE, 2004.....	16
2 Distribuição do tamanho das partículas dos substratos utilizados para a produção de mudas de sabiá. Recife / PE, 2004.....	25
3 Densidade global (dg), densidade das partículas (dp), capacidade de recipiente na base de volume $\theta V(CR)$, capacidade de aeração (CA), porosidade total efetiva (PTE), porosidade total teórica (PTt) dos substratos. Recife / PE, 2004.....	27
4 Condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) de Argissolo vermelho-amarelo distrófico (S), pó de coco (PC) e resíduo de sisal (RS) das combinações dos substratos.....	32
5 Índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentual de emergência (%E) de sementes de sabiá, postas para germinar em diferentes substratos. Recife/PE, 2004.....	38
6 Altura das plantas (H), diâmetro do caule ($\emptyset C$), número de folhas (NF), área foliar (AF) e peso seco da parte aérea (PSPA) das plantas cultivadas nos diferentes substratos. Recife/PE, 2004.....	40

LACERDA, MARIA REGINA BELTRÃO. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) 2004. Orientador: Marco Antônio Amaral Passos. Co orientadores: José Júlio Vilar Rodrigues e Roberto Vicente Gomes.

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de quantificar as alterações físicas e químicas ocorridas em substratos com diferentes concentrações do pó de coco e do resíduo de sisal, bem como detectar as influências dessas alterações no desenvolvimento inicial de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) cultivadas em viveiro no Dept^o. de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Sementes de sabiá foram semeadas em recipientes com capacidade para 2dm³, contendo 13 substratos composto por Argissolo vermelho amarelo distrófico (S), pó de coco (PC) e resíduo de sisal (RS) e das seguintes combinações volumétricas: S+PC (1:1; 1:2; 1:4); S+RS (1:1; 1:2; 1:4); S+PC+RS (1:1:1; 1:2:2; 1:2:4; 1:4:2). As sementes foram provenientes de matrizes de árvores localizadas no núcleo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), município de Limoeiro/PE; sendo semeadas 4 sementes por vaso, posteriormente desbastadas restando uma planta por vaso. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e quatro repetições, contendo 8 vasos por repetição, perfazendo um total de 416 unidades amostrais. Avaliaram-se as características físicas e químicas dos substratos e o desenvolvimento das mudas. Foram mensuradas as variáveis da altura total das plantas e do diâmetro do caule a cada 30 dias, a área foliar, o número de folhas e a massa seca das folhas, e do caule no final do experimento. Com os resultados obtidos recomenda-se o uso do pó de coco como componente para substratos, pois suas propriedades físicas e químicas aliados a sua estrutura e durabilidade faz desse resíduo um substrato que apresenta condições para a produção de mudas de sabiá cultivadas em viveiros. Não se recomenda a produção de mudas de sabiá contendo nas combinações o resíduo de sisal, porque o mesmo revelou condições inadequadas ao cultivo das mudas

LACERDA, MARIA REGINA BELTRÃO. Physical and chemical characteristics of coir dust and sisal residue to sabiá seedling production (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) 2004. Adviser: Marco Antônio Amaral Passos. Comittee: José Júlio Vilar Rodrigues and Roberto Vicente Gomes.

ABSTRACT

The present study aimed to identify the physical and chemical changes on the substrates with different concentrations of coir dust and sisal residue, and to evaluate the influence of these changes on seedlings development *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth in a nursery area at the Forestry Department, Federal Rural University of Pernambuco – UFRPE. Seedlings were sown in containers with 2 dm³ of capacity compound with substrates a sample of dystrophic red-yellow Argisoil (S), coir dust (PC) and sisal residue (MS) at the combinations: S+PC (1:1; 1:2; 1:4); S+RS (1:1; 1:2; 1:4); S+PC+RS (1:1:1; 1:2:2; 1:2:4; 1:4:2). Seeds used came from selected trees at the IBAMA (Brazilian Institute of the Environment and Natural Resources) centre in Municipality of Limoeiro, Pernambuco. Four seeds were sown in each container. The experimental design utilized was a completely random, with 13 treatments and 4 replicates and 8 pot per replicate, totaling 416 sample units. Seedlings were evaluated regarding the following characteristics: total height and diameter on every 30 days, and leaf area, numbers of leaves, and weights of dry matter at the end of the experiment. Results showed that coir dust is a recommended component of substrates for seedling production of *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, due to its physical and chemical properties along with durability and structure. However the combination containing organic sisal residue was not recommended for the same purpose, because it did not show suitable conditions for seedling production.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de substratos como meio de cultivo é uma atividade antiga, e que vêm se desenvolvendo muito nas três últimas décadas. Várias tecnologias foram geradas e/ou adaptadas para atender aos produtores.

Substratos para plantas são insumos largamente utilizados pelos viveiristas e, portanto, devem estar prontamente disponíveis em quantidades acessíveis às condições econômicas dos produtores e a pouca distância dos centros consumidores.

A seleção de substratos para produção de mudas requer cuidados especiais, pois os mesmos são a base fundamental para o desenvolvimento das plantas devendo fornecer quantidades suficientes de nutrientes e, além disso, devem assegurar um balanço correto de aeração e de retenção de água durante todo o ciclo da cultura (FONSECA, 2001; TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003).

A geração de resíduos pelo homem é um dos fatores que mais contribuem para degradação do meio ambiente, como a poluição das reservas hídricas, do ar e do solo (MELO *et al.* 2000). Uma maneira de evitar/reduzir o efeito negativo desses resíduos seria sua reciclagem. Atualmente vários tipos de resíduos vêm sendo empregados na agricultura, como, por exemplo, lixo urbano (BAKES e KÄMPF, 1991), lodo de esgoto (SANDERSON, 1980; TAMISO *et al.* 2000), bagaço de cana (HIGAKI e POOLE, 1978) e resíduo da produção de papel (CHONG, 1999), entre outros.

No mundo todo, a indústria de substratos para plantas busca materiais melhores elaborados e que atendam às necessidades das plantas e dos produtores. Resíduos da agroindústria, como o pó de coco e os materiais orgânicos decompostos aparecem como alternativas promissoras para as misturas (KÄMPF, 2000).

O pó de coco é um resíduo vegetal oriundo da parte fibrosa do coco maduro (*Cocos nucifera* L.), que ao ser beneficiado, produz fibras curtas e uma considerável quantidade de pó (ROSA *et al.*, 2001). Segundo alguns autores, como Stamps e Evans (1997) e Nunes (2000), esse material já vem sendo utilizado como substrato agrícola, principalmente na produção de mudas de hortaliças e ornamentais. De acordo com um fabricante de substratos à base de resíduos de coco maduro (AMAFIBRA), esse proporciona ótimo enraizamento de estacas e crescimento de mudas.

O resíduo de sisal (*Agave sisalana* Perrine) é um material proveniente do processo de desfibramento das folhas do sisal. Esse resíduo é constituído de pedaços de fibras e folhas de diferentes tamanhos. Trata-se de uma cultura para a qual inexistem o uso de defensivos e de adubos químicos, fornecendo um produto livre de substâncias tóxicas (SILVA e BELTRÃO, 1999). O agave é uma cultura muito importante para a região semi-árida dos Estados da Bahia e da Paraíba, especialmente devido a sua adaptabilidade à região e também por gerar atividades econômicas, além de contribuir como fonte de renda e emprego no período de entressafra (LEAL *et al.* 1997).

Tendo em vista a grande quantidade de materiais que são utilizados como substratos no cultivo de plantas, faz-se necessário o conhecimento científico das propriedades de diferentes combinações de componentes, ampliando assim as possibilidades para uma produção de mudas com qualidade e com baixo custo. Assim, o presente trabalho teve como objetivos caracterizar e quantificar os efeitos das propriedades físicas e químicas dos componentes alternativos para substratos, pó de coco e resíduo de sisal em diferentes combinações, no desenvolvimento inicial de mudas de sabiá.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações sobre o sabiá

A *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, conhecida como sabiá ou sansão do campo, é uma árvore de pequeno porte, nativa da região Nordeste do Brasil, difundida e cultivada do Maranhão ao Rio de Janeiro (RIZZINI, 1978., RIBEIRO, 1994).

O desenvolvimento das mudas do sabiá é bastante rápido, ficando pronta para o plantio no local definitivo em menos de 4 meses, a planta também apresenta bom crescimento e aos 3 anos, em solos favoráveis, já fornece cerne, cuja madeira é muito apropriada para usos externos, como postes e estacas, entre outros (RIZZINI, 1986., LORENZI, 2002). Segundo Mendes (1989), o sabiazal pode ser cortado a cada 3-4 anos. Estando a madeira da grossura de uma garrafa, renova-se sem dificuldade mediante rebrotação do tronco e mesmo das raízes. Pode ser cultivado isolado ou em consorcio com outras culturas, sendo que, quando em consórcio beneficia o desenvolvimento da outra espécie associada.

Lima (1996) considera que o sabiá é uma espécie representativa e de grande valor econômico das caatingas, pois a mesma apresenta múltiplas possibilidades de usos, tais como produtora de estacas, mourões, forquilhas, esteios e carvão. Segundo Paula e Alves (1980), o sabiá é utilizado largamente na região Nordeste do Brasil como forrageira, pois as folhas verdes ao caírem ao solo são fenadas naturalmente.

O sabiá expressa características ornamentais, principalmente pela forma entouceirada que geralmente apresenta, podendo ser empregada no paisagismo em geral, sendo também muito utilizada como cerca viva defensiva e como é uma planta pioneira e de rápido crescimento. É ideal para reflorestamentos heterogêneos destinados á recomposição de áreas degradadas (LORENZI, 2002). Para utilização silvicultural, as matas de sabiá

são exploradas geralmente pelo sistema seletivo e de talhadia, no corte de árvores e hastes linheiras bem desenvolvidas, que já fornecem caibros, forquilhas, estacas e alguns mourões (TIGRE, 1986).

2.2. Substrato para Produção de Mudanças

Entre as técnicas empregadas no manejo de um viveiro destaca-se a escolha do substrato, tendo em vista sua fundamental importância no crescimento e no desenvolvimento das plantas. O uso de substratos está relacionado ao cultivo fora do solo *in situ*, realizado muitas vezes em ambientes protegidos e empregando, em geral, volumes limitados contidos em recipientes (KÄMPF e FERMINO, 2000).

Na escolha de um substrato devem-se observar principalmente, suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além de considerar os aspectos econômicos, quais sejam, ser de baixo custo e disponíveis (FONSECA, 2001). Nesse sentido, define-se substrato para produção de mudas como sendo o meio adequado para sua sustentação, além de fornecer água, oxigênio e nutrientes em quantidades suficientes e necessárias ao seu desenvolvimento (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003).

Conforme Gras (1987), diversos trabalhos têm demonstrado que as plantas podem ser cultivadas em diferentes tipos de substratos, para tanto devem ser manejadas de forma adequada. De acordo com Spurr e Barnes (1973), o substrato exerce influência significativa na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas. A composição do substrato é fundamental para a utilização de bandejas, tubetes, vasos e jardineiras, pois suas características vão exercer grande influência na qualidade das plantas produzidas (WALTERS *et al.*, 1970). Minani (1995) afirma que o substrato é o componente mais sensível e complexo do sistema de produção de mudas pois, qualquer variação na sua composição pode alterar o processo final da produção de mudas, desde a não germinação das sementes, até o desenvolvimento irregular das plantas.

Difícilmente se encontra um material com todas as características para atender as condições para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA *et al.*, 1995). O substrato poderá ser formado de solo mineral ou pode ser orgânico, de um ou de diversos materiais ou misturas, como a casca de arroz (in natura, carbonizada ou queimada), poliextrileno expandido (isopor), espuma fenólica, areia, produtos da madeira como serragem e maravalha, compostos de lixo domiciliar urbano, compostos de restos de poda, vermi composto, fibra de coco semidecomposta e lã de rocha (VERDONCK, 1984; FONTENO, 1996; BURGER *et al.*, 1997; PUCHALSKI, 1999; SCHIE, 1999; KÄMPF, 2000).

Negreiros *et al.* (2004) salientam a conveniência da associação de materiais orgânicos, especialmente em mistura com o solo, para melhorar a textura do substrato, e dessa maneira propiciar boas condições físicas e fornecer os nutrientes necessários ao desenvolvimento das raízes e da muda. Segundo Penningsfeld (1978), enquanto o solo possui valores fixos quanto ao seu potencial produtivo, os substratos, quando bem formulados, permitem melhores condições ao desenvolvimento vegetal especialmente em cultivos protegidos, os quais exigem um ambiente radicular mais apropriado.

Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos na busca de materiais melhores elaborados para compor os substratos, tendo como objetivo atender a elevada demanda de produção de mudas nos viveiros e/ou sementeiras de olerícolas, ornamentais, frutíferas ou silvícolas. Entre estes trabalhos destacam-se os de Souza *et al.*(1995) que selecionaram substratos que proporcionassem melhor crescimento e floração de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*, Ramat., Compositae) 'White Polaris'. Os substratos foram formados à base de solo:areia:casca de arroz carbonizada, solo:areia:casca de arroz não carbonizada, solo:areia:casca de café, solo:areia:serragem, solo:areia:vermiculita, em quatro proporções volumétricas (1:0,5:1; 1:0,5:2; 1:1:2, e 2:0,5:2). Os autores obtiveram melhores respostas quanto ao crescimento e floração nos substratos contendo casca de arroz carbonizada nas proporções volumétricas de 1;0,5:2 e 2:0,5:2.

Menezes Júnior *et al.* (2000) avaliaram nove substratos hortícolas para a produção de mudas de alface sob estufa plástica. Utilizaram-se dois substratos comerciais, o Plantmax® e o Planta Forte® e um recomendado pelo órgão oficial de assistência técnica (EMATER-RS), que foram usados como testemunha. Estes substratos foram comparados a seis outros formulados à partir de solo podzólico vermelho amarelo (S) ou turfa "Petrolin" (T) misturados em três proporções em base de volume (1:3; 1:1; 3:1) com vermicomposto (V). Segundo os autores os melhores resultados ficaram por conta dos substratos formulados com $S_{75} V_{25}$, $S_{50} V_{50}$ e $S_{25} V_{75}$ os quais apresentaram maiores vantagens comparativas em relação às testemunhas e demais substratos. O bom desempenho alcançado pelos substratos formulados, indica ser sua produção, na propriedade, uma alternativa tecnicamente viável em substituição ao uso de substratos comerciais. Além disso, o custo total de produção dos substratos formulados com solo e vermicomposto foram inferiores aos comerciais.

Leles *et al.* (2000) compararam a qualidade de mudas de *Eucalyptus camadulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* produzidos em blocos prensados e tubetes, utilizando como substratos bagaço de cana de açúcar e torta de filtro de usina de cana de açúcar, obtidos dez meses após a moagem. Os autores concluíram que as mudas produzidas em blocos prensados apresentaram-se mais desenvolvidas que as dos tubetes tanto no viveiro como em campo

Bezerra *et al.* (2001) utilizaram resíduos das indústrias de coco maduro e de coco verde (pó) como substratos para enraizamento de estacas de crisântemo (*Dendranthera grandiflora* Tzvelev) de corte. As estacas foram postas para enraizar em bandejas plásticas nos substratos casca de arroz carbonizada (S1), pó da casca de coco verde (S2) e pó da casca de coco maduro (S3). As percentagens de enraizamento das mudas foram superiores nos tratamentos contendo como substratos a casca de arroz carbonizada e pó de casca de coco maduro.

Muitas empresas brasileiras, já há algum tempo, empregam as mais variadas misturas na composição dos seus substratos para produção de mudas, levando em consideração as condições específicas de cada uma, como por exemplo a COPENE Energética S.A., onde o substrato é composto de uma mistura de 77,33% de vermiculita, 19,33% de serragem de madeira e 3,33% de terra de sub solo, em relação ao volume total (FAGUNDES e FIALHO, 1987). ACESITA Energética S.A. o substrato empregado é constituído de 75% de vermiculita e 25% de terriço (turfa) (Henriques *et al.* 1987). A RIPASA Florestal S.A., utiliza como substrato um composto orgânico à base de casca de eucalipto semi decomposta (GONÇALVES, 1987).

2.3. Propriedades Físicas e Químicas dos Substratos

O substrato deve apresentar características físicas, químicas e biológicas adequadas para o desenvolvimento das mudas, pois é o meio onde as raízes se desenvolvem, fornecendo suporte estrutural à parte aérea das plantas, como também água, oxigênio e nutrição (NAVE, 2002). De acordo com Gonçalves *et al.* (2000), um substrato ideal deve apresentar as seguintes características: boa estrutura e consistência; boa porosidade (porosidade total de 75-85%), para garantir a rápida drenagem do excesso de água proveniente de chuvas e irrigação; boa capacidade de retenção de água, reduzindo a freqüência das irrigações, ausência de substâncias tóxicas, patógenos (fungos e bactérias), pragas, sementes de plantas invasoras e sais em excesso; ser homogêneo com pequenas variações entre os lotes quanto às características físicas, químicas e biológicas.

Conforme alguns autores, na escolha de um substrato, as propriedades físicas são consideradas mais relevantes quando comparadas às químicas, uma vez que as proporções relativas ao ar e a água não podem ser modificadas durante o cultivo, enquanto que as químicas podem ser modificadas através de correções e adubação de base e cobertura (VERDONCK, 1983; NAVE, 2002).

Na escolha de um meio de crescimento entre as propriedades físicas mais importantes encontram-se a densidade, a porosidade total, o espaço de aeração, a retenção de água e a distribuição do tamanho das partículas. Entende-se a densidade como sendo a relação entre a massa seca e o volume do substrato (INGRAM *et al.*, 1993). Segundo Kämpf (2000), quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo no recipiente, quer por limitações no crescimento, quer pelo custo do transporte dos vasos ou bandejas. Todavia são considerados aceitáveis os seguintes valores de densidade seca: para propagação em células e bandejas entre 100 a 300 kg/m³; para vasos de até 15 cm de altura, os valores de densidade variam entre 200 a 400 kg/m³; já para vasos de 20 a 30 cm de altura, esses valores estariam entre 300 a 500 kg/m³ e, para vasos maiores os valores de densidade ficariam entre 500 e 800 kg/m³ (KÄMPF, 2000).

De acordo com Dias (1998), uma outra característica física de grande importância e que deve ser avaliada é a porosidade. A porosidade pode ser definida como a proporção de volume de solo ou substrato não ocupado por partículas sólidas, influenciando a dinâmica de ar e água no interior do substrato. A porosidade depende dos arranjos das partículas do solo, sendo assim, as partículas mais uniformes propiciam maior porosidade ao solo. Substratos com grande desuniformidade de tamanho de partículas resultam no fato de que as partículas mais finas tenderão a preencher os espaços livres existentes entre as partículas mais grosseiras. De Bootd e Verdonck (1972) consideram que o substrato ideal deve ter 85% do seu volume em poros (porosidade total).

Segundo Miner (1994), a distribuição do tamanho das partículas, a capacidade de retenção de água, o espaço de ar e o volume do substrato são alterados ao longo do tempo em um vaso devido à compactação, encolhimento, erosão e penetração das raízes. Os microporos são ocupados pela água e os macroporos são ocupados pelo ar. Então, qualquer ação que reduza os poros maiores, diminuirá a proporção de ar no substrato, isto é consequência da compactação, pois à medida que aumentam as pressões

sobre o substrato diminuem o tamanho dos poros maiores, reduzindo dessa maneira o volume de ar disponível e aumentando a quantidade de água retida, o que pode levar a limitar o crescimento das plantas. Essa compactação pode ser maior ou menor dependendo do manejo e do sistema de irrigação utilizado, gerando valores de densidades diferentes.

Solos e substratos são meios porosos, formados por sólidos e poros preenchidos por água e ar (KÄMPF, 2001). Segundo a mesma autora, enquanto que o solo apresenta relação poros/sólidos ideal próxima a 1 (50:50%), em substratos são encontrados valores de 3 ou seja (75:25%) e 9 (90:10%), ou acima de 9 em alguns casos, como bandejas com dimensões pequenas. Os poros são responsáveis pelas trocas gasosas entre o substrato e a atmosfera, bem como determinam os movimentos da água no vaso e a drenagem. Portanto, entender a dinâmica das relações entre sólidos e os poros é fundamental para se obter sucesso na produção de mudas

As características químicas mais importantes em substratos incluem: o pH, a condutividade elétrica, a relação C/N e o teor de matéria orgânica (SILVEIRA, *et al.* 2002).

Com relação ao pH, os substratos devem apresentar valores dentro de uma faixa considerada adequada para o cultivo de plantas, pois valores inadequados, além de influenciar a disponibilidade de nutrientes (CARNEIRO, 1995), estão relacionados a desequilíbrios fisiológicos (WILSON, 1983). Conforme Kämpf (2000), para substratos onde predomina a matéria orgânica, a faixa ideal de pH recomendada é de 5,0 a 5,8 e, quando for à base de solo mineral, entre 6,0 e 6,5. Em meios com valores de pH abaixo de 5,0 podem aparecer deficiências de N, K, Ca e Mg, enquanto que problemas com a disponibilidade de P são esperados em pH acima de 6,5. Os valores do pH variam muito entre os componentes utilizados como substratos, desde extremamente baixos, como o xaxim, até os mais altos, como os observados na vermiculita, casca de arroz e casca de acácia (INGRAM *et al.*, 1990).

Outra propriedade relevante na composição de meios de cultivo é a salinidade do substrato a qual é avaliada com base na condutividade elétrica (CE) do extrato que é um indicativo de concentração de sais ionizados na solução (WILSON, 1984). A salinidade pode ser derivada da adubação de base, do conteúdo natural de sais presente nos componentes utilizados na mistura e ainda pelo uso de misturas excessivamente ricas em nutrientes, uma vez que o excesso de sais pode prejudicar o crescimento das plantas (GRAZIANO *et al.*, 1995; HANDRECK e BLACK, 1999).

Segundo Malavolta (1981), uma alta concentração de sais solúveis na solução do solo em contato com uma planta jovem pode causar a perda de água pelas raízes, devido à pressão osmótica do meio (solução do substrato) maior que a do suco celular, o que pode levar à desidratação e até mesmo a morte das mesmas. De acordo com Benjamin (1990), o aumento da salinidade da água do substrato provoca redução na intensidade da força de emergência exercida pela plântula. Conforme Backes *et al.* (1988), um alto teor de sais solúveis pode provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante das condições inerentes do próprio substrato ou excesso de adubação.

Recomenda-se para reduzir os efeitos negativos da salinidade sobre as plantas, manter o substrato sempre úmido e, quando a salinidade do composto se elevar, manter água sobre a mistura para aumentar a lixiviação do excesso de sais (BUNT, 1976).

De acordo com Kampf (2000), ao se selecionar materiais para substratos deve-se buscar obter uma salinidade abaixo de 1,0 g/L, o que evita limitações para o cultivo de plantas sensíveis.

Conforme Ballester-Olms (1992), a interpretação dos valores da condutividade elétrica determinados em extrato de saturação para substratos é considerada como sendo muito baixa para valores de 0,75 dS/cm, aceitável para uma CE entre 0,75 e 2,0 dS/cm, ótima para a maioria das plantas entre 2,0 e 3,5 dS/cm e, muito elevada para valores superiores a 3,5 dS/cm. Já

Ingram *et al.* (1990) considera a CE baixa para valores menores que 0,7dS/cm, aceitável entre 0,7 e 1,0 dS/cm, ótima para valores entre 0,7 e 1,0 dS/cm; alta entre 1,0 e 1,5 dS/cm e muito alta um valor maior que 3,0 dS/cm.

O teor de matéria orgânica e a relação C/N são considerados propriedades muito importantes para os substratos. A matéria orgânica atua nos substratos melhorando diversas propriedades físicas e químicas, onde os principais benefícios proporcionados são: aumento da capacidade de retenção de água, da porosidade total e do espaço de aeração e diminuição da densidade, além de servir como fonte de reservatório de nutrientes (BELLÉ, 1990; CARNEIRO, 1995; TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003).

Os substratos devem apresentar uma relação C/N em níveis aceitáveis, especialmente quando se trata de materiais orgânicos ainda não decompostos que são ricos em carbono, o que acarreta uma elevada relação C/N, propiciando uma imobilização de N pelos microorganismos, causando a deficiência deste nutriente na planta (NAVE *et al.* 2002). Segundo o mesmo autor, nessa situação os sintomas mais comuns são o amarelecimento generalizado das folhas, além de redução de crescimento, então se torna necessário à aplicação freqüente de fontes nitrogenadas nas adubações de cobertura, sendo considerada uma relação C/N adequada para o crescimento das mudas entre 8 e 12. Conforme Ballester-Olms (1992) uma relação C/N inferior a 20 é considerada como ótima para o cultivo em substratos, entretanto o autor recomenda valores em torno de 10 a 12.

2.4. Uso do pó de coco e do resíduo de sisal como substrato

Pó de coco é o nome dado ao resíduo oriundo do material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto do coqueiro (*Cocus nucifera* L.), de onde são retiradas fibras longas utilizadas na fabricação de cordas, tapetes e muitos outros produtos, desse processamento resulta uma mistura de fibras curtas e uma considerável quantidade de pó (NOGUERA *et al.* 2000). De acordo com Rosa *et al.* (2001), estes materiais provenientes do beneficiamento do coco

maduro, geram grandes volumes de resíduos, os quais são depositados em locais impróprios resultando em expressiva quantidade de rejeito, causando impactos negativos no meio ambiente.

Conforme Evans *et al.* (1996), o Sri Lanka lidera a produção e o processamento de substratos hortícolas derivados do pó de coco, entretanto outros países da Ásia e de diferentes partes do mundo (América tropical e África) são importantes produtores e processadores de coco (FAO, 1995). Todavia, as pesquisas a respeito das características e do potencial do pó de coco como meio de cultivo ainda são escassas, carecendo de estudos mais aprimorados trazendo benefícios ao segmento da horticultura em geral (NOGUERA, *et al.*, 2000)

Substratos à base de pó de coco maduro já vêm sendo utilizados na produção de mudas de hortaliças (NUNES, 2000; SILVEIRA *et al.*, 2002), como também na produção de plantas ornamentais (STAMPS e EVANS, 1997; OFFORD *et al.* 1998).

Entre outras características o pó de coco apresenta coloração que varia do marrom escuro ao claro, uma grande percentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23-43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3-12%), que é a fração vulnerável ao ataque de microorganismos. Estas características conferem ao substrato de fibra de coco uma grande durabilidade (NOGUERA *et al.* 2000), sendo desta maneira recomendável para cultivos de ciclo longo como ornamentais, assim como o cultivo de hortícolas sem o solo, pois não sofre o processo de degradação acelerados causado pela intensa aplicação de água e fertilizantes. Entretanto, o pó de coco pode apresentar uma variação na sua composição em função da fonte de onde ele é retirado e do seu processamento.

Segundo Cresswell (1992), o pó de coco apresenta estabilidade estrutural superior e habilidade de absorção de água e de drenagem, o que facilita a retenção de água e ar, ainda elevada capacidade de troca de cátions,

o que assegura a permanência e a disponibilidade de nutrientes. Devido sua estrutura homogênea o pó de coco apresenta grande habilidade de reumedecer após ter sido completamente desidratado, podendo chegar a absorver muitas vezes mais que o seu próprio peso em água (MEEROW, 1994).

Conforme Batra (1993), a estrutura do pó de coco associados as suas propriedades físico-químicas torna-o particularmente adequado para ser utilizado como substrato. Entretanto, Evans *et al.* (1996) encontraram variações significativas entre as onze fontes testadas nas propriedades químicas do pó de coco como o pH de 5,9 a 6,9, à condutividade elétrica de 1,2 a 2,8 dS/cm, como também para os níveis de Na, K e P, que foram significativamente diferentes e variaram de 23 a 88; de 126 a 238 e de 8 a 33 mg/kg, respectivamente. Já o Ca e o Mg não diferiram significativamente e apresentaram variação de 2,9 a 7,3 mg/kg.

Pragana (1999), trabalhando com pó de coco, isolado e em combinações volumétricas com materiais orgânicos e inorgânicos, na produção de mudas de tomate, de pimentão, de alface e de eucalipto, observou que o tipo do substrato pode afetar o crescimento das plantas e que os substratos combinados obtiveram resultados superiores com relação aos isolados, evidenciando assim a vantagem em realizar as misturas. Os resultados mostraram que é possível introduzir o cultivo em substratos, com ênfase às composições com o pó de coco, barateando os custos devido à disponibilidade do mesmo no Nordeste brasileiro.

Outro trabalho envolvendo testes em diferentes substratos para produção de plantas foi realizado por Martinez *et al.* (1997). O objetivo do estudo foi comparar as propriedades físicas e físicoquímicas da turfa e do pó de coco, nas proporções 3:1;1:1 e 1:3, como também determinar os efeitos da adição da argila nas misturas. Tanto a turfa de esfagno quanto o pó de coco foram provenientes de um mesmo produtor comercial. A turfa apresentou notável variação com relação à aeração e drenagem. Não houve variações

importantes nas propriedades físicas do pó de coco, porém foi detectados um alto valor da condutividade elétrica e um baixo pH em apenas uma combinação. As misturas contendo a turfa e o pó de coco mostrou variações nas proporções formuladas. Não houve relação linear para os fatores ar/água nas combinações entre a turfa e o pó de coco. O pó de coco aumentou a aeração e diminuiu a quantidade de água nas combinações. Quando a argila foi adicionada nas misturas, aumentou a densidade seca, capacidade de retenção de água e disponibilidade de água e o pH e foram observadas diminuições do espaço poroso total, de matéria orgânica e de condutividade elétrica.

O sisal (*Agave sisalana* Perrine) é uma planta eminentemente tropical e por isso existem tão poucos plantios comerciais com esta fibrosa fora desse ambiente. Pertence a família Agavaceae, gênero *Agave* e espécie *sisalana*. A planta é originária do México que produz a mais importante fibra dura do mundo, sendo bem adaptada ao clima predominante no Nordeste do Brasil. O Brasil é considerado um dos países maiores produtores de fibras de sisal do mundo e o resíduo originado do processo do desfibramento atinge próximo a 500 mil toneladas de bagaço e polpa por ano. A produção concentra-se principalmente nos estados da Bahia e da Paraíba, hoje os dois maiores produtores dessa cultura, responsáveis respectivamente por 78,4% e 19,53% da produção nacional (MOREIRA, *et al.*, 1996; HOLANDA, 2002).

O sisal é considerado um vegetal polivalente, porém tem sido aproveitado somente como fibra, que é exportado na forma natural ou através de manufaturados, como o “baler twine” para os mercados importadores dos Estados Unidos, Canadá e Europa (MOREIRA e SILVA, 1996). Suas fibras são utilizadas na produção de barbantes, cordões, cordas, cabos marítimos, e nas indústrias automotivas para fins têxteis, sacolas, tapetes, carpetes, artesanatos diversos, celulose (papéis especiais) e fios agrícolas (baler twine) utilizados para amarrar feno e cereais para consumo animal em países de inverno rigoroso (SANTOS, 1997).

Trata-se de uma cultura importante para a região semi-árida dos Estados da Paraíba e da Bahia, em função de sua adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e também por tolerar escassas precipitações pluviais (SILVA *et al.* 1998). O resíduo de sisal é oriundo do desfibramento da parte fibrosa da folha, constituído de pedaços de folhas e fibras de diferentes tamanhos. No Brasil esses resíduos muitas vezes são abandonados no campo, sendo poucos os produtores que os utilizam como alimento para ruminantes.

A importância sócio econômica do sisal para a região Nordeste pode ser explicada através de alguns aspectos, como a ocupação de extensas áreas de solos pobres na região semi-árida, gerar atividades econômicas em regiões marginais onde às lavouras de subsistência predominam, constituir fonte de renda e emprego para um grande número de pessoas no período de entre safra, adaptar-se as condições de pequena exploração com predomínio do trabalho familiar, sendo importante agente de fixação do homem ao campo, trata-se de uma cultura ecológica, para a qual inexistente o uso de agrotóxico e de adubos químicos, tendo ainda condições de fornecer um produto "limpo", isto é, livre de resíduos químicos (LEAL *et al.* 1997; SILVA e BELTRÃO, 1999).

A necessidade de se caracterizar materiais encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponível como substrato agrícola é fundamental, pois além de ser uma alternativa para reduzir os custos de produção daria destino ao resíduo acumulado (ANDRIOLO, 1999).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro do Departamento de Ciência Florestal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE em Recife, no período de agosto de 2003 a março 2004.

Foram formulados 13 substratos com componentes isolados e em combinações volumétricas de um solo Argissolo vermelho amarelo distrófico (PV), pó de coco (PC) e resíduo de sisal (RS) constantes na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição dos substratos formulados distribuídos em combinações volumétricas contendo Argissolo vermelho amarelo distrófico (S), pó de coco (PC) e resíduo de sisal (RS). Recife/PE, 2004

TRATAMENTOS	COMPOSIÇÃO
T1	S
T2	PC
T3	RS
T4	S+PC (1:1)
T5	S+PC (1:2)
T6	S+PC (1:4)
T7	S+RS (1:1)
T8	S+RS (1:2)
T9	S+RS (1:4)
T10	S+PC+RS (1:1:1)
T11	S+PC+RS (1:2:2)
T12	S+PC+RS (1:2:4)
T13	S+PC+RS (1:4:2)

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e 4 repetições, contendo 8 vasos por repetição, perfazendo um total de 416 unidades amostrais.

3.2. Caracterizações físico-químicas dos substratos

3.2.1. Solo, pó de coco e resíduo de sisal

A amostra do solo utilizada no experimento foi coletada na camada arável (0 a 20 cm) de profundidade, no município de Goiana/PE na Estação Experimental de Itapirema da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária/IPA, sendo classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como Argissolo vermelho amarelo distrófico, de classe textural areia franca (AF).

Os resíduos utilizados no experimento foram o pó de coco proveniente da fábrica de beneficiamento de coco maduro localizada no município de Itapissuma/PE e o resíduo de sisal proveniente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA/CNPA, localizada no município de Campina Grande/PB.

O experimento foi conduzido no viveiro florestal da UFRPE, onde os materiais usados para a composição dos substratos, ou seja o solo, o pó de coco e o resíduo de sisal foram secos ao ar por 24 horas, e em seguida foram passados em peneira de 5 mm de abertura, sendo bem misturados até obter-se um material homogêneo. Para realização das análises físicas e químicas, foram retiradas sub amostras, e para tanto foram utilizados os Laboratórios de Análises de Sementes Florestais, de Física do Solo e o de Nutrição de Plantas da UFRPE.

3.3. Caracterização Física dos substratos

Distribuição do tamanho das partículas

A distribuição do tamanho das partículas foi obtida por pesagem após peneiramento dos substratos secos ao ar, em peneiras de 4,0; 2,0; 1,0; 0,5 e 0,25 mm de abertura, transformados em percentagem.

Densidade das partículas (dp)

A densidade das partículas (dp) seguiu a metodologia da EMBRAPA (1997) modificado que consiste em se determinar o volume de álcool etílico necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo os substratos secos em estufa. Para tanto, triturou-se e depois pesou-se 5 g de substrato, contendo três repetições de cada tratamento. Após essa etapa, colocaram-se os substratos em cápsulas de alumínio de peso conhecido, e foi levado à estufa por 12 horas e após esse período foi pesado para que se obtivesse o peso da amostra seca regulada para 105°C. Em seguida, transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL e adicionou-se álcool etílico agitando-se bem para eliminar as bolhas de ar e depois se completou o volume do balão, ao final anotou-se o volume gasto. Os cálculos foram obtidos através da fórmula:

$$dp = \frac{a}{100 - b}$$

onde a é o peso da amostra seca a 105°C e b é o volume de álcool gasto.

Para as determinações da CA, da CR na base de massa e de volume, da, dg, da PTe e da PTt foram utilizados copos plásticos com capacidade para 500 cm³ e com 12 cm de altura contendo orifícios na base, com três repetições para cada substrato, conforme metodologia de Pragana (1999) com modificação. Os copos foram preenchidos com os substratos e estes foram colocados em bandejas contendo água com a finalidade de se obter a máxima saturação possível. Após a saturação por um período de 24 hs, os copos foram

colocados para drenar livremente por um período de 12 hs, certificando-se de ter cessado totalmente o fluxo de água.

Capacidade de Aeração (CA)

Com a saturação completa dos substratos, todos os poros são preenchidos com água. O volume de água que drena livremente corresponde aos macroporos. Este volume dividido pelo volume total do recipiente, corresponde a CA, dada em percentagem.

Densidade global (dg)

A dg foi obtida pela divisão do peso do substrato seco em estufa (PSS) pelo volume total do recipiente.

Capacidade de Recipiente na base de massa θ_m (CR)

A θ_m CR foi determinada pela fórmula:

$$\theta_m \text{ CR} = \left[\left(\frac{PSU - PSS}{PSS} \right) 100 \right]$$

Sendo: *PSU* o peso do substrato úmido depois de cessada a drenagem,

PSS o peso do substrato seco em estufa.

Capacidade de recipiente na base de volume θ_v (CR)

A θ_v CR foi determinada pela fórmula:

$$\theta_v \text{ CR} = \theta_m \text{ CR} \cdot dg$$

Porosidade total efetiva (P_{Te})

A P_{Te} foi determinada pela soma do volume de água que ocupava os macroporos, e drenado livremente após a saturação (CA), mais o volume de água retido na capacidade de recipiente dividido pelo volume total da amostra.

Porosidade total teórica (P_{Tt})

A P_{Tt} foi obtida pela expressão $P_{Tt} = 1 - \frac{dg}{dp}$

3.4. Caracterização Química dos substratos

Determinações de P, de K, de S, de Na, de Ca e de Mg

A extração do P, de K, de Na, e de Ca e Mg nos substratos foi realizada através da digestão nitro-perclórica para a análise de elementos minerais, com metodologia descrita por Bezerra Neto e Barreto (2004).

Determinação de N

Para a determinação do N total foi adotado o método de Kjeldhal, descrito por Bezerra Neto e Barreto (2004), o qual foi realizado em três etapas, a saber: digestão pelo ácido sulfúrico, destilação com NaOH e titulação com ácido bórico. O resultado foi expresso em percentagem.

Determinação do Carbono Orgânico

Para a determinação do C orgânico no resíduo pó de coco e no resíduo de sisal, adotou-se a metodologia de Bezerra Neto e Barreto (2004). Nos substratos que incluíram o solo, o carbono foi determinado a partir da metodologia da EMBRAPA -Solos, descrita por Silva (1999).

Estimativa da Matéria Orgânica

A quantidade de matéria orgânica existente nas amostras foi calculada pela seguinte expressão:

$$MO = C \times 1,724$$

Obs: este fator (1,724) é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média da matéria orgânica do solo (substrato), o carbono participa com 58%.

Relação C/N

Foi obtida através da fórmula: $C/N = C \text{ total (\%)} / N \text{ total (\%)}$

Determinação da Condutividade Elétrica e do Potencial Hidrogeniônico

Para determinação da CE e do pH dos substratos foi adotada a metodologia citada por Ingram *et al.* (1990), através do procedimento da diluição volumétrica 2:1. Foi realizada uma diluição com 80 mL de água destilada, para 40 mL de substrato, após o repouso de 6 horas, filtrou-se em papel de filtro para facilitar as determinações. O pH foi mensurado em potenciômetro e a condutividade elétrica com condutivímetro, sendo a CE expressa em dS/cm.

3.5. Produção de mudas

O experimento com o sabiá, *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth foi conduzido no viveiro do Departamento de Ciência Florestal da UFRPE, em Recife-PE. As sementes do sabiá utilizadas para produção de mudas foram provenientes de matrizes de árvores coletadas no viveiro pertencente ao Núcleo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, localizado no município de Limoeiro/PE.

As sementes foram beneficiadas e em seguida submetidas a tratamento pré-germinativo com ácido sulfúrico concentrado durante um minuto para promover maior uniformidade de germinação, e em seguida foram lavadas com água corrente, conforme metodologia de rotina utilizada pelo Laboratório de Análises de Sementes Florestais do Departamento de Ciência Florestal. A semeadura foi realizada logo depois do referido tratamento, diretamente nos recipientes de polietileno com capacidade de 2 dm³. Foram semeadas 4 sementes por recipiente, num total de 1.662 sementes, as quais foram cobertas com uma fina camada do substrato correspondente a cada tratamento.

Nos substratos formulados não foi realizada correção de acidez. A adubação iniciou-se aos 30 dias após a emergência das plântulas, quando foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma plântula por recipiente. A fertilização de cobertura foi efetuada com solução aquosa, a base de N e de K a 100 mg/dm³, ambos parcelados em duas vezes (intervalos de 15 dias) e de 200 mg/dm³ de P em dose única. A adubação contendo micronutrientes, também foi efetuada em solução aquosa e parcelada em duas aplicações juntamente com as aplicações de N e de K, de acordo com a recomendação para leguminosas tropicais de Norris (1976). As plantas foram irrigadas diariamente.

3.6. Avaliações Biológicas

O índice de velocidade de emergência IVE e a porcentagem de emergência E%, foram determinados através de contagem diária das plântulas emergidas até o 10^o dia após a semeadura. O índice de velocidade de emergência foi calculado quando alguns tratamentos apresentavam 99% de emergência, empregando-se a fórmula citada por Vieira e Carvalho (1994), onde:

$$IVE = \sum Ni / Di$$

sendo que, Ni é o número de plântulas emergidas em Di dias após a semeadura.

A porcentagem de emergência foi obtida utilizando-se a fórmula:

$$\% E = (N_i \times 100) / N_s$$

onde: N_i é o número de plântulas emergidas e N_s é o número de sementes semeadas.

Para se avaliar o crescimento das plantas adotou-se a metodologia descrita por Benincasa (1986). As medidas de crescimento como altura das plantas (H) e o diâmetro do caule ($\emptyset C$) foram realizados em intervalos de 30 dias, num período de 90 dias. As medidas foram tomadas a partir da cicatriz cotiledonar, sendo que para a medida de altura das plantas utilizou-se uma régua graduada em mm. Para medir o $\emptyset C$ em mm, utilizou-se um paquímetro digital.

Ao final do experimento foi realizada a contagem do número de folhas (NF), a área foliar (AF) e determinada à matéria seca da parte aérea (PSPA).

A área foliar (AF) foi determinada segundo método descrito por Paulilo e Felipe (1992) modificado. Foram retiradas seis folhas de cada planta, sendo duas da base, duas do meio e duas apicais, todas já desenvolvidas. Após a retirada das folhas, foram desenhados os contornos das mesmas em papel de densidade homogênea (papel ofício tipo A4) e foram recortados os papéis com os contornos das folhas. A área foliar de cada folha foi determinada a partir da comparação do peso das folhas cortadas, com o peso médio de 10 quadrados de 2 cm² (2x1) desenhados no mesmo papel, fez-se uma regra de três simples entre os pesos dos contornos das folhas e o peso dos 10 quadrados de área conhecida.

Para se determinar à matéria seca da parte aérea utilizou-se uma balança digital de precisão, e as folhas e os caules depois de colhidos foram colocadas em sacos de papel com identificação e levadas a estufa para secagem a 65°C até atingirem peso constante. Após a secagem do material, foi

realizados a pesagem com os materiais frios, mantidos em dessecadores com finalidade de evitar a reidratação (BENINCASA, 1986).

A partir dos resultados obtidos das caracterizações físicas e químicas dos substratos, apenas para o (pH e a CE) e de crescimento das plantas, foram submetidos à análise da variância e as diferenças entre as médias foram verificadas pelo teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização Física dos substratos

A distribuição do tamanho das partículas dos substratos encontra-se na tabela 2. Os resultados obtidos para a caracterização física dos substratos em estudo são mostrados, com as respectivas análises da variância, na Tabela 3.

O substrato PC reteve até a peneira de 0,5 mm 94,3% de partículas o que provavelmente proporcionou a este substrato uma melhor aeração e retenção de umidade e o mesmo aconteceu em todas as formulações em que este participou com mais de 50% da mistura (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição de tamanho das partículas dos substratos utilizados para a produção de mudas de sabiá. Recife-PE, 2004

Substratos	Intervalo de tamanho das partículas (mm)					
	>4,00	4,00-2,00	2,00-1,00	1,00-0,5	0,5-0,25	<0,25
	-----%-----					
S	1,8	4,9	16,1	28,8	26,8	21,0
PC	0,6	14,3	36,1	29,8	13,5	5,4
RS	19,7	46,1	19,5	8,2	4,2	1,6
S+PC (1:1)	3,6	13,8	24,8	38,0	16,9	1,7
S+PC (1:2)	9,6	11,1	19,6	37,7	17,6	3,8
S+PC (1:4)	12,3	13,8	36,8	32,4	3,3	0,7
S+RS (1:1)	5,9	10,1	15,4	19,0	23,8	24,6
S+RS (1:2)	8,3	13,8	16,6	15,0	25,8	19,7
S+RS (1:4)	10,2	15,3	17,9	15,9	24,5	15,3
S+PC+RS (1:1:1)	12,0	15,8	27,2	29,5	12,4	3,5
S+PC+RS (1:2:2)	24,1	21,4	26,8	21,2	4,5	1,2
S+PC+RS (1:2:4)	20,8	20,3	23,6	21,7	9,1	3,7
S+PC+RS (1:4:2)	19,8	17,0	18,3	23,4	14,4	5,2

S-solo, PC-pó de coco, RS-resíduo de sisal

Os resultados obtidos para os substratos combinados com o S+PC foram superiores as demais formulações, mostrando que existe vantagem em realizar misturas com substratos constituídos de partículas de diferentes tamanhos, tornando-os mais eficientes.

O tamanho das partículas do substrato, assim como, os poros que estas determinam são características que vão condicionar o cultivo das plantas, visto que, tanto a aeração das raízes como à retenção de água são afetadas em função da distribuição das partículas dos substratos (BALLESTER-OLMS, 1992).

Densidade global – dg

Dentre os substratos analisados nenhum está inserido na faixa considerada pelos autores acima citados. O substrato PC apresentou dg de 0,07 kg/dm³ e o substrato RS apresentou dg de 0,12 kg/dm³ e não diferiram estatisticamente entre si. O substrato que apresentou a maior dg 1,47 kg/dm³ foi o S por um mineral. Os tratamentos S+PC (1:4), S+PC+RS (1:2:4 e 1:4:2) apresentaram dg de 0,45 kg/dm³, 0,42 kg/dm³ e 0,46 kg/dm³, respectivamente, e não diferiram significativamente entre si. Os tratamentos S+PC (1:1) com dg 0,92 kg/dm³ e o S+RS (1:1) com dg de 0,93 kg/dm³, também não foram estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade. O mesmo aconteceu com o substrato S+PC (1:2) cuja dg foi de 0,70 kg/dm³ e o tratamento S+PC+RS (1:1:1) que apresentou dg de 0,72 kg/dm³ não diferiu estatisticamente (Tabela 3).

A densidade global é definida como sendo a relação existente entre a massa do substrato e o volume ocupado pelas partículas sólidas e pelos poros (INGRAM *et al.* 1993). Conforme De Booth e Verdonck (1974) o substrato ideal deve apresentar uma densidade global entre 0,2 a 0,3 kg/dm³, entretanto outros autores preconizam valores maiores.

Tabela 3. Densidade global (dg), densidade das partículas (dp), capacidade de recipiente na base de volume $\emptyset V(CR)$, capacidade de aeração (CA), porosidade total efetiva (P_{Te}) e porosidade total teórica (P_{Tt}) dos substratos. Recife-PE, 2004

Substratos	dg	dp	$\emptyset V(CR)$	CA	P _{Te}	P _{Tt}
	kg/dm ³	kg/dm ³	%	%	%	%
S*	1,47a	2,65a	25,52g	3,19d	28,71g	44,52g
PC*	0,07f	1,47c	61,85a	11,76bcd	73,61ab	95,23a
RS*	0,12f	1,65c	56,10ab	27,71a	83,81a	92,72ab
S+PC (1:1)	0,92b	2,60a	37,35def	4,77d	42,12f	64,61ef
S+PC (1:2)	0,70cd	2,43a	48,72bcd	4,78d	53,5def	71,19cdef
S+PC (1:4)	0,45e	2,44a	50,58abc	9,28cd	59,86cde	81,55bc
S+RS (1:1)	0,93b	2,25a	33,47efg	17,07abcd	50,54ef	58,66
S+RS (1:2)	0,80bc	2,32ab	37,27def	20,98abc	58,25cde	65,51def
S+RS (1:4)	0,55de	2,30ab	29,75g	26,25a	56,00de	76,08cde
S+PC+RS (1:1:1)	0,72cd	2,43a	41,61cde	9,89cd	51,50ef	70,37cdef
S+PC+RS (1:2:2)	0,52de	2,27ab	45,80bcd	19,19abc	64,99bcd	77,09cd
S+PC+RS (1:2:4)	0,42e	2,35ab	44,49cde	24,78ab	69,27bc	82,12bc
S+PC+RS (1:4:2)	0,46e	2,14abc	46,87bcd	15,59abcd	62,46bcde	78,50c
CV (%)	10,73	10,96	9,06	31,17	7,56	5,43

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.* S-solo, PC-pó de coco, RS-resíduo de sisal.

Pragana (1999) analisando substratos formulados a base de Plantmáx®, que é um substrato comercial elaborado com vermiculita expandida e materiais orgânicos de origem vegetal (NEGREIROS, 2004), e pó de coco, composto orgânico e vermiculita, encontrou para os respectivos substratos uma dg dentro da faixa de valores considerada ideal por De Booth e Verdonck, (1974). Outros autores como Tillmann *et al.* (1994) encontraram dg de 0,12 kg/dm³ para a vermiculita e Rodrigues *et al.* (1995) encontraram dg de 0,32 e 0,29 kg/dm³ para um composto de pó de coco e vermiculita.

Densidade das partículas

Os substratos que apresentaram menores dp (Tabela 3) foram o PC com 1,47 kg/dm³ e o MS com 1,65 kg/dm³, por serem orgânicos. O substrato que apresentou maior dp foi o S com 2,65 kg/dm³ por ser um material mineral; conseqüentemente as demais combinações em que este esteve presente os substratos apresentaram valores de dp mais elevado.

A densidade é definida como sendo a razão entre a massa das partículas do substrato e o volume que estas ocupam, sem considerar a porosidade. Para substratos minerais, devido à predominância de quartzo nos constituintes minerais do solo, o valor médio da densidade é de 2,65 kg/dm³ enquanto os compostos orgânicos apresentam um valor médio de 1,50 kg/dm³ de densidade (MINER, 1994).

Segundo De Booth e Verdonck (1972) quanto maior a densidade tem-se maior compactação, menor estrutura e menor a porosidade total e conseqüentemente maior as restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas. De um modo geral, substratos com densidade mais baixa contribuem para um melhor desenvolvimento das mudas (GRAZIANO *et al.*, 1995).

De acordo com Pragana (1999) existe certa dificuldade na obtenção da dp, pois é difícil eliminar a microporosidade intrapartículas, e portanto o volume de poros oclusos também é considerado como volume de sólido, o que pode apresentar um resultado não condizente.

Trabalhando com substratos a base de pó de coco e de vermiculita, Rodrigues *et al.* (1995) encontraram uma dp de 2,14 kg/dm³ e 2,86 kg/dm³, respectivamente. Os autores seguiram o método do balão volumétrico com álcool para determinarem a dp, e para eliminar o ar aprisionado nos poros pequenos dos substratos orgânicos e da vermiculita, utilizaram aplicação de sucção no picnômetro por bomba a vácuo. Santos (2002) encontrou uma dp de

1,36 kg/dm³ para o substrato pó de coco e 2,23 kg/dm³ para o substrato Fibrasil, que é um substrato proveniente da indústria têxtil.

Capacidade de recipiente – ØV(CR)

O substrato que apresentou o maior valor de ØV (CR) foi o PC (61,85%) porém não diferiu significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, dos tratamentos RS e S+RS (1:4), com ØV (CR) que foi de (56,10%) e de (50,58%), respectivamente. O menor valor foi observado para o substrato S que foi de (25,52%), não havendo diferença significativa para os tratamentos S+PC (1:1) e S+RS (1:2).

Define-se capacidade de recipiente como sendo o volume de água retido pelo substrato no recipiente depois de cessado o processo de drenagem (CARRIJO, 2004). Misturas que apresentam uma elevada porosidade em geral apresentam uma boa retenção de água e boa aeração. Entretanto, estas condições dependem da distribuição dos tamanhos dos poros. Assim, se os poros são grandes, a porosidade estará ocupada por ar, podendo acarretar em uma insuficiente quantidade de água. Por outro lado, se os poros são muito pequenos, a quantidade de ar disponível para a respiração das raízes pode não ser suficiente. Portanto, é necessário que a distribuição de tamanho de partículas seja adequada para que o substrato retenha quantidades convenientes de água e ar (MINER, 1994)

Valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram observados por Rodrigues *et al.* (1995) que encontraram uma ØV(CR) de 64,8% e 70,3% para os substratos pó de coco e vermiculita, respectivamente. Pragna (1999) trabalhando com 17 formulações de substratos, observou que o substrato que apresentou a maior ØV(CR) foi o pó de coco (77,4%) e que o mesmo apresentou um percentual grande de partículas pequenas, pois sua estrutura é constituída de milhões de cerdas que atuam como micro esponjas. Valenzuela *et al.* (1999) utilizando como substratos vermicomposto puro e

vermicomposto combinado com areia 1:1, encontraram valores de $\emptyset V(CR)$ de 60,2% e 55,2%, respectivamente.

Capacidade de aeração (CA)

Conforme a Tabela 3, o substrato PC apresentou uma CA de 11,76 %, portanto um valor dentro da faixa considerado ótima para CA. O tratamento S apresentou o menor valor para CA que foi de 3,19 %, seguido dos tratamentos S+PC (1:1 e 1:2) que também obtiveram valores de CA inferiores aos demais tratamentos, sendo de 4,77% e 4,78% respectivamente. Os substratos RS e S+RS (1:4) apresentaram valores de CA muito superior ao valor recomendado pelos pesquisadores 27,71% e 26,25%, respectivamente. A adição do resíduo de sisal ao solo, na proporção de (1:1 e 1:2), assim como sua adição ao solo e ao pó de coco nas proporções de (1:2:2 e 1:4:2) elevou a (CA) dos substratos.

A capacidade de aeração (CA) ou espaço de ar é definida como sendo o volume ocupado pelo ar na capacidade de recipiente (INGRAM *et al.*, 1993). Nesse sentido o substrato deve apresentar uma boa capacidade de aeração para permitir a difusão do oxigênio para as raízes, sendo indispensável para a respiração ao mesmo tempo em que supre as raízes da energia necessária à absorção de nutrientes (SALSAC *et al.*, 1987; MENEZES JÚNIOR, 2000). De acordo com Miner (1994) a porosidade do ar é a propriedade física mais importante dos substratos, e que os substratos devem apresentar valores ótimos para a capacidade de aeração no intervalo compreendido entre 10 e 20%.

Resultados divergentes para CA foram obtidos por Pragana em (1999), que encontrou para o substrato pó de coco uma CA abaixo do ideal (3,3%) quando comparou com o substrato composto orgânico que foi de (17,4%). Segundo a autora isto ocorreu porque a maior quantidade de partículas (61,44%) ficou retida na peneira de 0,5 mm, dando ao substrato pó de coco uma granulometria mais fina, conseqüentemente uma menor macroporosidade.

Porosidade total efetiva – PTe

Os substratos orgânicos pó de coco e o resíduo de sisal, apresentaram as maiores porosidades e não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento S apresentou a menor PTe entre os substratos, como também apresentou menores valores para a CA 3,19% e de $\emptyset V(CR)$ de 25,52% o que justifica uma PTe mais baixa. De maneira geral as porosidades das combinações de substratos apresentaram valores mais baixos que a dos componentes isolados, exceto o solo, conforme a Tabela 3, devido a intermistura de partículas com diâmetros diferentes.

O substrato deve ser suficientemente poroso a fim de permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para a atividade dos microorganismos do meio (KÄMPF, 2000). Para alguns autores o substrato ideal deve ter 85% do seu volume ocupado por poros (De BOOTH e VERDONCK, 1972, MINER, 1994.).

Segundo Pragana (1999), a porosidade total efetiva (PTe) refere-se ao volume de poros preenchidos com água após a saturação do substrato.

Pragana (1999) obteve resultados semelhantes ao da presente pesquisa. Encontrou uma porosidade efetiva de 86,05% para um substrato a base de composto orgânico, e uma porosidade total teórica de 93,54%. Análogos resultados foram obtidos por Grás (1982) com substrato a base de perlita, cuja porosidade efetiva foi de 81,3% e a porosidade total teórica foi de 94,9%.

Porosidade total teórica – PTt

Os substratos PC e RS apresentaram maior PTt, 95,23% e 92,72%, respectivamente, e conseqüentemente menores valores de dp e dg. Observa-se na Tabela 3 que o substrato S apresentou maiores valores para a dp 2,65% e para dg 1,47% sendo que a PTt foi de 44,52% a mais baixa entre todas as

combinações, uma vez que porosidade esta relacionada com a dg e a dp dos substratos. A PTt é maior que a PTe dada a influência dos poros oclusos na determinação desta última.

4.2. Caracterização Química dos substratos

Condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogênionico (pH) dos substratos

Observa-se na (Tabela 4) que os substratos RS; S+PC+RS (1:4:2 e 1:2:4) e S+RS (1:4) apresentaram CE mais alta sendo de 2,91 dS/cm; 2,87 dS/cm e 2,66 dS/cm e 2,31 dS/cm, respectivamente. Conforme Ingram *et al.* (1990) substratos que apresentam uma CE acima da faixa de valores entre 1,0 e 1,5 dS/cm, são considerados altos, o que provavelmente pode acarretar limitações no desenvolvimento das mudas.

Tabela 4 - Condutividade Elétrica (CE) e potencial hidrogênionico (pH) de Argissolo vermelho amarelo distrófico (S), pó de coco (PC) e resíduo de sisal (RS) das combinações dos substratos. Recife-PE, 2004

Substratos	CE (dS/cm)	pH
S*	0,14f	5,7c
PC*	0,26f	6,3c
RS *	2,91a	9,3a
S+PC (1:1)	0,15f	6,5c
S+PC (1:2)	0,11f	6,6c
S+PC(1:4)	0,17f	6,7c
S+RC(1:1)	1,16e	8,1b
S+RS (1:2)	1,53d	9,1ab
S+RS (1:4)	2,31c	9,0ab
S+PC+RS (1:1:1)	1,65d	8,2ab
S+PC+RS (1:2:2)	2,18c	8,6ab
S+PC+RS (1:2:4)	2,66b	8,7ab
S+PC+RS (1:4:2)	2,87a	8,5ab
CV (%)	5,40	4,83

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. *S-solo,PC-pó de coco, RS-resíduo de sisal.

Os substratos que promoveram maior desenvolvimento das mudas foram S, S+PC (1:1; 1:2; 1:4) provavelmente por terem apresentado uma CE e pH mais baixos, e portanto com valores considerados ideais segundo Ingram *et al* (1990) e Ballester-Olms (1992) que devem estar abaixo de 0,7 dS/cm. As demais combinações de substratos apresentaram valores de CE muito próximos ao ideal.

Com relação ao pH os substratos RS; S+RS (1:1; 1:2; 1:4); S+PC+RS (1:1:1; 1:2:2; 1:2:4; 1:4:2) foram os que apresentaram os valores mais elevados, estando portanto muito acima dos valores considerados como ideal para o cultivo de plantas. Nave (2002) considera que a faixa adequada de pH está entre 5,5 e 6,5, e que valores fora dessa faixa podem causar desequilíbrios fisiológicos, pois afetam a disponibilidade de nutrientes, o que conseqüentemente influenciaria o desenvolvimento das plantas. Os substratos S; PC; S+PC (1:1; 1:2; 1:4) além de apresentarem valores muito semelhantes, e próximos à faixa considerada como ideal pelo mesmo autor, não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, e foram os substratos que mais favoreceram o crescimento do sabiá.

Resultados semelhantes para o pH e a CE em substrato pó de coco foram obtidos por Pragana em (1999), cujos valores foram 6,36 para o pH e de 0,10 dS/cm para a CE. Também Santos em (2002) obteve trabalhando com o sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e utilizando pó de coco como substrato valores de 6,2 para o pH e 0,42 de CE. Bezerra *et al.* (2001) obtiveram trabalhando com pó de casca de coco maduro valores de pH de 6,65 e CE de 0,46 dS/cm, para o pó de casca de coco verde pH de 4,35 e CE de 1,02 dS/cm e para a casca de arroz carbonizada um pH de 7,14 e CE de 1,77 dS/cm. Segundo os autores os resultados encontrados mostraram que o pó de casca de coco maduro pode ser utilizado como substrato de enraizamento para estacas de crisântemo de corte, e que o pó de casca de coco verde deve ter seu pH corrigido para só então poder ser utilizado como substrato.

Teores de N, P e K nos componentes dos substratos.

Observando-se a Figura 1, verifica-se que os substratos PC e RS apresentaram valores mais altos com relação aos teores de N, P e K, provavelmente por serem orgânicos e que os demais substratos podem ter sido influenciados pelo substrato S por este ser caracterizado como um Argissolo vermelho-amarelo distrófico, um solo que apresenta baixa fertilidade.

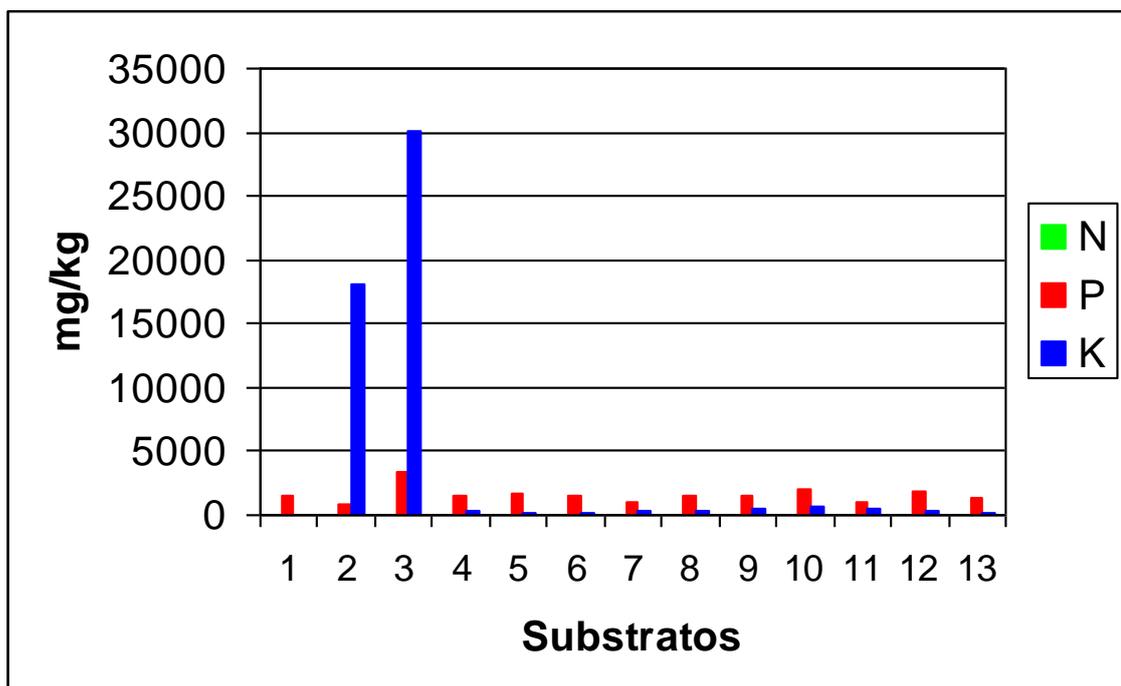


Figura 1- Teores de N, P e k dos substratos utilizados para produção de mudas de sabiá. Recife/PE, 2004.

Substratos: 1-S, 2-PC, 3-RS, 4-S+PC (1:1), 5-S+PC (1:2), 6-S+PC (1:4), 7-S+RS (1:1), 8-S+RS (1:2), 9-S+RS (1:4), 10-S+PC+RS (1:1:1), 11-S+PC+RS (1:2:2), 12- S+PC+RS (1:2:4), 13-S+PC+RS (1:4:2).

Outra característica que pode ter influenciado as combinações dos substratos foram o pH e a CE encontrados no substrato RS, uma vez que a maioria dos nutrientes essenciais tem sua forma e disponibilidade alterada no solo/substrato em função do pH. A falta de qualquer elemento essencial no solo/substrato alterará diretamente a fotossíntese, pois as plantas apresentarão um menor crescimento e portanto a área fotossintetizante diminuirá (FERRI, 1979).

Santos (2002) utilizando como substrato pó de coco na produção de mudas de sabiá encontrou valores inferiores tanto para o P de 244,8 mg/kg como para o K de 220 mg/kg, quando comparados ao da pesquisa, cujos valores foram de 858,24 mg/kg de P e 18045,19 mg/kg de k. Pragana (1999), também trabalhando com o pó de coco como substrato para a produção de *Eucalyptus cirtriodora* encontrou valores inferiores para o P de 41,21 mg/kg e para o K de 79,60 mg/kg.

Teores de Ca, Mg, Na e S nos substratos

Com relação aos teores de Ca, Mg, Na, e S, observa-se na Figura 2 que os substratos S+RS (1:1; 1:2; 1:4), S+PC+RS (1:1:1; 1:2:2; 1:2:4) foram influenciados pelo substrato MS o qual apresentou teores mais altos com relação aos nutrientes acima citados. Os demais substratos apresentaram valores mais baixos quanto aos teores de Ca, de Mg, de Na e de S.

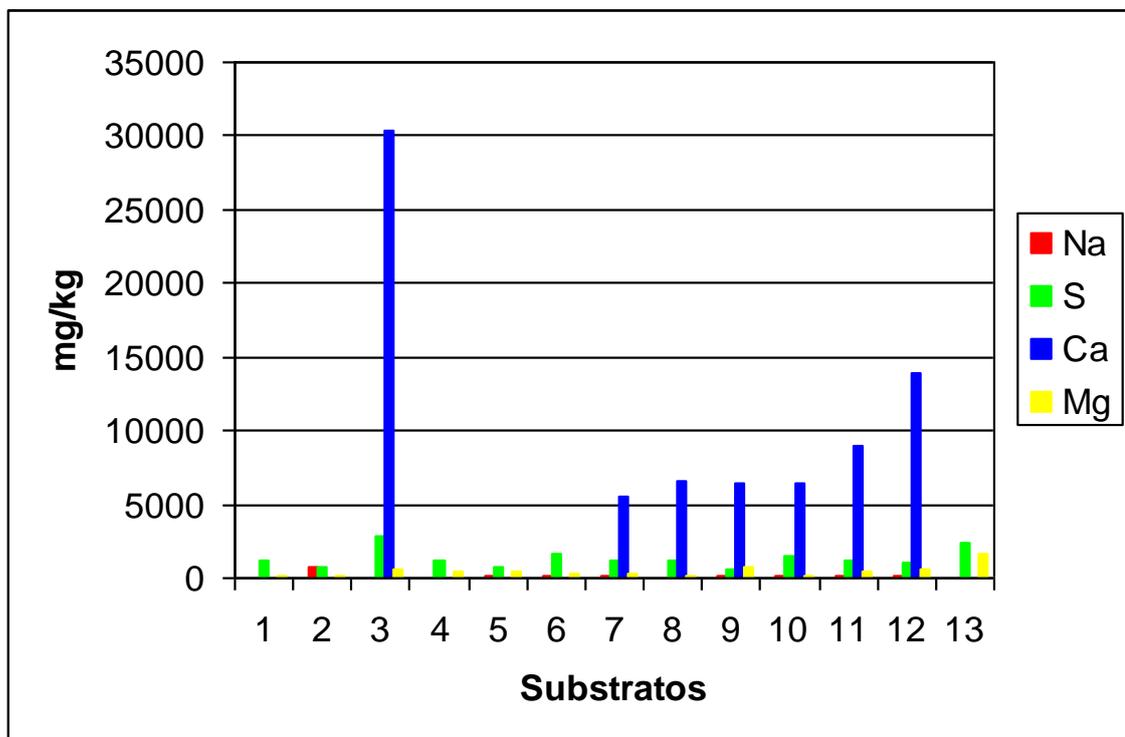


Figura 2- Teores de Na, S, Ca e Mg dos substratos utilizados para produção de mudas de sabiá. Recife/PE, 2004.

Substratos: 1-S, 2-PC, 3-RS, 4-S+PC (1:1), 5-S+PC (1:2), 6-S+PC (1:4), 7-S+RS (1:1), 8-S+RS (1:2), 9-S+RS (1:4), 10-S+PC+RS (1:1:1), 11-S+PC+RS (1:2:2), 12- S+PC+RS (1:2:4), 13- S+PC+RS (1:4:2).

Testando a potencialidade do uso do pó de coco como substrato para plantas Pragana (1999) obteve os seguintes valores para o Na de 12,47 mg/kg, de 8,96 mg/kg para o Ca e de 5,34 mg/kg de Mg. Estes resultados são inferiores aos observados na presente pesquisa, cujos valores encontrados foram de 744,98 mg/kg de Na, 46,32 mg/kg de Ca, 133,14 mg/kg de Mg e de 821,54 mg/kg de S.

Teores de Carbono orgânico, de matéria orgânica e relação C/N nos substratos.

Os menores teores em relação à matéria orgânica, a relação C/N e ao C orgânico foi o S por este ser de natureza predominantemente mineral. Os substratos PC e RS, por serem orgânicos apresentaram valores encontrados em termos de C orgânico, de matéria orgânica e da relação C/N superiores aos demais substratos analisados (Figura 3). Como o substrato S esteve presente na formulação dos demais, ocorreu uma diminuição dos teores de C orgânico, de MO e da relação C/N de maneira geral.

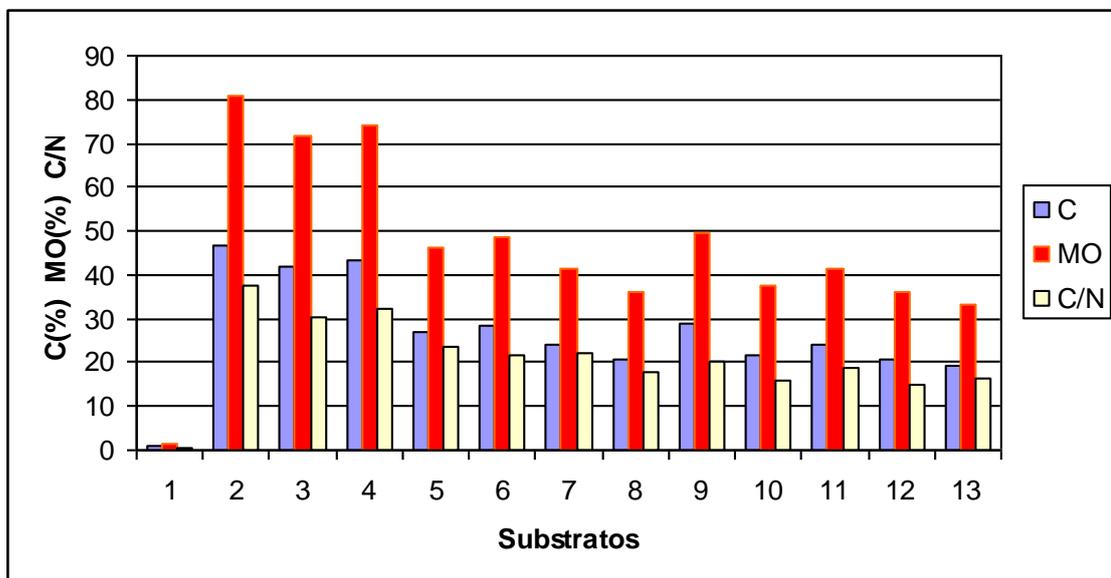


Figura 03. Teores de carbono (C) orgânico, de matéria orgânica (MO) e relação (C/N) dos substratos utilizados na produção de mudas de sabiá. Recife/PE, 2004.

Substratos: 1-S, 2-PC, 3-RS, 4-S+PC (1:1), 5-S+PC (1:2), 6-S+PC (1:4), 7 - S+RS (1:1), 8-S+RS (1:2), 9-S+RS (1:4), 10-S+PC+RS (1;1:1), 11- S+PC+RS (1:2:2), 12- S+PC+RS; 13-S+PC+RS (1:4:2).

A matéria orgânica é considerada um componente fundamental para que os substratos cumpram a sua finalidade, que de acordo com Rosa Júnior *et al.* (1998) seria a de aumentar a capacidade dos mesmos em reter água e a disponibilidade de nutrientes para as mudas. Segundo Trigueiro e Guerrini (2003) a matéria orgânica apresenta outras vantagens sobre o desenvolvimento vegetal, tais como redução da densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio. De fato os substratos (PC) e (RS) obtiveram menores valores tanto para densidade das partículas como para a densidade global, como também apresentou maiores valores para porosidade do meio, o que confirma as observações dos autores.

Conforme Abad e Noguera (1998) uma relação C/N entre 20 e 40 indica um substrato constituído por material orgânico maduro e estável, condição alcançada pelos substratos PC com 37,33, PC (1:1; 1:2; 1:4) com 32,44; 23,73; 21,51 e ainda RS e S+RS (1:1) com 30,53 e 22,17 respectivamente. Entretanto, os substratos PC e PC (1:1; 1:2; 1:4) por apresentarem CE e pH dentro da faixa considerada como ideal, obtiveram um melhor desempenho com relação ao crescimento das mudas de sabiá.

O substrato RS e as demais formulações em que este esteve incluído apresentaram uma redução drástica no crescimento, em virtude de também terem apresentado uma CE e pH fora da faixa considerada por Ingram *et al.* (1990) e Nave (2002), o que provavelmente propiciou a indisponibilidade dos nutrientes para as mudas.

Trabalhando com pó de coco, Pragana (1999) encontrou uma relação C/N de 41,63. Análogos resultados ao desta pesquisa em termos de relação C/N foi encontrado por Santos (2002), cujo valor foi de 36. A relação C/N do pó de coco desta pesquisa foi de 37,33, o que demonstra que ele tem maior estabilidade estrutural, uma vez que se encontra dentro da faixa que indica um substrato constituído por material orgânico maduro e estável.

4.3. Produção de mudas

A emergência das plântulas de sabiá iniciou a partir do 4º dia após a semeadura e as observações prosseguiram até o 10º dia, quando alguns tratamentos apresentaram 99% de emergência (Tabela 5). Segundo Lorenzi (2002) o percentual de emergência (%E) do sabiá é de modo superior a 50 %, e os substratos S; S+PC (1:1; 1:2; 1:4) apresentaram percentual de (%E) acima de 95 %, um valor superior ao citado pelo autor, como também apresentaram médias mais altas para o índice de velocidade de emergência (IVE), seguidos dos substratos S e S+PC (1:1) (Tabela 5)

Tabela 5 - índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Percentual de Emergência (%E) de sementes de sabiá posta para germinar em diferentes substratos. Recife-PE, 2004

Substratos	IVE	%E
S*	6,25 a	89,84 ab
PC*	7,30 a	99,21 a
RS*	2,23 c	41,43 d
S+PC (1:1)	6,11 a	92,96 ab
S+PC (1:2)	6,63 a	95,31 a
S+PC (1:4)	6,90 a	96,87 a
S+RS (1:1)	5,27 ab	70,31 bc
S+RS (1:2)	3,63 bc	51,56 cd
S+RS (1:4)	2,59 c	37,50 d
S+PC+RS (1:1:1)	5,47 ab	79,68 ab
S+PC+RS (1:2:2)	5,28 ab	77,34 ab
S+PC+RS (1:2:4)	5,72 ab	79,68 ab
S+PC+RS (1:4:2)	5,15 ab	79,68 ab
CV	17,02	12,64

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

*S-solo, PC-pó de coco e RS-resíduo de sisal

A alta condutividade elétrica e o pH alcalino apresentado pelos substratos contendo RS (Tabela 4) pode ter afetado tanto o IVE como o %E, pois segundo Backes *et al.* (1988), um alto teor de sais solúveis pode provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante das condições inerentes do próprio substrato ou pelo excesso de adubação.

De acordo com Penningsfeld (1983), o teor máximo de sais permitido para as espécies consideradas tolerantes é de 3 g.L⁻¹. Assim, se pode deduzir que os demais tratamentos não apresentaram níveis excessivos de sais, pois todos apresentaram um percentual de emergência acima de 50%, havendo portanto nas misturas preparadas um efeito de diluição.

Resultados divergentes ao da pesquisa foram observados por Pragana (1999), estudando a produção de mudas de *E. citriodora* com diferentes combinações de substratos. Observou-se que, embora os substratos apresentassem diferentes composições químicas, a quantidade de nutrientes contida nos mesmos e as reservas nutritivas das sementes foram suficientes para promover a emergência das plantas, em nível semelhante para todos os tratamentos.

Crescimento das plantas

Com relação as variáveis de crescimento das mudas, como altura (H), o diâmetro do caule ($\emptyset C$), número de folhas (NF), área foliar (AF) e a matéria seca da parte aérea (MSPA) os substratos RS, S+RS (1:1; 1:4), S+PC+RS (1:2:4; 1:4:2), não apresentaram número de repetições suficientes pois as plântulas não alcançaram um desenvolvimento satisfatório, ocorrendo uns baixos percentuais de sobrevivência, resultando na retirada destes quando se procederam às análises da variância para as variáveis morfofisiológicas estudadas (Tabela 5).

A adição de resíduo de sisal as misturas além provocar um baixo percentual de sobrevivência as plântulas afetou também o crescimento das mudas de sabiá sendo notório o efeito danoso desse resíduo. Observou-se ainda a rápida deterioração do resíduo de sisal logo que os recipientes foram preenchidos com as misturas de substratos.

Analisando (H) das plantas verifica-se que os substratos S+PC (1:1; 1:2 e 1:4) apresentaram médias superiores aos demais e que o substrato S+RS

(1:1) promoveu o menor desenvolvimento das mudas em altura ficando com 14,7 cm. O mesmo foi verificado com relação aos substratos S+PC+RS (1:1:1 e 1:2:2), com 45,0 cm e 36,3 cm, respectivamente, isto devido provavelmente a CE e o pH que estes apresentaram conforme se pode observar na Tabela 4.

Valores inferiores ao desta pesquisa tanto para altura como para diâmetro de caule ($\emptyset C$) foram encontrados por Negreiros *et al.* (2004) avaliando a influência de diversos substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. Eles observaram que o substrato contendo Plantmáx® (substrato comercial), esterco de curral, solo e areia na proporção de (1:1:1, v/v), são uma boa alternativa para a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo, cuja altura foi de 76,9 cm e o $\emptyset C$ foi de 4,5 mm, sendo superior a todos os outros por eles testados

Tabela 6 – Altura das plantas (H), diâmetro do caule ($\emptyset C$), número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas de sabiá cultivadas nos diferentes substratos. Recife-PE, 2004

Substratos	H cm	$\emptyset c$ mm	NF	AF .. cm ²	MSPA g
S*	75,1b	5,4b	13,5bcd	48,0bc	11,7cde
PC*	71,1b	5,9ab	13,7abcd	66,0ab	13,1bcd
S+PC (1:1)	81,4ab	5,7ab	14,3abc	62,3ab	14,0 abc
S+PC (1:2)	95,6 a	6,8 a	16,8 a	77,2 a	20,4 a
S+PC (1:4)	80,1ab	5,6ab	15,1ab	69,5 a	19,2ab
S+RS (1:1)	14,7d	2,0d	10,4e	9,1d	1,5f
S+PC+RS (1:1:1)	45,0c	3,9c	12,0cde	41,8c	7,1def
S+PC+RS (1:2:2)	36,3c	3,5c	11,3de	32,0c	5,8ef
CV (%)	10,15	9,34	6,0	13,97	20,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*S-solo, PC-pó de coco, RS-resíduo de sisal.

Em termos de diâmetro de caule ($\emptyset C$), os substratos que se destacaram e obtiveram maiores médias foram os PC, S+PC (1:1; 1:2 e 1:4), seguido do substrato S com um ($\emptyset C$) de 5,4 mm. O menor valor observado foi o do

substrato S+RS (1:1) de 2,0 mm, sendo significativamente diferente dos demais. Os substratos S+PC+RS (1:1:1; 1:2:2) obtiveram 3,9 mm e 3,5 mm de (\emptyset C), respectivamente, e foram diferentes dos outros, estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando a área foliar e o número de folhas, verificou-se que os substratos PC, S+PC (1:1; 1:2; 1:4) obtiveram as maiores médias e não diferiram estatisticamente entre si, ficando a menor média por conta do substrato S+RS (1:1) diferindo portanto estatisticamente de todos dos demais, seguido dos substratos S+PC+RS (1:1:1 e 1:2:2).

Com relação ao crescimento das mudas de sabiá, em termos de matéria seca da parte aérea, os substratos que obtiveram melhores resultados foram S+PC (1:1; 1:2 e 1:4), os quais foram diferentes estatisticamente dos demais substratos testados, entretanto o substrato PC apresentou uma média próxima a estes tratamentos. A menor média foi obtida pelo tratamento S+RS (1:1) diferindo estatisticamente de todos os outros substratos avaliados.

Avaliando o crescimento de mudas de *E. citriodora* com diferentes combinações de substratos a base de pó de coco, composto orgânico, vermiculita e Plantmáx® (substrato comercial), Pragana (1999) obteve valores médios maiores para o número de folhas e valores médios menores com relação ao peso da parte aérea seca. Vale ressaltar que a autora realizou a contagem total das folhas de *E. citriodora*, diferente da contagem aqui efetuada que foi realizada por amostragem, entretanto ambas as pesquisas confirmam que a utilização do pó de coco como substrato para plantas é bastante viável.

5. CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento os resultados obtidos permitiram concluir que:

1. Os substratos combinados contendo o pó de coco apresentaram melhores resultados com relação às características físicas e químicas, quando comparados aos demais substratos sendo recomendado para a produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth);
2. Os substratos contendo pó de coco nas combinações apresentaram resultados satisfatórios para percentual de emergência, para índice de velocidade de emergência e crescimento das plântulas;
3. Recomenda-se a produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) com substratos a base de pó de coco, ou quando este integrar mais de 50% das formulações em substratos contendo Argissolo vermelho amarelo distrófico;
4. Não é recomendada a produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) contendo, nas combinações dos substratos, o resíduo de sisal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J. L. *et al.* Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro sem solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p. 215-219, 1999.

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

BACKES, M. A., KÄMPF, A. N.; BORDAS, J. M. C. Substratos para a produção de plantas em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1998, Nova Prata, **Anais...** Nova Prata. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1988. p. 665-675.

BALLESTER-OLMS, J.F. **Substratos para el cultivo de plantas ornamentales**. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1992. 43p.

BATRA, S. K. Tomato production in cocopeat. In: TEO and TAN. **Handbook of fiber science and technology: other log vegetable fibers**. 4 ed.[S.l: s.n.], 1993, 69 p.

BELLÉ, S. Uso de turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão/RS) como substrato hortícola, 1990. 142f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BENJAMIN, L. R. Variation in the of seedling emergence within populations: a featisce that determines individual growth and development. **Advances in agronomy**. New York, v. 44, p. 1-25, 1990.

BEZERRA, F. C. *et al.* Utilização de pó de coco como substrato de enraizamento para estacas de crisântemo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n. 2, p. 129-134, 2001.

BEZERRA, F. C. et al. Growth of lettuce seedlings using coir dust as substrate. In: CONGRESSO NACIONAL DELA SOCIEDAD MEXICANA DE CIÊNCIAS HORTICOLAS; REUNN DELA SOCIEDAD INTERAMERICANA DE HORTICULTURA, 47; CONGRESSO DELA ASSOCIACION MEXICANA DE HORTICULTURA ORNAMENTAL, 8., 2001, Morelos. **Anais...** Morelos: [S. Ed.], 2001, v.8, n. 32, p. 62.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de análises químicas em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2004. 165 p.

BUNT, C.A. **Modern potting composts**. Londres: George Allen, 1976. 277p.

BURGER, D. W.; HARTZ, T. K.; FORISTER, G. W. Composted green waste a container medium amendment for the production of ornamental plants. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 1, p. 57-60, 1997.

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

CARRIJO, O. A. *et al.* Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004.

CRESSWELL, L.G.C. Coir dust – Aviable alternative to pear? **Proceeding Australian**. Potting Mix manufactures Conference. Sydney, [S.v, s.n.], p. 1-5, 1992.

CHONG, C. Experiences with the utilization of wastes in nursery potting mixes and field soil amendments. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 79, n. 1 1, p.139-148, 1999.

DE BOOTH, M.; VERDONCK, O. Physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulture**. Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.

DE BOOTH, M. , VERDONCK, O. Medtod for measuring the water release curve of organic substrates. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 37, p. 2054-2060, 1974.

DIAS, L. C. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L.C.; MELLO, J.W.V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG. UFV, 1998. 247-251p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do abastecimento, 1997. 212p.

EVANS, M. R. ;KONDURUAND, S.; STAMPS, R. H. Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. **Hort Science**, Alexandria, v. 31. p. 965-967, 1996.

FAGUNDES, N.B.; FIALHO, A. A. Produção de mudas de *Eucalyptus* via sementes no sistema tubete na COPENE. **IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 20-27, 1987.

FAO. Yearbook. Rome, 1995. p.120-121. (Production, 49)

FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1979, 331p.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FONTENO, W. C. Growing medis types and physical/chemical properties. In: REGD, D. W. (Ed). **A growers guide to water, media and nutrition grenhouse crops**. Batavia: Ball, 1996. p. 93-122.

GONÇALVES, J.L.M. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. **IPEF**, Piracicaba, p. 309-350, 2000.

GONÇALVES, J. L. M. Uso de resíduo industrial como substrato para produção d e mudas em tubetes na Ripasa Florestal S.A.: **IPEF**, Piracicaba, v.4, n.13, p.18-20, 1987.

GRÁS. R. ; ÁGÜES, I. Quelques propriétés physiques des substrats horticoles. **Revue Horticole**, Paris, n. 230, p. 789-791, 2000. Suplemento.

GRÁS, R. Propriétés physiques des substrats. In: BLANC, M. (Ed): **Les Cultures hors sol**. Paris: INCRA, 1987. p.80 -126.

GRAZIANO, T. T. *et al.* Interação entre substratos e fertirrigação na germinação e na produção de mudas *Tagetes patula* L. (compositae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.2, p.78-85, 1995.

HANDRECH, K. A.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and flowers**. Sydney: University of new South Wales Press, 1999. 448 p.

HENRIQUES, E. P. *et al.* Produção de mudas na acesita energética S.A. **IIPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p.13-17, 1987.

HOLANDA, J. S. Processamento de rações via fermentação microbiana de resíduos da agroindústria do sisal. Natal, [S.n.], 2002. 19p.

HIGAKI, T.; POOLE, R. T. A. A media and fertilizer study in Anthurium. **Journal of the America Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n. 1, p 98-100, 1978.

INGRAM, D. L.; HENLEY, R. W.; YEAGER, T. H. **Growth media for container grown ornamental plants**. Florida: University of Florida 1993. 16 p. (Bulletin 241, may 1993).

INGRAM, D. L.; HENLEY, R. W.; YEARGER, T. H. **Diagnostic and monitoring produceres for nurse crops**. Florida: University of Florida, 1990. 11p. (Bulletin, 556, Nov. 1990).

KAMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: **Agropecuária**, 2000. 254p.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M.H. Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. (Ed). 2000, Porto Alegre. **ANAIS...** Porto Alegre: Gênese, 2000. 312p.

KÄMPF, A. N. Substratos para plantas: um desafio para a ciência do solo. **Revista Opinião**, Rio de Janeiro, v. 26, n.1, p. 5-16, 2001.

LEAL, E. J. *et al.* **Sistema agroindustrial do sisal na Paraíba**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 41p.

LELES, P. S. S. *et al.* Qualidade de mudas de *Eucalyptus spp.* Produzidas em blocos prensados e em tuberes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n.1, p. 13-20, 2000.

LIMA, J.L.S. **Plantas forrageiras das caatingas** – usos e potencialidades. Petrolina: EMBRAPA, 1996. 38p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 179p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981, 80 p.

MARTINEZ, F.X.; SEPÓ, N.; VALERO, J. Physical and Physicochemical Properties of Peat-Coir mixes and the effects of clay-material addition - Proc. Int'l Symp on growing media and plant nutrition. Ed. R.U. Roeber - **Acta Horticultural**, Barcelona, p. 39-46, 1997.

MEEROW, W., Growth of two subtropical ornamentales using coir dust (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. **Hort Science**, Alexandria, v.29. p.1484-1486, 1994.

MELO, W. J. *et al.* Uso de resíduos em hortaliças impacto ambiental. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p 67-82, 2000.

MENEZES JÚNIOR, F.G.; *et al.* Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p. 164-170, 2000.

MENDES, B.V. **Sabiá** (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) : valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das Caatingas. Mossoró: ESAM, 1989. (Coleção Mossoroense. Série B, 660).

MINANI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 135p.

MINER, J. A. Sustratos: propiedades y caracterizacion. Madri, Mundi Prensa 1994. 172p.

MOREIRA, J. A. N. *et al.* **Declínio do sisal e medidas para seu soerguimento no nordeste brasileiro**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1996. 19p. (Documentos, 45).

NAVE, A G. *et al.* **Implantação de viveiros de essenciais florestais**. São Paulo: ESALQ/USP, 2002. 22p.

NEGREIROS, J. R. S. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 51, n. 294, p. 243-343, 2004.

NOGUERA, P. A. *et al.* Coconut coir waste, a new viable ecogilly – Friendly peat substitute. **Acta Horticultural**, Valencia, v. 517, p, 279-286, 2000.

NORRIS, D. O.; DATE, R. A. Legume bacteriology. In: SHAW, N. H.; BRYAN, W. W. (Ed.) **Tropical pastures research, principles and methods**. Hurley: Commoweath Bureau of Pastures and Field Crops, 1976. p.134-174 (Bulletin, 51).

NUNES, M. V. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó de coco**. Aracajú: Embrapa, tabuleiros costeiros, 2000. 29 p. (Circular técnica, 13).

OFFORD, C. A.; MUIR, S. e TYLER, J. L. Growth of selected Australian plants in soilless media using coir as a substitute for peat. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 38, n. 8, p. 879-887, 1998.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. Estudo das estruturas anatômicas de algumas propriedades físicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em áreas da caatinga,. **Brasil Florestal**, Brasília, v.10, n.43, p.47-58, 1980.

PAULILO, M. T. S. e FILIPPE, G. M. Crescimento de folhas de árvores de *Qualeia grandifolia* Mart. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 15, p. 85-93, 1992.

PRAGANA, R. B. **Potencial de resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola.** 1999. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PENNINGSFELD, F. Substrates for protected cropping. **Acta Horticulturae**, v. 82, p. 13-22, 1978.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den gartenbau besonders in Deutschland: ein Kritischer überblick. **Planta and soil**, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983.

PUCHALSHI, L. E. **Sistema de produção de mudas em plugs:** propagação vegetativa de hibisco, *Hibisco rosa-sinensis*, L. 1999, 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RIBEIRO, W.L. **Jardim e jardinagem.** Brasília: EMATER - DF / EMBRAPA/SPI, 1994. 56p.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil:** manual de dendrologia brasileira. 2. ed. São Paulo: Edgar Bluncher, 1986. 296p.

RODRIGUES, J. J. L.; PEREIRA, A. R.; RAMOS, C. M. C. Características físicas de substrato hortícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995. Viçosa, MG. **Resumos...**Viçosa, MG. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1995. v.1, p.189.

ROSA, M. de F. *et al.* **Processo agroindustrial:** obtenção de pó de casca de coco verde. Fortaleza: EMBRAPA, 2001. (Comunicado técnico, 61).

ROSA JÚNIOR, E. J. *et al.* Efeitos de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill, em tubetes. **Revista de Ciências Agrárias**, Buenos Áries, v. 1, n.2, p. 18-22, 1998.

SALSAC, L. *et al.* Nitrate and ammonium nutrition in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 25, n. 6, p. 805-812, 1987.

SANDERSON, K. C. Use of sewage-refuse compost in the production of ornamentals plants. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 2, p.15-20, 1980.

SANTOS, J. D. A. Sisal In: CONAB. **Safra de verão 1996/1997: preços mínimos**. Brasília, 1997. p. 83-88.

SANTOS, K.S.R. Atuação do enxofre com *Thiobacillus* na solubilização do fosfato natural e materiais orgânicos em solo de tabuleiro cultivado com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) 2002. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de PE, Recife.

SCHIE, W. van. Standardization of substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.1, n. 481, p. 71-77, 1999.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA – Solos, 1999. p. 152-155.

SILVA, O R. R. F.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 205p.

SILVA, O. R. R. F. *et al.* Peneira rotativa CNPA uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem de sisal na alimentação animal. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1998. 15 p. (Boletim de pesquisa, nº. 36).

SILVEIRA, R.L.V. de A ; MUNIZ, M.R.A ; HIGASHI, E.N. **Adubação e nutrição de espécies nativas: viveiro e campo**. São Paulo: USP, 2002. 22p.

SILVEIRA, E. B. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 20, p. 2111-216, jun. 2002.

STAMPS, R. H.; EVANS, M. R. Growth of *Dieffenbachia maculate* “Camille” in growing media containing sphagnum peat or coconut coir dust. **Hortscience**, Alexandria, v. 35, n. 5, p. 844-847, 1997.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, F. L. E. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., compositae) ‘white polaris’ em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura e Ornamental**, Campinas, v. 1, n.2, p 71-77, 1995.

SPURR, S. N. BARNES, B. N. **Forest ecology**, New York: The Ronald Press, 1973, 571 p.

TAMISO, L. G. *et al.* Efeitos do lodo de esgoto sobre o solo e o desenvolvimento da cultura da alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 789-791, 2000. Suplemento.

TIGRE, G. B. **Silvicultura para matas xerófilas-sabiá**. Fortaleza: DNOCS, 1986. p. 151-152. (Publicação,25).

TILLMANN, M.A.A. *et al.* **Comparação entre diversos substratos no enraizamento de estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* L.)** **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.17-20, 1994.

TRIGUEIRO, R. M. GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia florestalis**, Piracicaba, v.64, p. 150-162, 2003.

VALENZUELA, O. R. *et al.* Modificación de las propiedades físicas, pH y conductividade elétrica de lombricompostos inducida por el agregado de arena. ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS (ENSUB), 1999, Porto Alegre: **Anais...** Porto Alegre: Gênese, 1999. p.191-196.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materiales used as susbstrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 150, p. 155-160, 1984.

VERDONCK, O.; PENNINGCK, R.; DE BOODT, M. The physical properties of different horticulture substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 150, p. 155-160, 1983.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

WALTERS, W. E.; LEWELLYN, W.; NESMITH, J. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty seven soil média. **Proceedings of Florida State Horticultural**, Miami, v.83, p.482-488, 1970.

WILSON, G. C. S. Analitical analyses and physical properties of horticulture substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 19-32, 1984.

WILSON, C. G. S. Tomato production in bark substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 150, p. 271-276, 1983.