



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

MURILO FIGUEREDO CAMPOS DE JESUS

**EFEITO DE SUBSTRATOS E DA ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA
QUALIDADE DE MUDAS DE *Inga laurina* (Sw.) Willd. (FABACEAE)**

ILHÉUS - BAHIA

2013

MURILO FIGUEREDO CAMPOS DE JESUS

**EFEITO DE SUBSTRATOS E DA ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA
QUALIDADE DE MUDAS DE *Inga laurina* (Sw.) Willd. (FABACEAE)**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, à Universidade Estadual de Santa Cruz.

Área de concentração: Cultivos em Ambiente Tropical Úmido

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Schramm Mielke

Co-orientadores: Prof. Dr. José Olímpio de Souza Júnior
Prof. Dr. George Andrade Sodré

ILHÉUS - BAHIA

2013

MURILO FIGUEREDO CAMPOS DE JESUS

**EFEITO DE SUBSTRATOS E DA ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA
QUALIDADE DE MUDAS DE *Inga laurina* (Sw.) Willd. (FABACEAE)**

Ilhéus, 18/04/2013.

Marcelo Schramm Mielke - DS
UESC/DCB
(Orientador)

Eduardo Gross - DS
UESC/DCAA

Rogério Ferreira Ribas - DS
UFRB/CCAAB

AGRADECIMENTOS

A todos da minha família, em especial a minha mãe e avó – Hélia Figueredo dos Santos e Cacilda Figueredo dos Santos – e a minha irmã, Jéssica Figueredo Campos de Jesus.

À minha namorada Fabiane Ferreira Neiva pelo apoio e incentivo.

Aos meus tios Álvaro Figueredo dos Santos e Itamar Figueredo dos Santos pelo estímulo constante.

Aos meus orientadores, em especial ao Marcelo Schramm Mielke, Arlicélio de Queiroz Paiva, Dan Érico Vieira Petit Lobão, Eduardo Gross, Fábio Pinto Gomes, George Andrade Sodré, José Olímpio de Souza Júnior, Letícia dos Anjos e Quintino Reis de Araújo por todo aprendizado.

Aos colegas e amigos Breno Antunes de Campos, Daniela Vieira, Ediófila Brito Rocha, Gabriel Salles Góes, Hellen Ariadne Santos Pereira, José Lima da Paixão, Matheus Silva Bessa Leite, Matheus Souza Naufal, Nathália Alves de Souza, Raimundo de Oliveira Cruz Neto, Tasso Marques Alencar Freitas, Zairo Argôlo Batista e demais colegas.

Ao Instituto Floresta Viva pelo "espaço experimental" cedido e apoio incondicional no Viveiro Comunitário Floresta Viva, especialmente a Gerson José Sales Neto, Jorge Chiapetti, Nilson Antônio dos Santos, Rones Flásgordes Souza e Rui Barbosa Rocha.

À Universidade Estadual de Santa Cruz, especialmente ao técnico Gerson por toda ajuda e paciência.

Ao CNPq pela concessão da bolsa técnica e apoio financeiro do projeto.

EFEITO DE SUBSTRATOS E DA ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Inga laurina* (Sw.) Willd. (FABACEAE)

RESUMO

A produção de mudas de alta qualidade é importante para o sucesso dos programas de restauração florestal. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de misturas de substrato comercial e pó de coco para a produção de mudas de *Inga laurina*. Dois experimentos foram montados em um delineamento em blocos casualizados generalizados, com quatro blocos, três repetições dentro dos blocos e três mudas por repetição. Tubetes de polietileno foram preenchidos com quatro misturas (v:v) de um substrato comercial HS Florestal (HSF) e pó de coco (PC) nas seguintes proporções: T1 = 100% HSF; T2 = 80% HSF + 20% PC; T3 = 60% HSF + 40% PC e T4 = 40% HSF + 60% PC. Os experimentos foram realizados de forma independente, com (experimento I) e sem (experimento II) adubação suplementar. Foram realizadas medidas de crescimento e qualidade das mudas no momento da repicagem e no final dos experimentos; aos 81 dias (experimento I) e 110 dias (experimento II). Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação estatística. Com a adubação suplementar, não houve diferença no crescimento e na qualidade das mudas até 60% pó de coco adicionado ao substrato comercial. Na ausência de fertilização suplementar, uma mistura de 80% HSF + 20% PC é indicada para a produção de mudas *I. laurina*.

Palavras-chave: Mata Atlântica, pó de coco, índice de qualidade de Dickson, viveiros florestais.

EFFECT OF SUBSTRATES AND FERTILIZATION ON GROWTH AND QUALITY OF *Inga laurina* (Sw.) Willd. (FABACEAE) SEEDLINGS

ABSTRACT

The production of high quality seedlings is important for the success of forest restoration programs. The aim of this study was to evaluate the effect of mixtures of a commercial substrate and coir dust for the production of *Inga laurina* seedlings. Two experiments were mounted in a generalized randomized block design, with four blocks, three replicates within the blocks and three seedlings per replication. Polyethylene tubes were filled with four mixtures (v:v) of a commercial substrate HS Florestal (HSF) and coir dust (CD) in the following proportions: T1 = 100% HSF, T2 = 80% HSF + 20% CD, T3 = 60% HSF + 40% CD and T4 = 40% HSF + 60% CD. The experiments were conducted independently, with (experiment I) and without (experiment II) supplemental fertilization. Measurements of seedlings growth and quality were made at the time of transplanting and at the end of the experiments, 81 days (experiment I) and 110 days (experiment II). The results were submitted to the analysis of variance followed by Tukey test at 5% probability for statistical comparison. Using supplemental fertilization there was no difference in the growth and quality of the seedlings up to 60% coir dust added to the commercial substrate. In the absence of supplemental fertilization, a mix of 80% HSF + 20% PC is indicated for the production of *I. laurina* seedlings.

Keywords: Brazilian Atlantic Rainforest, coir dust, Dickson quality index, forest nurseries.

LISTA DE FIGURAS

1	Mapa evidenciando a localização de Serra Grande e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) no estado da Bahia.....	13
2	a) Visão interna do viveiro; b) Sensores de radiação e umidade na parte interna do viveiro; c) Sensor de radiação na parte externa do viveiro.....	14
3	a) Adubo sendo dissolvido em água; b) Aplicação da adubação suplementar com a seringa pistola no Experimento I.....	16
4	a) Tratamentos organizados na bandeja após repicagem; b) Plântula após repicagem no tubete.....	17
5	Croqui dos experimentos, evidenciando a organização dos blocos na área interna do viveiro.....	18
6	a) Mudas amostradas no tempo inicial (repicagem); b) Raiz, caule e folhas separadas para a secagem.....	18
7	Mudas de <i>I. laurina</i> a) Com adubação suplementar (Experimento I); b) Sem adubação suplementar (Experimento II).....	20

LISTA DE TABELAS

- 1 Valores de pH, condutividade elétrica (CE), umidade, densidade úmida, densidade seca e capacidade de retenção de água (CRA) para as amostras de HS Florestal e pó de casca de coco..... 15
- 2 Valores de pH, condutividade elétrica (CE), N-Nitrato [N(NO-3)], fósforo (P), cloreto (Cl-), enxofre (S), N-amônia [N(NH4+)] e potássio (K) para amostras de HS Florestal e pó de casca de coco..... 15
- 3 Valores de sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) para as amostras de HS Florestal e pó de casca de coco..... 15
- 4 Data de semeadura, data de transplante e data de amostragem dos experimentos I (com adubação suplementar) e II (sem adubação suplementar)..... 19
- 5 Médias de altura (H), diâmetro (D), área foliar (AF), massa seca de raiz (MSR), caule (MSC), folha (MSF), total (MST), razão de massa de raízes (RMR), razão de massa de caules (RMC), razão da massa de folhas (RMF), razão de área foliar (RAF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. no tempo inicial (repicagem)..... 22
- 6 Sumário da análise da variância (valores de F) para os efeitos de tratamentos e blocos em mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. com adubação suplementar (Experimento I) aos 81 dias após a repicagem..... 22
- 7 Sumário da análise da variância (valores de F) para os efeitos de tratamentos e blocos em mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. sem adubação suplementar (Experimento II) aos 110 dias após a repicagem..... 23

8	Altura e diâmetro de mudas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco).....	25
9	Área foliar e número de folhas de mudas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco).....	26
10	Massa seca de raízes, caules, folhas e total de mudas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco).....	27
11	Razão de massa de raízes (RMR), caules (RMC) e folhas (RMF), e razão de área foliar (RAF) de mudas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; FC – fibra de coco).....	28
12	Taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) de mudas <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco).....	30
13	Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco).....	31

14	Massa fresca (MFN) e seca de nódulos (MSN) de mudas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. sem adubação suplementar 110 dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco).....	32
----	---	----

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Restauração Florestal.....	4
3.2 Produção de mudas.....	6
3.3 Substratos.....	8
3.4 Variáveis analisadas na produção de mudas.....	9
3.5 A espécie <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 Experimento I.....	16
4.2 Experimento II.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6. CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A restauração florestal em áreas degradadas vem sendo feita há muitos anos. Contudo, para se obter sucesso nessa prática, faz necessário melhorar as ações em todas as fases do processo, desde a escolha do local e da matriz para a coleta das sementes até o plantio nas áreas selecionadas.

No Brasil, desde o século XIX já se estabeleciam plantações florestais com fins conservacionistas. As primeiras pesquisas para restauração de florestas concentraram-se na recuperação da cobertura vegetal baseada no plantio heterogêneo de espécies nativas, copiando a estrutura da floresta original. (SAMBUICHI, 2009).

Dentro da restauração florestal, a produção de mudas de boa qualidade tem elevada importância no sucesso de uma restauração, pois essa fase influenciará o bom desenvolvimento das mudas no campo.

A produção de mudas no viveiro compreende três fases, ou seja, a semente, a plântula e a muda propriamente dita (MIELKE et al., 2009). Assim, o viveirista recebe o lote de sementes dos coletores, beneficia e armazena ou, a depender da espécie em questão, realiza diretamente a semeadura. Inicialmente, as sementes são distribuídas em sementeiras para a germinação. Após a emergência, é realizada a repicagem onde as plântulas são transplantadas para tubetes ou sacos plásticos.

Nestes recipientes é necessário ter o substrato que apresente uma condição ótima para o desenvolvimento da plântula até a muda. Alguns estudos têm sido desenvolvidos no intuito de conhecer mais sobre as características dos substratos e sua influência na qualidade final da muda, portanto, a combinação de proporções de substratos diferentes vem sendo testada objetivando de alcançar uma composição ideal para as espécies florestais (COSTA et al., 2005; DANTAS et al., 2009; CARVALHO FILHO et al., 2003; ALVES et al., 2012).

Dentre esses, a fibra de coco é utilizada como condicionante nas misturas com o intuito de reduzir o custo final da muda; além de possuir longa durabilidade sem alterar suas características físicas e abundância de matéria prima renovável (CARRIJO et al., 2002; SILVEIRA et al., 2002).

No viveiro, a disponibilidade de sementes florestais geralmente é restrita devido a dificuldade na coleta. Isso implica, na prioridade de espécies chaves, denominadas facilitadoras para a restauração, como é o caso das leguminosas.

Essas por sua vez, são utilizadas geralmente devido o seu potencial de crescimento rápido no viveiro e em campo, alta produção de sementes, rápida formação de copa para auxílio no controle de gramíneas, apresentam associação com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e desta maneira favorece o crescimento de espécies secundárias ou climáticas que darão origem aos futuros estratos da floresta (MOREIRA, 1995; OLIVEIRA et al., 2003; SAMBUICHI, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de misturas de um substrato comercial e pó de coco como condicionante no crescimento e na qualidade de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. em tubetes.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a combinação de quatro misturas de um substrato comercial com pó de coco para a produção de mudas de *I. laurina* produzidas em tubetes com adubação suplementar.
- Avaliar a combinação de quatro misturas de um substrato comercial com pó de coco para a produção de mudas de *I. laurina* produzidas em tubetes sem adubação suplementar.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Restauração Florestal

No Rio de Janeiro, a expansão dos plantios de café no século XVIII, por volta de 1760, em direção à floresta da Tijuca, até então bem preservada, levou à derrubada da mata primitiva de praticamente toda a serra da carioca (Morros do Trapicheiro, Sumaré, Corcovado e Paineiras). Esta ação predatória causou a decadência dos cafezais, pelo rápido declínio da produtividade e a presença de pragas, já na primeira metade do século XIX. Então, já no Império, D. Pedro II voltou-se para a floresta com o objetivo de captar água para a cidade. Porém, o processo de desmatamento havia comprometido seriamente os estoques hídricos da região. Visando recuperá-los e resguardá-los, o Imperador ordenou a sua imediata desapropriação (BARRETTO FILHO, 2004).

Atualmente, o Código Florestal é um instrumento legal que pretende, pela regulamentação do uso do solo, minimizar os impactos negativos causados pela substituição da vegetação natural por outros usos, predominantemente a agropecuária. A vegetação natural é considerada no Código como um bem de interesse comum; portanto, justifica-se sua regulamentação pública mesmo nas propriedades privadas ou posses rurais (SPAROVEK et al., 2011). O mesmo autor salienta que os resultados potenciais do Código são necessários à sociedade. Vários estudos demonstram a importância ecológica das florestas e do próprio Código Florestal como principal ferramenta de conservação da flora, da fauna, da produção de água e regulação climática, recursos indispensáveis, inclusive, à atividade agropecuária.

Restauração ecológica é uma prática que ainda necessita de muitos avanços para que atinja a efetividade necessária, especialmente em regiões de ocorrência de florestas tropicais e subtropicais biodiversas, cujos remanescentes estão totalmente inseridos em paisagens fragmentadas e degradadas (i.e. as paisagens antrópicas) (BRANCALION et al., 2010).

A ocorrência de grande quantidade de pequenos fragmentos florestais é comum em paisagens de Floresta Atlântica. A formação de ilhas e corredores de vegetação unindo fragmentos, principalmente nas propriedades que não possuem reserva legal, pode aumentar, consideravelmente, a proximidade e conectividade

entre fragmentos, que até o momento se encontram comprometidos. Deve ser realizada restauração florestal principalmente nas áreas de preservação permanente (CALEGARI et al., 2010). Com isso, há necessidade de recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs) (SCHROTH et al., 2011).

O êxito dos projetos de reflorestamentos comerciais ou com fins conservacionistas depende, entre outros fatores, da correta escolha das espécies. Devido às múltiplas e complexas inter-relações e interações com o meio, a escolha de espécies será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento que se tenha destas, principalmente no que se refere à ecologia e ao seu comportamento silvicultural. Os estudos sobre as espécies florestais nativas, de maneira geral, são incipientes e se relacionam, sobretudo, com as suas características botânicas e dendrológicas (CUNHA et al., 2005).

A adequação ambiental de setores produtivos, possível através da restauração, em muitos casos representa ganho de mercado e maior geração de trabalho e renda, que dá dimensão econômica direta importante para as práticas de restauração (BRANCALION et al., 2010).

Um dos grandes desafios hoje é envolver os agricultores e proprietários rurais nesse processo de conservação. A crise econômica que se abateu sobre a cultura do cacau levou muitos agricultores a vender a madeira existente em suas propriedades, como fonte de renda, ou a substituir as árvores nativas por outros cultivos (ALGER; CALDAS, 1996).

O aumento do consumo de produtos florestais tem como conseqüência a necessidade de se introduzir, nos programas de florestamento e reflorestamento no Brasil, espécies de alta produtividade que permitam um ciclo de corte relativamente curto, associado às boas características silviculturais (SANTOS, 2000). Segundo Lira et al. (2012) o custo em média de implantação do modelo sucessional de plantio em linhas com diversidade de espécies de restauração florestal atingiu o valor de R\$ 8.537,24/ha.

A chave para a sustentabilidade é encontrar um meio-termo entre duas coisas – um sistema que imite a estrutura e função de ecossistemas naturais e, ainda assim, produza uma colheita para uso humano. Um sistema assim é manejado em alto grau pelos seres humanos, visando atender suas necessidades, não sendo, portanto, auto-sustentável, mas dependente de processos naturais para a manutenção de sua produtividade. Sua semelhança com sistemas naturais permite

que sustente, por longo prazo, a apropriação de sua biomassa que é feita pelos seres humanos, sem grandes subsídios de energia cultural industrial e sem efeitos prejudiciais sobre o ambiente que o cerca (GLIESSMAN, 2001).

3.2 Produção de mudas

A produção de mudas é uma etapa fundamental dos programas de restauração. Mudas de qualidade apresentam melhor desenvolvimento e maior resistência às condições adversas pós-plantio (CARNEIRO, 1995; SIMÕES, 1987).

Em muitos viveiros os recipientes utilizados são os tubetes, para os quais não é recomendado o uso de solo. Alguns substratos usados em tubetes são: casca de *Pinus* compostada, turfa, fibra de coco, composto orgânico, serragem, moinha de carvão, vermiculita expandida, entre outros. Contudo, muitos destes substratos apresentam alto teor de carbono e baixa fertilidade, o que gera a necessidade de adubação complementar (GOMES et al., 2003; SODRÉ et al., 2007; SOUZA JÚNIOR; CARMELLO, 2008; SOUZA JÚNIOR et al., 2008; SOUZA JÚNIOR et al., 2011).

A produção de mudas em tubetes é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir uma melhor qualidade, devido ao melhor controle da nutrição e proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar um manejo mais adequado tanto no viveiro quanto no transporte, na distribuição e no plantio (GOMES, 2001).

Estes recipientes se caracterizam por serem reaproveitáveis. Desta maneira, após a sua formação, as mudas são retiradas do recipiente envolvidas no substrato. As pesquisas realizadas com tubetes têm estudado predominantemente a composição do substrato, uma vez que, além de proporcionar boas condições para o desenvolvimento das mudas ele deve promover adequada integração com o sistema radicular e não deve ficar aderido ao recipiente, a fim de possibilitar com eficiência a sua remoção e manuseio por ocasião do plantio (AGUIAR et al., 1989).

O êxito de um plantio depende diretamente das potencialidades genéticas das sementes e da qualidade das mudas produzidas. Estas, além de terem maior capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo, podem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento desejável. Apesar disso, a obtenção de padrões de qualidade da muda e o aprimoramento das técnicas de

viveiro não têm acompanhado a evolução conseguida em outras fases do reflorestamento (SANTOS, 2000). O mesmo autor salienta que os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além da semente, o substrato e o recipiente utilizado, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final. Por isso, e na busca constante de melhor produtividade dos reflorestamentos, a qualidade da muda tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisa que tem procurado definir os melhores tamanhos, tipos de recipientes e substratos, adequando-os à produção de mudas de qualidade desejável.

A produção de mudas de espécies florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de povoamentos, com repercussão sobre a sua produtividade e qualidade. Nesse sentido, muitos esforços têm sido realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas (WENDLING et al., 2007).

Em virtude da demanda cada vez maior de mudas de espécies florestais e da busca constante de melhor sobrevivência e de produtividade dos povoamentos, o padrão de qualidade das mudas tem sido abordado em vários trabalhos de pesquisa que na sua quase totalidade, procuraram definir os recipientes, os substratos e as adubações que sejam técnica e economicamente recomendados (GOMES, 2001).

A produção de mudas de qualidade e os cuidados durante o seu transporte e plantio são de fundamental importância para o sucesso de programas de reflorestamento (MIELKE et al., 2009). Diante dessa realidade é indispensável a obtenção de mudas de alta qualidade, vigorosas e livres de patógenos (ZANETTI et al., 2003).

Ao final do processo de produção, a muda pronta para plantio no campo pode ser avaliada quanto as suas características morfológicas, além da possibilidade da mensuração do índice de qualidade desta. Com base neste índice, o viveirista tem o conhecimento de como seu processo produtivo contribui para ter uma muda final de alta qualidade, visto que, posteriormente, esta favorecerá o desenvolvimento no campo e a produção de mudas é a etapa mais preciosa da restauração florestal. Pois a qualidade das mesmas reflete no crescimento futuro das árvores e, portanto, pode interferir na produtividade da floresta (SIMÕES, 1987).

3.3 Substratos

Dentre os fatores importantes para serem avaliados no processo de produção de mudas de boa qualidade, encontram-se os substratos para o enchimento dos recipientes (COSTA et al., 2005).

Kämpf (1992) conceitua substrato como sendo o meio onde se desenvolvem as raízes, podendo ser formado por materiais puros, misturas à base de solo mineral ou misturas sem solo. Para Crestana (2007) a principal função do substrato é sustentar as mudas e fornecer o necessário e correto suprimento de água e de nutrientes que garantam o bom desenvolvimento. Este autor relata que o substrato ideal deve: ter composição que possibilite a sustentação da planta e seu bom desenvolvimento radicular, apresentar porosidade adequada (macro e micro poros), apresentar uniformidade entre e dentro dos lotes, favorecer a retenção de água e a aeração entre grânulos, estar livre de sementeiras, de patógenos e substâncias tóxicas, manter volume constante sob diferentes níveis de umidade, ser de fácil manuseio na ocasião do enchimento das embalagens, estar disponível para uso durante todo o ano, ser leve e de boa aparência e ser economicamente viável.

Há uma grande diversidade de substratos, os quais diferem em seus atributos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos (SOUZA JÚNIOR, 2007). A substituição da turfa por cascas de árvores, pedra-pome, fibra de coco, vermiculita, perlita e lã-de-rocha vêm crescendo no mercado mundial de substratos. Com isso, os atributos específicos de cada substrato mineral ou orgânico cada vez mais interessam aos cientistas, técnicos e produtores que trabalham com substratos (SODRÉ, 2007). Portanto, a escolha de um substrato deve considerar os aspectos técnicos, mas também a disponibilidade local do material a ser empregado (CUNHA et al., 2005).

Até pouco tempo, materiais com altos valores de CE – Condutividade Elétrica, como a fibra de coco, tiveram os seus usos limitados devido aos elevados níveis de salinidade. No entanto, hoje o problema já se resolve com uso de fibra oriunda de regiões não costeiras e/ou com processo de lavagem antes do uso como substrato (SODRÉ, 2007).

As propriedades químicas dos substratos variam com os constituintes, sendo, em geral, adequadas nos substratos comerciais (FERRAZ et al., 2005).

Os substratos contendo terra vegetal (50%) + casca de arroz carbonizada (50%) + superfosfato simples (1,5 kg m⁻³) e terra vegetal (80%) + fibra de coco (20%) + superfosfato simples (1,5 kg m⁻³) proporcionam as melhores condições físico-hídricas para o crescimento das mudas de mangabeira (*H. speciosa* GOMES) em altura e diâmetro caulinar (DIAS et al., 2010).

O substrato casca de pinus proporcionou mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de boa qualidade enquanto as mudas produzidas com o substrato fibra de coco não mostraram qualidade final propícia para o transplântio (PAULINO et al., 2011).

Sugere-se a produção de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) em fibra de coco 100% granulada, já que alcançaram maiores médias de altura e massa seca, mesmo tendo acumulado menos teores da maioria dos macro e micronutrientes (SARZI et al., 2008).

Para mudas de cacau as proporções melhores de fibra de coco no substrato variaram de 30 a 55 %, em volume (SOUZA JÚNIOR, 2007; SOUZA JÚNIOR et al., 2011).

Em razão da tendência de ocupação de terras com futuros plantios florestais de forma equilibrada, faz-se necessário produzir, avaliar e selecionar substratos de fácil aquisição e que atenda às exigências das espécies (OLIVEIRA et al., 2008).

3.4 Variáveis analisadas na produção de mudas

Segundo Skinner e Nelson (1995); Garcez Neto et al. (2002) plantas bem nutridas, principalmente com o N, tem a tendência de apresentar maior área foliar devido a alongação e/ou divisão celular. A diminuição na área foliar tem sido considerada um dos efeitos mais significativos da deficiência de nitrogênio (VOS e VAN DER PUTTEN, 1998). Em resposta ao aumento no estoque de nitrogênio, a produção de área foliar aumenta mais que a taxa fotossintética por unidade de folha. A produção de novas folhas cria uma nova demanda por nitrogênio; novas folhas tendem a maximizar o crescimento, porque estão produzindo novo tecido fotossintético (LOUSTAU et al., 2001).

A espécie *Inga laurina* (Sw.) Willd. foi utilizada no estudo da germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas, em resposta à diferentes substratos

compostos por resíduos agroflorestais; onde foram avaliados entre outras variáveis comprimento da planta, massa seca e número de folhas por Leão et al. (2012).

Segundo Fitter e Hay (1981) a razão de área foliar representa a medida da capacidade fotossintética, ou seja, a área foliar útil para a fotossíntese. Dantas et al. (2009) avaliou taxa de crescimento absoluto, relativo e razão de área foliar de mudas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira). Lima et al. (2010) avaliaram a razão de área foliar e taxa de crescimento relativo para mudas de *Genipa americana* L. (jenipapo), *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze (jequitibá) e *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil), em condições de sombreamento natural e artificial.

As mudas de café com 150 dias após semeadura desenvolvidas em Plantmax-café[®] adubado com 10 kg de adubo de liberação lenta por m³ apresentaram o valor de relação altura da planta e o diâmetro do caule de 4,0; o índice de qualidade de Dickson de 0,21; e a relação de matéria seca entre a parte aérea e raiz de 4,7 (MARANA et al., 2008).

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi utilizado anteriormente no trabalho de Souza et al. (2008) para estudar a influência de diferentes níveis de saturação por bases no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* em três diferentes solos, esse mesmo estudo foi realizado por Bernadino et al. (2005) em mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em três diferentes substratos. Azevedo et al. (2010) utilizou o IQD no estudo de resistência das mudas às podas de raiz e o crescimento sob diferentes sombreamentos de *Simarouba amara* Aubl. Enquanto que Marana et al. (2008) observou os efeitos das doses de adubo de liberação lenta e de dois tipos de substratos sobre as diversas características de crescimento e sobre a qualidade das mudas de café. O efeito da casca do coco seco, da casca do coco verde e do húmus, usados isoladamente ou em mistura, na germinação das sementes e na formação inicial das mudas de goiabeira foi estudado por Pinto et al. (2007) . O IQD foi utilizado também em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e dosagens de N, P e K por Gomes et al. (2002) e Gomes et al. (2003), além de Paulino et al. (2011) avaliando o crescimento e a qualidade das mudas de *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso) submetidas a diferentes tipos e volumes de recipientes, diferentes substratos e maneiras de adubação.

Pouyú-Rojas e Siqueira (2000) testou inóculos em sete espécies florestais com substrato de viveiro e duas doses de N-P-K, onde foram quantificados valores

de massa seca de nódulos para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Sesbania virgata* (Caz.) Pers. Patreze e Cordeiro (2005), testando efeitos da inoculação com rizóbio e micorriza, da fertilização com nitrogênio e fósforo em mudas de *I. laurina*, encontraram nódulos nas raízes das mudas.

Segundo Oliveira et al. (2004) o fornecimento de adubo nitrogenado interfere diretamente na fixação biológica de N₂, uma vez que a planta absorve o N presente no solo.

3.5 A espécie *Inga laurina* (Sw.) Willd.

O gênero *Inga* Mill. é oriundo do reino Plantae, da classe Magnoliopsida, da ordem Fabales, da família Fabaceae Lindl. (PENNINGTON, 1997; GARCIA, 1998; CÉSAR et al., 2006). O uso de espécies deste gênero é comum em projetos de restauração (RHOADES et al., 1998).

Possette e Rodrigues (2010), em estudo dos táxons de *Inga* pertencentes à diversidade botânica do Estado do Paraná, atribui a *I. laurina* as seguintes características: árvores de 5 a 8 m de altura, com ramos cilíndricos a levemente angulosos, glabros, esparsamente lenticelados, lenticelas esbranquiçadas, com estípulas glabras. Folhas pecioladas, pecíolos vestigialmente alados, glabros; raques foliares aladas, glabras, com alas terminais pouco proeminentes, cuneadas, normalmente dispostas em perfil U. Possui folíolos, 1 a 2 pares, elípticos ou obovados, ápices obtusos ou retusos, superfícies glabras, coriáceas, nectários foliares sésseis ou elevados, circulares. Inflorescências em espigas, cilíndricas, sem adensamento, 1 ou 2 por axila; pedúnculos glabros. Flores sésseis; cálices campanulados, sépalas, glabras a glabrescentes; corolas infundibuliformes, pétalas glabras; estames brancos, gineceu 1-carpelar. Frutos sésseis, coriáceos, glabros, amarelos quando maduros, insertos excentricamente nos pedúnculos, oblongos, seção transversal elíptica, quase cilíndrica, margens estreitas, às vezes constrictas entre as sementes, 4 a 8 sementes por fruto, sementes elípticas, verdes, sarcotesta bem desenvolvida, adocicada, comestível.

A espécie *Inga laurina* é encontrada no norte (Pará, Amazonas, Acre), nordeste (Maranhão, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia), centro-oeste (Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul) e sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro) (PENNINGTON, 1997; GARCIA, 1998; CÉSAR et al., 2006).

Os mesmos autores relatam que essa espécie está presente em quatro biomas, sendo esses: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Apesar de ser nativa, não é uma espécie endêmica do Brasil. Possui as seguintes sinonímias botânicas: *Inga fagifolia* var. *belemnensis* Ducke e *Inga fagifolia* Willd. ex Benth.

Leão et al. (2012) relata que *I. laurina* é uma espécie ideal para arborização urbana, porque tem uma excelente adaptação ao meio urbano e tem a característica de manter suas folhas durante o período da seca. Desta forma, a sua copa proporciona uma área considerável de sombra. Agregado a isto, a *I. laurina* fornece frutos doces de polpa branca, consumidos pela fauna, inclusive pelo homem.

Segundo Matos e Queiroz (2009) *I. laurina* é uma espécie de áreas úmidas. Quando semeada, a emergência ocorre entre 15 e 25 dias. A taxa de germinação é alta, em torno de 90%.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos entre o período de 05 de abril de 2012 a 19 de agosto de 2012. O trabalho foi realizado em duas etapas: inicialmente as mudas foram produzidas no Viveiro Comunitário Floresta Viva em Serra Grande, município de Uruçuca, BA (Figura 1); e posteriormente foram transportadas para as avaliações no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Fitotecnia da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

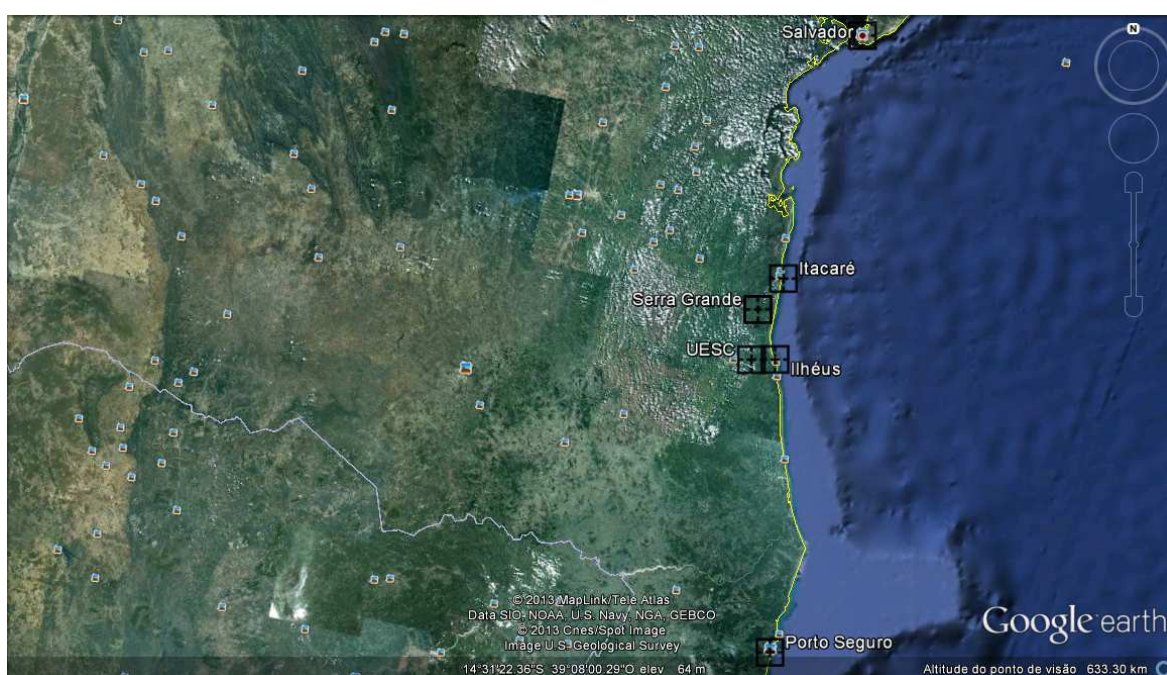


Figura 1. Mapa evidenciando a localização de Serra Grande e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) no estado da Bahia. (Fonte: Google Earth®)

A região sul da Bahia, onde o viveiro Floresta Viva está inserido, apresenta clima do tipo Af, típico de florestas tropicais, quente e úmido, sem estação seca definida, com precipitação anual média entre 1.500 a 1.750 mm e precipitação média mensal de 50 a 100 mm (podendo chegar a 150 mm).

O viveiro (Figura 2.a) é dotado de cobertura com sombrite preta de 50% de luminosidade, possui bancadas suspensas feitas de alumínio e irrigação automática com bicos de micro aspersão com vazão efetiva de 36 litros.h⁻¹, área irrigada de 7 m² por bico e turno de rega de 5 minutos, em três horários (07:00, 10:00 e 14:30), à exceção dos dias de chuva.

Durante todo o período de execução do experimento, a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no interior do viveiro (Figura 2.b) e a pleno sol (Figura 2.c) foi monitorada por meio de sensores de radiação luminosa S-LIA-M003, acoplados a uma estação meteorológica Hobo Station Data Logger (Onset Computer, Massachusetts, USA). Os sensores de radiação foram programados para realizarem leituras em intervalos de 1 minuto e a cada dez minutos uma leitura era armazenada. Para cada dia foi calculado o total diário de RFA ($\text{mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) somando-se todos os valores pontuais obtidos pelos sensores. A temperatura do ar (T_a) e a umidade relativa do ar (UR) foram monitoradas utilizando-se sensores acoplados a mesma estação meteorológica utilizada para a coleta de dados de RFA. Para cada dia foram calculadas as temperaturas média, máxima e mínima. A partir dos valores de T_a e UR foi calculado o déficit de pressão de vapor do ar (DPV), que foi expresso como o valor máximo para cada dia de coleta de dados. Os valores médios da RFA total diária ao longo do experimento, no viveiro e no pleno sol, foram, respectivamente, $13,2 \pm 3,4 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $32,8 \pm 8,2 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Ao passo que os valores médios de T_a média, T_a máxima, T_a mínima e DPV máximo ao longo do experimento foram, respectivamente, $22,2 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$, $26,8 \pm 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$, $18,8 \pm 1,4 \text{ }^\circ\text{C}$, e $1,0 \pm 0,3 \text{ kPa}$.

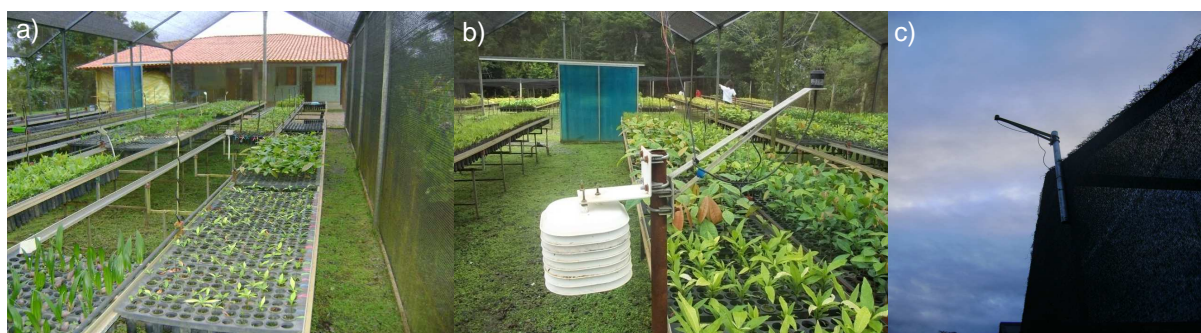


Figura 2. a) Visão interna do viveiro. b) Sensores de radiação e umidade na parte interna do viveiro. c) Sensor de radiação na parte externa do viveiro.

Foram montados dois experimentos, onde testou-se quatro composições diferentes de substratos, o substrato comercial HS Florestal® (HSF) da empresa Holambra Substratos (www.holambrasubstratos.com.br), composto de casca de pinus compostada, turfa vegetal e vermiculita; e o condicionante, o pó de casca de coco (PC) da empresa Amafibra (www.amafibra.com.br), este constituído de pó e fibras da casca do coco.

Realizou-se uma caracterização físico-química do substrato e condicionante a ser utilizado nas misturas (Tabelas 1, 2 e 3), onde foi feito o envio de 600g de cada amostra do material em sacola plástica transparente e devidamente lacrada, coletado diretamente do recipiente enviado pelo fabricante, para o Laboratório de Fertilidade do Solo no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

Tabela 1. Valores de pH, condutividade elétrica (CE), umidade, densidade úmida, densidade seca e capacidade de retenção de água (CRA) para as amostras de HS Florestal e pó de casca de coco.

Amostra	pH*	CE* (dS.m ⁻¹)	Umidade ¹ (%m.m ⁻¹)	Densidade Úmida ² (kg.m ⁻³)	Densidade Seca ² (kg.m ⁻³)	CRA 10 ³ (%v.v ⁻¹)	CRA 10 ³ (%m.m ⁻¹)
HS Florestal	4,5	1,1	38,2	620,3	383,3	43,2	117,8
Pó de casca Coco	6,4	1,0	49,6	135,0	68,0	43,7	677,3

* Extração 1:5 em água para pH e CE : Método descrito na IN 17 de 21/05/2007

¹Umidade a 65°C: Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23/10/2008.

²Densidade úmida e seca: Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 23/10/2008.

³Capacidade de Retenção de água (CRA 10): Mesa de tensão a 10 cm de coluna d'água (10 kPa). Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23/10/2008.

Tabela 2. Valores de pH, condutividade elétrica (CE), N-Nitrato [N(NO₃)], fósforo (P), cloreto (Cl⁻), enxofre (S), N-amônia [N(NH₄⁺)] e potássio (K) para amostras de HS Florestal e pó de casca de coco.

Amostra	pH	CE (dS.m ⁻¹)	N(NO ₃)	P	Cl ⁻	S	N(NH ₄ ⁺)	K
			mg/l					
HS Florestal	4,3	2,0	80,5	3,9	88,4	157,9	14,3	188,1
Pó de casca de coco	6,3	2,0	9,3	11,0	674,5	3,6	2,9	500,1

Método de extração: 1:1,5 em água (Holanda). Métodos de determinação: N-(amoniaco e nitrato): destilação; K,Ca,Mg,P,S: ICP-OES.

Tabela 3. Valores de sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) para as amostras de HS Florestal e pó de casca de coco.

Amostra	Na	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg.l ⁻¹							
HS Florestal	11,1	149,5	76,9	0,1	0,01	0,05	3,5	0,2
Pó de casca de Coco	45,9	1,9	3,4	0,1	< 0,01	0,1	0,03	0,01

Métodos de determinação: Cu,Fe, Mn, Zn: ICP-OES

Utilizou-se para os dois experimentos um total de 16 bandejas planas de polipropileno de 605 x 428 x 29 mm, com 108 células e 1.728 tubetes de polipropileno com 45 x 145 mm e 8 estrias, com capacidade de 115 cm³ de substrato por tubete.

4.1 Experimento I

O Experimento I foi montado com quatro diferentes proporções de misturas de substrato e adubação suplementar semanal. O delineamento utilizado foi o Delineamento em Blocos ao Acaso Generalizados (DCG), com quatro blocos e três repetições, constituídas de três mudas, dentro de cada bloco. Foram experimentadas quatro misturas de substrato em volume:volume (v:v), sendo os quatro tratamentos assim distribuídos: T1 = 100% HS Florestal; T2 = 80% HS Florestal + 20% pó de casca de coco; T3 = 60% HS Florestal + 40% pó de casca de coco e T4 = 40% HS Florestal + 60% pó de casca de coco.

A adubação suplementar semanal das mudas no Experimento I foi iniciada em 19 de abril de 2012 até a amostragem, onde foram aplicados os macronutrientes básicos nitrogênio, fósforo e potássio através das fontes uréia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio, respectivamente. As doses utilizadas semanalmente foram: 60 mg.dm⁻³ de uréia e 30 mg.dm⁻³ de cloreto de potássio; e na primeira aplicação foi adicionado 150 mg.dm⁻³ de fosfato monoamônico. A aplicação foi feita através de solução diluída em água (Figura 3.a) e previamente ajustada para um litro, aplicada diretamente no substrato de cada tubete, através de uma seringa pistola Walmur 50 ml modelo 3000 (Figura 3.b), calibrada para um ml/tubete.



Figura 3. a) Adubo sendo dissolvido em água. **b)** Aplicação da adubação suplementar com a seringa pistola no Experimento I.

As sementes de *I. Laurina* utilizadas nos experimentos, foram oriundas de uma mesma área de cacau-cabruca com árvores-matriz marcadas de um produtor rural afiliado ao viveiro.

A sementeira foi realizada no momento que as sementes beneficiadas pelo agricultor chegaram ao viveiro em canteiro de germinação com areia lavada. Nesse período a irrigação nos canteiros foi feita uma vez ao dia até o momento da repicagem para os tubetes, exceto nos dias de chuva, visto que os canteiros não eram cobertos.

As sementes de *I. laurina* do Experimento I foram semeadas em 05 de abril de 2012 e as plântulas foram repicadas para os tubetes em 14 de abril de 2012 (Tabela 4), perfazendo 9 dias entre sementeira e transplante.

Previamente foram preenchidos os tubetes com as quatro misturas de substrato e distribuídos os tratamentos aleatoriamente em colunas marcadas em cores com 10 mudas cada, em duas bandejas lado a lado sendo um bloco, perfazendo assim 4 colunas de cada tratamento; foi deixado a linha externa de tubetes com mudas da mesma espécie, como borda simples para proteção das mudas da área útil a serem amostradas. A repicagem das plântulas foi feita após a abertura dos cotilédones priorizando a uniformidade, nesse momento coletou-se 20 plântulas para a obtenção dos valores médios iniciais antes de submeter as mudas aos tratamentos. Após 60 dias da repicagem as mudas foram espaçadas nas bandejas para 50% da capacidade para evitar o sombreamento entre elas.

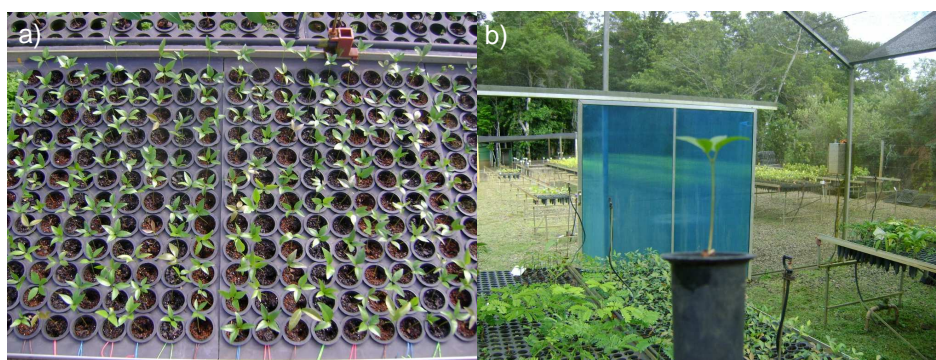


Figura 4.a) Tratamentos organizados nas bandejas após repicagem.

b) Plântula após repicagem no tubete.

A Figura 5 mostra o croqui dos experimentos, evidenciando a organização dos blocos na área interna do viveiro.

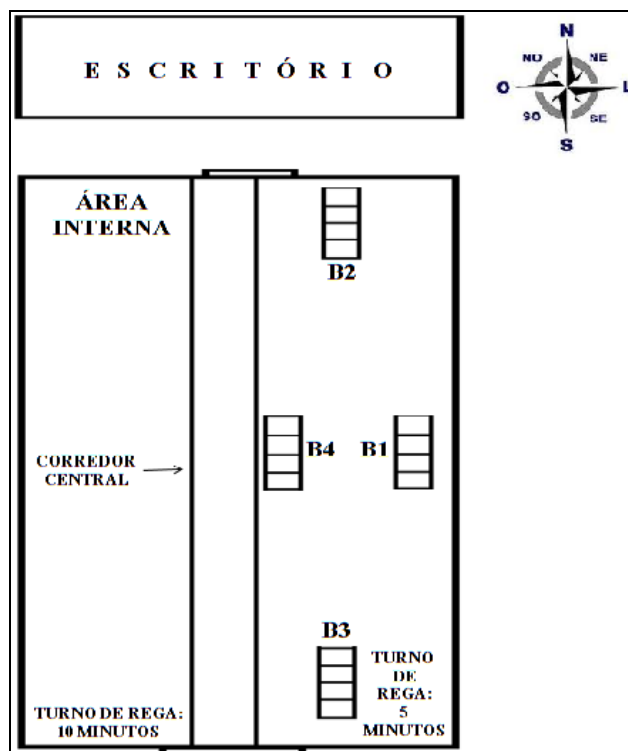


Figura 5. Croqui dos experimentos, evidenciando a organização dos blocos na área interna do viveiro.

A medida de massa seca foi feita aos 81 dias após a repicagem e foram amostradas nove mudas por tratamento/bloco no total de 144 mudas. A Figura 6.a mostra as mudas amostradas no momento da repicagem e a Figura 6.b mostra as partes da muda, raízes, caule e folhas para a secagem em estufa.

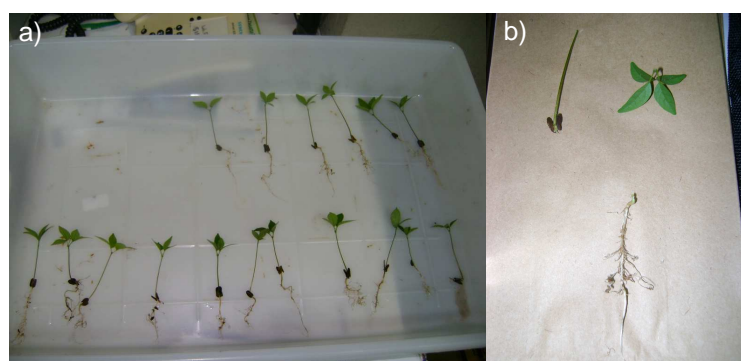


Figura 6.a) Mudas amostradas no tempo inicial (repicagem).
b) Raiz, caule e folhas separadas para secagem.

4.2 Experimento II

O Experimento II foi montado com as mesmas quatro proporções de misturas de substrato do Experimento I, porém as mudas não receberam adubação suplementar em seu crescimento. O delineamento utilizado foi o Delineamento em Blocos ao Acaso Generalizados (DCG), com quatro blocos e três repetições, constituídas de três mudas, dentro de cada bloco. As proporções das misturas de substrato foram feitas em v:v.

As sementes de *I. laurina* para o Experimento II foram semeadas em 16 de abril de 2012 e repicadas para os tubetes em 26 de abril de 2012 (Tabela 4), perfazendo 10 dias entre semeadura e transplante.

A semeadura, organização dos tratamentos e repicagem foi feita da mesma maneira como procedido no Experimento I. A medida de massa seca das mudas do Experimento II foi realizada aos 110 dias após a repicagem. Foram amostradas nove plantas por tratamento/bloco no tempo final, totalizando 144 mudas.

Tabela 4. Data de semeadura, data de transplante e data de amostragem dos experimentos I (com adubação suplementar) e II (sem adubação suplementar).

Experimento	Semeadura	Transplante	Amostragem
I (com adubação suplementar)	05/abr	14/abr	04/jul
II (sem adubação suplementar)	16/abr	26/abr	14/ago

Em ambos os experimentos, as mudas foram desprendidas dos tubetes e realizada a lavagem com água corrente para a retirada do substrato aderido as raízes. Posteriormente, foi aferido através de um paquímetro digital o diâmetro do caule (D), tomado na transição da raiz para o caule, e altura da planta (H) de cada muda. Após a separação da raiz, caule, folha por muda, o número de folhas foi contabilizado e a área foliar foi estimada por meio de um medidor de área LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA).

No momento de amostragem das mudas do Experimento II foram encontrados nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico aderidas as raízes das mudas. Assim, todos os nódulos de cada tratamento foram coletados e colocados em placa de Petri identificada. Os nódulos foram colocados em sacos de papel identificados e secos em estufa de circulação forçada de ar a 75°C até massa constante. Contabilizou-se antes e após a secagem, através de balança analítica de 0,0001g, a massa fresca de nódulos (MFN) e massa seca de nódulos (MSN) de 10

mudas por tratamento/bloco. Para a análise estatística desses dados foi utilizado o valor da massa fresca e seca de nódulos de uma muda no Delineamento em Blocos ao Acaso (DBC) com quatro repetições.

A Figura 7.a mostra as mudas de *I. laurina* com adubação suplementar (Experimento I) e a Figura 7.b sem adubação suplementar (Experimento II).



Figura 7. Mudanças de *I. laurina*. **a)** Com adubação suplementar (Experimento I). **b)** Sem adubação suplementar (Experimento II).

Os dados da massa seca de raízes (MSR), caules (MSC) e folhas (MSF) foi obtido por meio de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 75°C até massa constante, utilizou-se na secagem saco de papel identificado para cada muda. Após a secagem o material foi pesado em balança analítica de 0,0001g, permanecendo no dissecador durante a pesagem; com esses dados foi calculado a massa seca da parte aérea (MSPA), para utilizar no cálculo do Índice de qualidade de Dickson (IQD), e total (MST) através das fórmulas $MSPA = MSC + MSF$ e $MST = MSR + MSC + MSF$, respectivamente. A partir dos dados de massa seca e área foliar foram calculadas razão de massa de raízes⁽¹⁾ (RMR), razão de massa de caules⁽²⁾ (RMC), razão de massa de folhas⁽³⁾ (RMF), razão de área foliar⁽⁴⁾ (RAF), taxa de crescimento relativo⁽⁵⁾ (TCR), taxa assimilatória líquida⁽⁶⁾ (TAL) e índice de qualidade de Dickson (IQD) proposto por Dickson et al. (1960), através das fórmulas abaixo:

$$RMR = \frac{MSR}{MST} \quad (1)$$

$$RMC = \frac{MSC}{MST} \quad (2)$$

$$RMF = \frac{MSF}{MST} \quad (3)$$

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (4)$$

$$TCR = \frac{\ln MST2 - \ln MST1}{t2 - t1} \quad (5)$$

$$TAL = \left(\frac{MST2 - MST1}{T2 - T1} \right) \left(\frac{\ln AF2 - \ln AF1}{AF2 - AF1} \right) \quad (6)$$

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{D} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (7)$$

Todos os resultados obtidos de ambos os experimentos foram submetidos à análise da variância, seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação estatística. O software utilizado para as análises estatísticas foi o SAEG 9.1 (Funarbe, Viçosa, Brasil).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para as variáveis estudadas no tempo inicial onde foram coletadas 20 mudas no momento da repicagem são apresentados na Tabela 5 e mostram que a massa seca total das mudas era de 0,05g em média.

Tabela 5. Médias de altura (H), diâmetro (D), área foliar (AF), massa seca de raiz (MSR), caule (MSC), folha (MSF), total (MST), razão de massa de raízes (RMR), razão de massa de caules (RMC), razão da massa de folhas (RMF), razão de área foliar (RAF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. no tempo inicial (repicagem).

H (cm)	D (cm)	AF (cm ²)	MSR	MSC	MSF	MST	RMR	RMC	RMF	RAF (cm ² .g ⁻¹)	IQD
5,31	1,06	4,35	g				0,23	0,30	0,47	85,11	0,01

A Tabela 6 mostra o sumário da análise de variância do Experimento I, onde houve adubação suplementar. Observa-se ausência de efeito de tratamentos (combinações de substratos) para a maioria das variáveis analisadas, com exceção do diâmetro, da razão de massa de raízes e da razão de massa de folhas. Observa-se ainda que houve efeito significativo para blocos para todas as variáveis analisadas e interação significativa entre tratamentos e blocos para as variáveis massa seca de caules, razão de massa de raízes, razão de área foliar e taxa assimilatória líquida.

Tabela 6. Sumário da análise da variância (valores de *F*) para os efeitos de tratamentos e blocos em mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. com adubação suplementar (Experimento I) aos 81 dias após a repicagem. n = 48. Tratamentos (GL = 3), Blocos (GL = 3), T x B (GL = 9), Resíduo (GL = 32).

Variável	Tratamentos (T)	Blocos (B)	TxB	CV (%)
Altura	1,17 ^{ns}	4,87*	0,50 ^{ns}	11,06
Diâmetro	3,00*	8,60*	0,61 ^{ns}	10,57
Área foliar	1,92 ^{ns}	7,41*	0,74 ^{ns}	26,59
Número de folhas	1,49 ^{ns}	6,16*	0,39 ^{ns}	26,61
Massa seca de raízes	1,97 ^{ns}	19,53*	1,00 ^{ns}	24,07
Massa seca de caules	2,59 ^{ns}	15,20*	2,25*	22,36
Massa seca de folhas	1,52 ^{ns}	6,10*	1,74 ^{ns}	25,96
Massa seca total	1,70 ^{ns}	11,65*	1,73 ^{ns}	22,63
Razão de massa de raízes	3,14*	18,75*	2,70*	10,33
Razão de massa de caules	2,73 ^{ns}	5,11*	0,60 ^{ns}	9,55
Razão de massa de folhas	3,77*	10,61*	0,84 ^{ns}	8,20
Razão de área foliar	0,36 ^{ns}	3,17*	2,36*	17,92
Taxa de crescimento relativo	1,27 ^{ns}	10,08*	1,11 ^{ns}	11,09
Taxa assimilatória líquida	0,40 ^{ns}	7,24*	2,78*	16,92
Índice de qualidade de Dickson	1,40 ^{ns}	11,47*	0,92 ^{ns}	28,13

* p < 0,05; e ns p ≥ 0,05.

A Tabela 7 mostra o sumário da análise de variância do Experimento II, onde não houve adubação suplementar. Observa-se que houve efeito significativo de tratamentos (combinações de substratos) para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da razão de massa de caules e da razão de área foliar. Observa-se ainda que houve efeito significativo dos blocos para as variáveis diâmetro, massa seca de raízes, massa seca de caules, massa seca de folhas, massa seca total, razão de massa de raízes, razão de massa de folhas, razão de área foliar, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, índice de qualidade de Dickson, massa fresca de nódulos e massa seca de nódulos, e interação significativa entre tratamentos e blocos para as variáveis número de folhas, razão de massa de raízes, razão de área foliar e taxa assimilatória líquida.

Tabela 7. Sumário da análise da variância (valores de *F*) para os efeitos de tratamentos e blocos em mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. sem adubação suplementar (Experimento II) aos 110 dias após a repicagem. n =48. Tratamentos (GL = 3), Blocos (GL = 3), T x B (GL = 9), Resíduo (GL = 32).

Variável	Tratamentos	Blocos	TxB	CV (%)
Altura	10,42*	0,03 ^{ns}	1,03 ^{ns}	11,13
Diâmetro	13,25*	14,25*	0,57 ^{ns}	7,20
Área foliar	5,88*	0,26 ^{ns}	0,88 ^{ns}	22,81
Número de folhas	5,09*	0,67 ^{ns}	2,32*	11,71
Massa seca de raízes	28,22*	23,67*	0,97 ^{ns}	14,40
Massa seca de caules	13,17*	10,24*	1,46 ^{ns}	18,33
Massa seca de folhas	7,17*	3,00*	2,12 ^{ns}	21,72
Massa seca total	11,89*	6,84*	1,63 ^{ns}	17,30
Razão de massa de raízes	23,01*	23,97*	2,99*	7,60
Razão de massa de caules	0,63 ^{ns}	2,32 ^{ns}	0,47 ^{ns}	8,74
Razão de massa de folhas	13,10*	15,40*	2,02 ^{ns}	7,55
Razão de área foliar	2,53 ^{ns}	14,61*	4,17*	12,32
Taxa de crescimento relativo	12,21*	8,76*	1,62 ^{ns}	6,57
Taxa assimilatória líquida	12,54*	16,87*	5,69*	11,78
Índice de qualidade de Dickson	13,70*	19,49*	1,10 ^{ns}	16,12
Massa fresca de nódulos	4,86*	14,17*	-	21,32
Massa seca de nódulos	3,26 ^{ns}	7,03*	-	24,24

* $p < 0,05$; e ns $p \geq 0,05$.

Os efeitos de blocos para a maioria das variáveis analisadas nos dois experimentos parecem estar relacionados com as variações nas condições ambientais internas no viveiro. Embora o viveiro do Instituto Floresta Viva seja construído em estrutura de alumínio e coberto com tela sombrite, existe um gradiente de radiação na área interna, onde a própria estrutura faz sombra nas bancadas do viveiro em certos horários do dia, além do sentido dos ventos que predomina no sentido leste para oeste, aumentando a perda de água nas bancadas onde essa incidência predomina. A distribuição desuniforme de água pelos micro

aspersores é um fato que também pode ser relacionado, pois a medida que as mudas crescem, a arquitetura das plantas impedem uma distribuição mais igualitária da irrigação nos tubetes.

As médias das variáveis altura e diâmetro das mudas para os dois experimentos são apresentadas na Tabela 8. Embora a Análise da Variância tenha demonstrado diferença significativa para o diâmetro no Experimento I (Tabela 6), o teste Tukey em nível de 5% de probabilidade não demonstrou diferença significativa para essa variável entre os substratos analisados (Tabela 8). Por outro lado, observou-se uma tendência ao decréscimo nos valores médios da altura e do diâmetro das mudas no Experimento II a medida que aumentou a proporção de pó de coco no substrato. Nos dois experimentos, os maiores valores de altura das mudas foram obtidos no tratamento 80% HSF + 20% PC. Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre tratamentos, a mesma tendência foi observada para o diâmetro no Experimento I. A maior diferença para altura de mudas foi obtida no Experimento II, no qual a altura foi aproximadamente 26% maior no tratamento 80% HSF + 20% PC do que no tratamento 60% HSF + 40% PC.

Leão et al. (2012), testando diferentes substratos para a produção de mudas de *I. laurina* em casa de vegetação no Rio Branco (AC), relataram valores de altura de mudas de 35,83 cm aos 34 dias após a semeadura, quando foi utilizado um substrato a base de resíduo de açai. Esses valores foram 2,5 vezes maiores do que aqueles obtidos no tratamento 80% HSF + 20% FC no Experimento II (Tabela 8), indicando que, no presente experimento, as mudas apresentaram crescimento relativamente lento, quando comparado com a literatura corrente. Tal fato pode estar relacionado ao procedimento de multiplicação das plantas no viveiro (repicagem), que além de danificar as raízes das plântulas na remoção da sementeira, desestrutura o substrato onde a raiz está inserida, o que retarda o crescimento das mudas.

Tabela 8. Altura e diâmetro de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco). Os valores correspondem às médias de 12 repetições \pm desvio padrão. Experimento I com adubação suplementar e Experimento II sem adubação suplementar.

Variável	Tratamento	Experimento I	Experimento II
Altura (cm)	100% HSF	11,9 \pm 0,88 a	13,8 \pm 1,45 ab
	80% HSF + 20% PC	12,6 \pm 1,62 a	14,2 \pm 1,69 a
	60% HSF + 40% PC	12,0 \pm 1,36 a	11,3 \pm 1,45 c
	40% HSF + 60% PC	11,7 \pm 1,74 a	12,3 \pm 0,86 bc
Diâmetro (mm)	100% HSF	2,5 \pm 0,29 a	2,9 \pm 0,26 a
	80% HSF + 20% PC	2,8 \pm 0,34 a	2,8 \pm 0,29 ab
	60% HSF + 40% PC	2,5 \pm 0,38 a	2,6 \pm 0,25 bc
	40% HSF + 60% PC	2,5 \pm 0,29 a	2,4 \pm 0,25 c

Médias seguidas da mesma letra nas colunas por variável não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As médias das variáveis área foliar e número de folhas para os dois experimentos são apresentadas na Tabela 9. Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 6), para o Experimento I, não foram encontradas diferenças significativas para essas variáveis por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 9). Assim como ocorreu para as variáveis altura e diâmetro, houve uma tendência de os valores de área foliar e do número de folhas decrescerem à medida que aumentou a proporção de PC. No Experimento II, o tratamento 80% HSF + 20% PC diferiu significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade em relação aos tratamentos com 40% e 60% PC. No Experimento I a área foliar média das mudas no tratamento 80% HSF + 20% PC foi aproximadamente 21% maior do que no tratamento 40% HSF + 60% PC; ao passo que, no Experimento II a área foliar média das mudas no tratamento 80% HSF + 20% PC foi aproximadamente 37% maior do que no tratamento 40% HSF + 60% PC.

Ao contrário do que ocorreu para as variáveis altura e diâmetro verificou-se valores médios superiores de área foliar e do número de folhas no Experimento I do que no Experimento II. Tal fato pode estar relacionado com a adubação suplementar realizada no Experimento I, visto que plantas com maior suprimento de nutrientes, em especial o N, tem a tendência de apresentar maior área foliar devido a alongação e/ou divisão celular, segundo Skinner e Nelson (1995); Vos e Van Der Putten (1998); Loustau et al. (2001); Garcez Neto et al. (2002).

Tabela 9. Área foliar e número de folhas de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco). Os valores correspondem às médias de 12 repetições \pm desvio padrão. Experimento I com adubação suplementar e Experimento II sem adubação suplementar.

Variável	Tratamento	Experimento I	Experimento II
Área foliar (cm ²)	100% HSF	56,6 \pm 12,87 a	44,0 \pm 7,26 ab
	80% HSF + 20% PC	56,4 \pm 19,26 a	48,9 \pm 11,67 a
	60% HSF + 40% PC	47,5 \pm 17,17 a	35,6 \pm 8,14 b
	40% HSF + 60% PC	46,5 \pm 14,77 a	35,7 \pm 8,33 b
Número de folhas	100% HSF	8 \pm 2 a	6 \pm 1 a
	80% HSF + 20% PC	8 \pm 2 a	6 \pm 1 a
	60% HSF + 40% PC	6 \pm 2 a	5 \pm 1 b
	40% HSF + 60% PC	7 \pm 2 a	5 \pm 1 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas por variável não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As médias da massa seca de raízes, caules, folhas e total para os dois experimentos são apresentadas na Tabela 10. Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 6), para o Experimento I, não foram encontradas diferenças significativas para essas variáveis por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 10); embora a massa seca total tenha sido aproximadamente 20% maior no tratamento 100% HSF do que no tratamento 60% HSF + 40% PC. No Experimento II, o tratamento 80% HSF + 20% PC diferiu significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade em relação aos tratamentos com 20%, 40% e 60% PC, para as variáveis massa seca de raízes, massa seca de caules e massa seca total. No Experimento II, a massa seca de raízes, massa seca de caules, massa seca de folhas e massa seca total das mudas no tratamento 80% HSF + 20% PC foi aproximadamente 53%, 57%, 50% e 53% maior do que no tratamento 40% HSF + 60% PC, respectivamente. Tal fato pode estar relacionado ao aumento da porosidade excessiva do substrato pelo condicionante (PC) em maiores proporções, pois apesar de reter maior quantidade de água no substrato, sua perda é superior a do substrato comercial.

Tabela 10. Massa seca de raízes, caules, folhas e total de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco). Os valores correspondem às médias de 12 repetições \pm desvio padrão. Experimento I com adubação suplementar e Experimento II sem adubação suplementar.

Variável	Tratamento	Experimento I	Experimento II
Raízes (g)	100% HSF	0,15 \pm 0,05 a	0,23 \pm 0,05 b
	80% HSF + 20% PC	0,16 \pm 0,06 a	0,29 \pm 0,06 a
	60% HSF + 40% PC	0,13 \pm 0,06 a	0,18 \pm 0,04 c
	40% HSF + 60% PC	0,13 \pm 0,04 a	0,19 \pm 0,05 c
Caules (g)	100% HSF	0,14 \pm 0,05 a	0,17 \pm 0,04 b
	80% HSF + 20% PC	0,15 \pm 0,04 a	0,22 \pm 0,05 a
	60% HSF + 40% PC	0,11 \pm 0,04 a	0,17 \pm 0,05 b
	40% HSF + 60% PC	0,13 \pm 0,04 a	0,14 \pm 0,03 b
Folhas (g)	100% HSF	0,32 \pm 0,09 a	0,30 \pm 0,05 ab
	80% HSF + 20% PC	0,28 \pm 0,10 a	0,36 \pm 0,09 a
	60% HSF + 40% PC	0,26 \pm 0,09 a	0,34 \pm 0,11 a
	40% HSF + 60% PC	0,27 \pm 0,08 a	0,24 \pm 0,06 b
Total (g)	100% HSF	0,61 \pm 0,18 a	0,70 \pm 0,12 b
	80% HSF + 20% PC	0,59 \pm 0,17 a	0,87 \pm 0,19 a
	60% HSF + 40% PC	0,51 \pm 0,18 a	0,69 \pm 0,17 b
	40% HSF + 60% PC	0,53 \pm 0,15 a	0,57 \pm 0,12 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas por variável não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As médias da razão de massa de raízes, de caules e de folhas, e a razão de área foliar para os dois experimentos são apresentadas na Tabela 11. Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 6), para o Experimento I, foram encontradas diferenças significativas para as variáveis razão de massa de raízes e razão de massa de folhas por meio do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 11); a razão de massa de raízes foi aproximadamente 12,5% maior no tratamento 80% HSF + 20% PC do que no tratamento 100% HSF. Entretanto, para a razão de massa de folhas ocorreu o contrário, este foi aproximadamente 13% maior no tratamento 100% HSF do que no tratamento 80% HSF + 20% PC. Tal fato é explicado pelos maiores acúmulos de massa de raízes nas mudas do tratamento 80% HSF + 20% PC, devido ao condicionante nesta proporção ter apresentado características físicas que favoreceram o crescimento de raízes; ao passo que, o inverso ocorreu no tratamento 100% HSF com maiores acúmulos de massa nas folhas, visto que as plantas tiveram maior suprimento de nutrientes devido as características físico-químicas do substrato comercial frente ao condicionante.

Tabela 11. Razão de massa de raízes (RMR), caules (RMC) e folhas (RMF), e razão de área foliar (RAF) de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; FC – fibra de coco). Os valores correspondem às médias de 12 repetições \pm desvio padrão. Experimento I com adubação suplementar e Experimento II sem adubação suplementar.

Variável	Tratamento	Experimento I	Experimento II
RMR	100% HSF	0,24 \pm 0,02 b	0,33 \pm 0,03 a
	80% HSF + 20% PC	0,27 \pm 0,07 a	0,33 \pm 0,03 a
	60% HSF + 40% PC	0,25 \pm 0,04 ab	0,26 \pm 0,06 b
	40% HSF + 60% PC	0,25 \pm 0,03 ab	0,33 \pm 0,03 a
RMC	100% HSF	0,23 \pm 0,02 a	0,24 \pm 0,02 a
	80% HSF + 20% PC	0,25 \pm 0,03 a	0,25 \pm 0,02 a
	60% HSF + 40% PC	0,23 \pm 0,02 a	0,24 \pm 0,02 a
	40% HSF + 60% PC	0,24 \pm 0,02 a	0,24 \pm 0,02 a
RMF	100% HSF	0,53 \pm 0,04 a	0,43 \pm 0,05 b
	80% HSF + 20% PC	0,47 \pm 0,07 b	0,41 \pm 0,04 b
	60% HSF + 40% PC	0,52 \pm 0,05 ab	0,50 \pm 0,07 a
	40% HSF + 60% PC	0,51 \pm 0,04 ab	0,43 \pm 0,04 b
RAF (m ² .g ⁻¹)	100% HSF	95,9 \pm 15,31 a	63,7 \pm 8,73 a
	80% HSF + 20% PC	97,6 \pm 25,42 a	56,8 \pm 6,61 a
	60% HSF + 40% PC	96,1 \pm 23,47 a	57,9 \pm 19,70 a
	40% HSF + 60% PC	90,8 \pm 14,94 a	62,6 \pm 7,72 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas por variável não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 7), para o Experimento II do mesmo modo no Experimento I, foram encontradas diferenças significativas para as variáveis razão de massa de raízes e razão de massa de folhas por meio do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 11), ao contrário do que aconteceu com as variáveis razão de massa de caules e a razão de área foliar onde não foram encontradas diferenças significativas por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 11); embora, a razão de área foliar tenha sido aproximadamente 12% maior no tratamento 100% HSF em relação ao tratamento 80% HSF + 20% PC. No Experimento II, a razão de massa de raízes foi aproximadamente 27% menor no tratamento 60% HSF + 40% PC do que nos demais tratamentos; entretanto, para a razão de massa de folhas ocorreu o contrário, este foi aproximadamente 22% maior no tratamento 60% HSF + 40% PC do que no tratamento 80% HSF + 20% PC.

Dantas et al. (2009), testando diferentes substratos e níveis de sombreamento para produção de mudas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. em Juazeiro (BA), relataram valores de razão de área foliar de mudas de 90,3 m².g⁻¹ aos 68 dias após a semeadura, quando utilizado o substrato comercial Plantmax[®] em mudas com sombreamento de 50%. Esse valor foi aproximadamente 6% menor do que os obtidos no tratamento 100% HSF no Experimento I (Tabela 11) e aproximadamente 42%

maior que os obtidos pelo tratamento 100% HSF no Experimento II (Tabela 11).

Lima et al. (2010), testando diferentes condições de sombreamento para produção de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam., *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze e *Genipa americana* L. em Ilhéus (BA), relataram valores de razão de área foliar de mudas de aproximadamente 120 m².g⁻¹, 130 m².g⁻¹ e 95 m².g⁻¹ aos 220 dias (*C. echinata* e *C. legalis*) e 280 dias (*G. americana*) após a semeadura, respectivamente, quando utilizado substrato Plantmax[®] e fibra de coco triturada na proporção de 1:1 e sombreamento de 50%. Esses valores foram aproximadamente 23% e 33% maiores e 3% menor do que os obtidos no tratamento 80% HSF + 20% PC no Experimento I (Tabela 11), respectivamente; e 88%, 104% e 49% maiores que os obtidos pelo tratamento 100% HSF no Experimento II (Tabela 11), respectivamente. Tal fato explica a necessidade de uma adubação suplementar adequada para obter valores maiores de razão de área foliar, visto que esta variável segundo Fitter e Hay (1981) representa a medida da capacidade fotossintética, ou seja, a área foliar útil para a fotossíntese.

As médias da taxa de crescimento relativo e da taxa assimilatória líquida para os dois experimentos são apresentadas na Tabela 12. Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 6), para o Experimento I, não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida por meio do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 12); embora, a taxa de crescimento relativo foi aproximadamente 8% maior no tratamento 100% HSF do que no tratamento 60% HSF + 40% PC. Observou-se uma tendência ao decréscimo nos valores médios da taxa de crescimento relativo das mudas no Experimento I e II a medida que aumentou a proporção de pó de coco no substrato. A maior diferença para taxa de crescimento relativo das mudas foi obtida no Experimento II, no qual a taxa de crescimento relativo foi aproximadamente 17% maior no tratamento 80% HSF + 20% PC do que no tratamento 40% HSF + 60% PC.

Tabela 12. Taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) de mudas *Inga laurina* (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco). Os valores correspondem às médias de 12 repetições \pm desvio padrão. Experimento I com adubação suplementar e Experimento II sem adubação suplementar.

Variável	Tratamento	Experimento I	Experimento II
TCR (mg.g ⁻¹ .d ⁻¹)	100% HSF	21,7 \pm 2,86 a	23,5 \pm 1,57 b
	80% HSF + 20% PC	21,4 \pm 2,77 a	25,3 \pm 2,07 a
	60% HSF + 40% PC	20,1 \pm 3,51 a	23,2 \pm 2,24 bc
	40% HSF + 60% PC	20,6 \pm 2,71 a	21,6 \pm 1,96 c
TAL (mg.cm ⁻² .d ⁻¹)	100% HSF	0,24 \pm 0,05 a	0,34 \pm 0,05 b
	80% HSF + 20% PC	0,24 \pm 0,05 a	0,40 \pm 0,05 a
	60% HSF + 40% PC	0,23 \pm 0,06 a	0,41 \pm 0,13 a
	40% HSF + 60% PC	0,25 \pm 0,06 a	0,32 \pm 0,04 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas por variável não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Dantas et al. (2009) relataram valores de taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida de mudas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. de 26,4 mg.g⁻¹.d⁻¹ entre os 38 e 68 dias após a semeadura, quando utilizado o substrato comercial Plantmax® em mudas com sobreamento de 50%. Esse valor foi aproximadamente 22% maior do que os obtidos no tratamento 100% HSF no Experimento I (Tabela 12) e aproximadamente 12% maior que os obtidos pelo tratamento 100% HSF no Experimento II (Tabela 12).

Lima et al. (2010) relataram valores de taxa de crescimento relativo de mudas de aproximadamente 10 mg.g⁻¹.d⁻¹, 12 mg.g⁻¹.d⁻¹ e 23 mg.g⁻¹.d⁻¹ aos 220 dias (*C. echinata* e *C. legalis*) e 280 dias (*G. americana*) após a semeadura, respectivamente, quando utilizado substrato Plantmax® e fibra de coco triturada na proporção de 1:1 e sobreamento de 50%. Esses valores foram aproximadamente 153%, 111% e 10% menores que os obtidos no tratamento 80% HSF + 20% PC no Experimento II (Tabela 12), respectivamente. Tal fato pode ser relacionado a espécie em questão tratar-se de uma árvore de crescimento rápido como a *G. americana* frente a *C. echinata* e *C. legalis*, que desenvolvem preferencialmente em locais sombreados.

As médias do índice de qualidade de Dickson para os dois experimentos são apresentadas na Tabela 13. Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 6), para o Experimento I, não foi encontrado diferença significativa para a variável índice de qualidade de Dickson por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 13). Por outro lado, para o Experimento II, conforme foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 7), foi encontrado diferença significativa para a variável índice de qualidade

de Dickson por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 13). No Experimento II, o índice de qualidade de Dickson foi 62,5% maior para o tratamento 80% HSF + 20% PC do que o tratamento 40% HSF + 60% PC.

Marana et al. (2008), analisando o efeito de doses de adubo de liberação lenta e de dois tipos de substrato (Plantmax[®] e, vermicomposto de esterco de curral e casca de arroz carbonizada na proporção de 4:1, v:v) na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*) e Paulino et al. (2011), analisando o efeito de diferentes tipos e volumes de recipientes e diferentes substratos e maneiras de adubação na produção de mudas de *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso), relataram valores do índice de qualidade de Dickson variando entre 0,04 e 0,26. Os valores obtidos na literatura corrente corroboram com os encontrados nas mudas dos Experimentos I e II do presente trabalho.

Tabela 13. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas *Inga laurina* (Sw.) Willd. com 81 (Experimento I) e 110 (Experimento II) dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco). Os valores correspondem às médias de 12 repetições \pm desvio padrão. Experimento I com adubação suplementar e Experimento II sem adubação suplementar.

Tratamento	Experimento I	Experimento II
100% HSF	0,08 \pm 0,03 a	0,10 \pm 0,02 b
80% HSF + 20% PC	0,08 \pm 0,03 a	0,13 \pm 0,03 a
60% HSF + 40% PC	0,07 \pm 0,03 a	0,10 \pm 0,02 bc
40% HSF + 60% PC	0,07 \pm 0,02 a	0,08 \pm 0,02 c

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Foram encontrados nódulos apenas nas mudas do Experimento II. Devido aos baixos valores encontrados para a massa seca de nódulos por muda, aproximadamente 0,03 g, todos os nódulos de cada bloco foram secos e pesados ao mesmo tempo. Dessa forma, apenas para essa variável, adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso. As médias da massa fresca de nódulos e massa seca de nódulos para o Experimento II são apresentadas na Tabela 14. Em conformidade com o que foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 7), para o Experimento II, não foi encontrada diferença significativa para a variável massa seca de nódulos por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade; embora a massa seca de nódulos tenha sido aproximadamente 71% maior no tratamento 60% HSF + 40% PC do que no tratamento 100% HSF. Conforme foi demonstrado no sumário da Análise da Variância (Tabela 7), para o Experimento II, foi encontrada diferença significativa para a variável massa fresca de

nódulos por meio do teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 14); essa diferença representa aproximadamente 81% a mais de massa fresca de nódulos no tratamento 60% HSF + 20% PC do que o tratamento com 100% HSF. Para ambas variáveis observa-se uma tendência crescente nos valores com o aumento das proporções de PC. Tal fato pode estar relacionado a adubação nitrogenada básica contida no substrato comercial, visto que segundo Oliveira et al. (2004) com o fornecimento de adubo nitrogenado as plantas podem absorver o N diretamente presente no solo, ao invés da realização simbiótica com bactérias para a fixação biológica de N₂.

Pouyú-Rojas e Siqueira (2000), testando inóculos em sete espécies florestais com substrato de viveiro e duas doses de N-P-K, relataram valores de massa seca de nódulos para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Sesbania virgata* (Caz.) Pers. entre 0,01g a 0,8g. Patreze e Cordeiro (2005), testando efeitos da inoculação com rizóbio e micorriza, da fertilização com nitrogênio e fósforo em mudas de *I. laurina*, relataram valores de massa seca de nódulos entre 0 e 0,37g. Os valores encontrados no Experimento II concordam com os relatados na literatura corrente.

Tabela 14. Massa fresca (MFN) e seca de nódulos (MSN) de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. sem adubação suplementar 110 dias após a repicagem em diferentes combinações de substratos (HSF – HS Florestal; PC – pó de coco). Os valores correspondem às médias de 4 repetições \pm desvio padrão.

Tratamentos	Massa fresca (g)	Massa seca (g)
100% HSF	0,0826 \pm 0,05 b	0,0226 \pm 0,01 a
80% HSF + 20% PC	0,1236 \pm 0,05 ab	0,0370 \pm 0,02 a
60% HSF + 40% PC	0,1498 \pm 0,07 a	0,0386 \pm 0,01 a
40% HSF + 60% PC	0,1352 \pm 0,05 ab	0,0357 \pm 0,01 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Desta forma, a presença de nódulos nas raízes das mudas direcionadas para o plantio da restauração florestal é interessante devido a fixação biológica de N₂ acontecer naturalmente no solo, visto que o suprimento contínuo de adubo nitrogenado em campo é dispendioso economicamente. Portanto, a inoculação ou o favorecimento das condições para o acontecimento do fenômeno denominado nodulação, pode ser uma maneira alternativa de suprir a necessidade do N no crescimento de mudas que possuem essa característica em geral. Outra forma de redução do custo final da muda é a utilização de materiais alternativos no substrato,

como é o caso do pó de coco, devido a disponibilidade abundante desse material na natureza, com um menor valor de aquisição comparado ao substrato comercial, proporcionando crescimento e qualidade de mudas superiores aos materiais utilizados comumente na produção de mudas.

6. CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos foi possível concluir que:

- a) Com o uso da adubação suplementar não há diferença na qualidade das mudas da espécie estudada até o percentual de 60% de pó de coco misturado ao substrato comercial.
- b) Sem o uso adubação suplementar a mistura com 80% HSF + 20% PC é indicada para a produção de mudas de *Inga laurina* (Sw.) Willd, pois obteve o maior IQD frente as demais misturas de substrato testadas.
- c) Experimentos com proporções acima de 60% de pó de coco misturado ao substrato comercial podem ser testados na produção de mudas desta espécie, com o uso de adubação suplementar adequada.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, I. B. de; VALERI, S. V.; BANZATTO, D. A.; CORRADINI, L.; ALVARENGA, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **IPEF**, n.41/42, p.36-43, 1989.

ALGER, K.; CALDAS, M. Cacau na Bahia: decadência e ameaça à Mata Atlântica. **Ciência Hoje**, v. 20, n.117, p.28-35, 1996.

ALVES, A. de S.; OLIVEIRA, L. S. B. de; ANDRADE, L. A. de; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. M. da. Produção de mudas de angico em diferentes tamanhos de recipientes e composições de substratos. **Revista Verde**, v.7, n.2, p.39-44, 2012.

AZEVEDO, I. M. G. de; ALENCAR, R. M. de; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. de. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônica**, v.40, n.1, p.157-164, 2010.

BARRETTO FILHO, H. T. Notas para uma história social das áreas de proteção integral no Brasil. In: RICARDO, F. (Org.). **Terras indígenas e unidades de conservação**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2004. p.53-63.

BERNARDINO, D. C. de S.; PAIVA, H. N. de; NEVES, J. C. de L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) BRENAN em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.863-870, 2005.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.455-470, 2010.

CALEGARI, L; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

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

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

CARVALHO FILHO, J. L. S. de; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Revista Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CÉSAR, E. A.; JUCHUM, F. S.; LEWIS, G. P. **Lista preliminar da família Leguminosae na Região Nordeste do Brasil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2006. p.72.

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

CRESTANA, M. de S. M.; SILVA FILHO, D. F. da. **Árvores & Cia**. Campinas: CATI, 2007. 132p.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A; SILVA, J. A. L. da; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S. da; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. da L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.413-423, 2009.

DIAS, T. J.; FERREIRA, C. da S.; SOUZA, V. A. B. de; FREIRE, J. L. de O.; PEREIRA, W. E. Diferentes composições de substratos no crescimento de mudas de genótipos de mangabeira (*Hancornia speciosa* GOMES). **Engenharia Ambiental**, v.7, n.3, p.92-107, 2010.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum**. v.27, n.2, p.209-214, 2005.

FITTER, A. H.; HAY, R. K. M. **Environmental physiology of plants**. New York: Academic Press, 1981. p.7-13, 50-55.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. da; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. *Mombaça* sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GARCIA, F. C. P. **Relações sistemáticas e fitogeografia de *Inga* Mill. (Leguminosae - Mimosoideae) nas florestas da costa sul e sudeste do Brasil**. 1998. 248f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2ª Ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653p.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e dosagens de N-P-K**. 2001. 166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

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

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127. 2003.

KÄMPF, A. N. Substratos para floricultura. Manual de floricultura. In: **Simpósio Brasileiro de Floricultura e plantas ornamentais**, 1992. p.36-43.

LEÃO, J. R. A.; LIMA, J. P. da C.; PINTO, S. do N.; PAIVA, A. V. de. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de ingá-mirim - *Inga laurina* (S W.) Willd – utilizada na arborização urbana de rio branco, Acre. **REVSBAU**,v.7, n.3, p.11-19, 2012.

LIMA, M. A. O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY; A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. A. F. de; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, v.38, n.87, p.527-534, 2010.

LIRA, D. F. S.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; MARANGON, G. P.; SILVA, E. A. Comparação entre custos de implantação de dois modelos de restauração florestal em Pernambuco. **Scientia Plena**, v.8, n.4, p.1-5, 2012.

LOUSTAU, D.; HUNGATE, B.; DRAKE, B. G. Water, nitrogen, rising atmospheric CO² and terrestrial productivity. In: ROY, J.; SAUGIER, B.; MOONEY, H. A. **Terrestrial Global Productivity**. San Diego: Academic Press, 2001. p.123-167.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. de P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.39-45, 2008.

MATOS, E; QUEIROZ, L. P. de. **Árvores para cidades**. Salvador: Solisluna, 2009, 340p.

MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; PINHEIRO, C. M. Produção de mudas. In: SAMBUICHI, R. H. R.; MIELKE, M. S., PEREIRA, C. E. (Org.). **Nossas Árvores: Conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia**. Ilhéus: Editus, 2009. p.151-170.

MOREIRA, F. M. S. Nodulação e crescimento de leguminosas em dois solos da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.197- 204, 1995.

OLIVEIRA, R. B. de; LIMA, J. S. de S; SOUZA, C. A. M. de; SILVA, S. de A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.122-128, 2008.

OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S. de; FRANKE, I. L. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 28p.

OLIVEIRA, W. S. de; OLIVEIRA, P. P. A.; CORSI, M.; DUARTE, F. R. S.; TSAI, S. M. Alfalfa yield and quality as function of nitrogen fertilization and symbiosis with *Sinorhizobium meliloti*. **Scientia Agricola**, v.61, p.433-438, 2004.

PATREZE, C. M.; CORDEIRO, L. Nodulation, arbuscular mycorrhizal colonization and growth of some legumes native from Brazil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.3, p.527-537, 2005.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; FLUMIGNAN, D. L.; ZOLIN, C. A.; BARBOSA JÚNIOR, C. R. A.; PIEDADE, S. M. de S. Crescimento e qualidade de mudas de pinhão-mansão produzidas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.37-46, 2011.

PENNINGTON, T. D. **The genus *Inga*: botany**. Kew: Royal Botanic Garden, 1997. p.685.

PINTO, J. L. de B.; TAVARES, J. C.; ALMEIDA NETO, A. J. de; FREITAS, R. da S. de; RODRIGUES, G. S. de O. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de goiabeira. **Revista Verde**, v.2, n.1, p.127-134, 2007.

POSSETTE, R. F. da S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae – Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.2, p.354-368, 2010.

POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p.103-114, 2000.

RHOADES, C. C.; ECKERT, G. E.; COLEMAN, D. C. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. **Restoration Ecology**, v.6, n.3, p.262-270, 1998.

SAMBUICHI, R. H. R. Restauração Florestal. In: SAMBUICHI, R. H. R.; MIELKE, M. S.; PEREIRA, C. E. (Org.). **Nossas Árvores: Conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia**. Ilhéus: Editus, 2009. p.69-93.

SANTOS, C. B. dos; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

SARZI, I.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, M. R. Composição química e aspectos morfológicos de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) produzidas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação. **Scientia Forestalis**, v.36, n.77, p.53-62, 2008.

SCHROTH, G.; FARIA, D.; ARAUJO, M.; BEDE, L.; VAN BAEL, S. A.; CASSANO, C. R.; OLIVEIRA, L. C.; DELABIE, J. H. C. Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 1635-1654, 2011.

SILVEIRA, E.B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.211-216, 2002.

SIMÕES, J. W. A problemática de produção de mudas de essências florestais. In: **Problemática da produção de mudas de essências florestais**. n.13. Piracicaba: IPEF, 1987. v.4, p.3-8.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

SODRÉ, G. A.; CORÁ, J. E.; SOUZA JÚNIOR, J. O. de. Caracterização física de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacaueteiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.2, p.339-344, 2007.

SODRÉ, G. A. **Substratos e estaquia na produção de mudas de cacaueteiro**. 2007. 93f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SOUZA, P. H. de; PAIVA, H. N. de; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (VELL.) BENTH. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.193-201, 2008.

SOUZA JÚNIOR, J. O. de. **Substratos e adubação para mudas clonais de cacaueteiros**. 2007. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SOUZA JÚNIOR, J. O. DE; CARMELLO, Q. A. DE C.; FARIA, J. C. Características químicas do lixiviado na fase de enraizamento de estacas de cacau em substratos adubados com fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1573-1581, 2008.

SOUZA JÚNIOR, J. O.; CARMELLO, Q. A. C. Formas de adubação e doses de uréia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2367-2374, 2008.

SOUZA JÚNIOR, J. O.; CARMELLO, Q. A. C.; SODRÉ, G. A. Substrato e adubação fosfatada para a produção de mudas clonais de cacau. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.151-159, 2011.

SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal Brasileiro. **Novos estudos - CEBRAP**, n.89, p.111-135, 2011.

VOS, J.; VAN DER PUTTEN, P. E. L.; BIRCHB, C. J. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays* L.). **Field Crop Research**, v.93, n.1, p.64-73, 2005.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.209-220, 2007.