



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais da Amazônia

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SANGUE-DE-DRAGÃO (*Croton lechleri* MÜLL.  
ARG.) SOB DIFERENTES CLASSES DE SOLOS, CORRETIVOS E NÍVEIS DE  
LUMINOSIDADE NA AMAZÔNIA CENTRAL**

AYUMI OSAKADA

Manaus, Amazonas

Fevereiro, 2009

AYUMI OSAKADA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SANGUE-DE-DRAGÃO (*Croton lechleri* MÜLL.  
ARG.) SOB DIFERENTES CLASSES DE SOLOS, CORRETIVOS E NÍVEIS DE  
LUMINOSIDADE NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Orientador: Dr. KAORU YUYAMA (INPA/CPCA)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em BOTÂNICA.

Manaus, Amazonas

Fevereiro, 2009

O81

Osakada, Ayumi

Desenvolvimento inicial de sangue-de-dragão (*Croton lechleri* Müll. Arg.) sob diferentes classes de solos, corretivos e níveis de luminosidade na Amazônia Central / Ayumi Osakada.--- Manaus : [s.n.], 2009. ix, 75 f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2009

Orientador : Kaoru Yuyama

Área de concentração : Botânica

1. *Croton lechleri* – Produção – Mudas. 2. Solos. 3. Sangue-de-dragão - Amazônia. I. Título.

CDD 19. ed. 583.52

**Sinopse:**

Estudou-se a resposta no desenvolvimento inicial da espécie vegetal *Croton lechleri* quando cultivada em diferentes classes de solo, corretivos e níveis de luminosidade no estado do Amazonas. Aspectos diversos como variáveis morfológicas foram avaliadas.

Palavras-chave: *Croton lechleri*, produção de mudas, luminosidade, solos da Amazônia, adubação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

Aos meus pais, Yasunao e Misao, meus queridíssimos irmãos Alissa e Daiti, e amado Hugo Jorge que, mesmo distantes, estiveram presentes em todos os momentos. Obrigada pelo amor, paciência, incentivo e palavras de otimismo e coragem;

À minha família, que sempre me recepcionou de forma tão carinhosa e intensa a cada retorno;

Ao Professor Dr. Kaoru Yuyama, pela oportunidade oferecida, conhecimento transmitido e orientação neste trabalho;

À minha amiga Suziane Alves e sua mãe, Da. Inês, pela amizade e imprescindível apoio, principalmente durante o período mais crítico desta jornada;

À minha amiga Aline Cristina Silva, pela amizade, companheirismo e certeza de sempre poder contar nas horas mais difíceis;

Ao meu amigo Kenji Hamada, pela amizade, apoio e momentos de descontração, mesmo a distância;

À família Yanai, em especial às minhas primas de coração Miho e Emi, que carinhosamente adotei, à seus primos Emerson e Marcelo Tsunoda e à Miho Muroya, pela amizade e momentos únicos de alegria proporcionados;

À família Nina, que abriu as portas de sua casa, me recebendo tão afetuosamente;

Às amigas Natasha e Alexandra, que carinhosamente me acolheram;

À todas as minhas ex-vizinhas, em especial, Regiane, Michelly, Laís e Aldi, e ex-vizinho Santiago, pelo companheirismo;

Aos meus colegas de curso: Rosângela, João Victor, Jinny e Sammya, que me acompanharam e viveram junto esta empreitada;

Aos meus “irmãos” de orientação, em especial ao Andrey, e sua noiva Izana, pela amizade, companheirismo e incentivo;

Aos funcionários do INPA que me ajudaram a instalar o experimento;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pela oportunidade e suporte técnico e científico oferecidos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de pesquisa.

## RESUMO

A espécie sangue-de-dragão (*Croton lechleri*) tem despertado grande interesse internacional por apresentar em seu látex um alcalóide denominado taspina, conhecido por suas propriedades antiinflamatória, antibiótica e cicatrizante, utilizado principalmente no tratamento de úlceras gástricas, diarreia e diversos vírus. A forma predatória de extração do látex, sua eliminação em áreas cultivadas pela competição com culturas agrícolas e a ocorrência pontual de pequenas populações no Brasil (Rondônia e Acre), tornam necessários estudos que viabilizem sua domesticação visando à conservação e utilização sustentável. Como não existem trabalhos referentes à sua propagação no Brasil, objetivou-se testar sua viabilidade no estado do Amazonas, avaliando diferentes classes de solos e corretivos sob níveis de luminosidade no seu desenvolvimento inicial. O experimento foi conduzido no Campus da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônômicas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Adotou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, seguindo o esquema fatorial 4x5x2, com três repetições, composto dos fatores: classe de solo (gleissolo, argissolo, latossolo amarelo e terra-preta-de-índio), corretivos (nenhum, 50 mg de calcário dolomítico, 20% de serragem, 20% de esterco de galinha curtido e 20% de serragem mais 20% de esterco de galinha curtido) e níveis de sombreamento (nenhum e 50%). A parcela experimental foi composta por dez plantas. A coleta de dados iniciou após a emissão da primeira folha definitiva das mudas e seguiu até 140 dias posteriores ao semeio. Em intervalos de 14 dias, avaliaram-se as variáveis morfológicas: altura da planta a partir do coleto até a inserção da última folha no ápice caulinar, diâmetro caulinar no coleto e número de folhas emitidas. *Croton lechleri* cresce satisfatoriamente tanto em locais com 100% como em 50% de radiação fotossinteticamente ativa. Tolerar solos mais ácidos (latossolo e argissolo), mas os resultados apontam preferência pelos naturalmente mais férteis (gleissolo e terra-preta-de-índio) ou enriquecidos com corretivo orgânico rico em nutrientes (esterco). O tratamento gleissolo enriquecido com esterco de galinha curtido disposto tanto a pleno sol como a 50% de sombreamento proporcionou formação de mudas de melhor qualidade em menor tempo.

**Palavras-chave:** *Croton lechleri*, produção de mudas, luminosidade, solos da Amazônia, adubação.

## ABSTRACT

The specie dragon's blood (*Croton lechleri*) having been calling international attention due the presence of an alkaloid in its latex called taspine known for its antiinflammatory, antibiotic and cicatrizing properties, being largely used in the healing of gastric ulcers, diarrhea and different types of viruses. The latex indiscriminated extraction from native plants, elimination of specimens in cultivated areas ceding these areas for another kinds of crops, and the low occurrence of small populations in the north of Brazil (Rondônia and Acre States), shows that more researches are necessary for a viable domestication making possible the conservation of the specie and sustainable utilization. Due to the lack of studies about dragon's blood propagation in Brazil, an experiment was conducted with the objective of testing its viability in Amazon State, evaluating different soil classes and correctives under different luminosity levels, during the plant initial growing. The experiment took place in the Agricultural Science Researches Department Campus of the National Institute for Amazonian Research. The experiment was set up in a completely randomized design, in a factorial scheme 4x5x2, with three repetitions, compounded by the factors: Soil class (gleysoil, argisoil, yellow latosoil, Amazonian dark earth soil), soil chemical correctives (none, 50 mg of dolomitic calcareous, 20% of saw dust, 20% of aviary manure and 20% of saw dust plus 20% of aviary manure) and shading levels (none and 50%). The experimental block was compounded by ten plants. The data begun to be reported after the unfurling of the first true leaf and continued until the 140<sup>th</sup> after the sowing. In a 14 days interval, were determined morphological variables as, plant height from the base of the stem until the last leaf insertion in the stem apex, stem diameter and number of emitted leaves. *Croton lechleri* grows in a satisfactory way in places with 100% or 50% of photosynthetical active radiation. Results shows a tolerance to the more acid soils (latosoil and argisoil), however results shows a preference for more naturally fertile soils (gleysoil and Amazonian dark earth soil) or the fertilized ones with organic corrective rich in nutrients (manure). The gleisoil treatment fertilized with aviary manure exposed to full sun radiation and 50% of shading proportioned seedling with a better quality in a shorter period of time.

**Key Words:** *Croton lechleri*, seedling production, luminosity, Amazon Soils, Fertilizing.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 Geral.....	2
2.2 Específicos.....	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 <i>Croton lechleri</i> .....	3
3.1.1 <i>Taxonomia</i> .....	3
3.1.2 <i>Características morfológicas</i> .....	3
3.1.3 <i>Distribuição geográfica</i> .....	4
3.1.4 <i>Dispersão</i> .....	6
3.1.5 <i>Ecologia da espécie</i> .....	6
3.1.6 <i>Características químicas</i> .....	7
3.1.7 <i>Utilização e importância</i> .....	9
3.1.8 <i>Aspectos agronômicos sobre seu cultivo</i> .....	10
3.1.8.1 <i>Propagação</i> .....	10
3.1.8.2 <i>Obtenção de látex</i> .....	11
3.1.8.3 <i>Domesticação</i> .....	12
3.2 Domesticação de espécies vegetais.....	12
3.2.1 <i>Fatores que limitam o crescimento e o desenvolvimento de mudas</i> .....	13
3.2.1.1 <i>Luminosidade</i> .....	13
3.2.1.2 <i>Solo</i> .....	15
3.2.1.3 <i>Corretivos</i> .....	17
3.2.2 <i>Análise de crescimento</i> .....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Coleta do material.....	22
4.1.1 <i>Área de coleta</i> .....	22
4.1.1.1 <i>Frutos de C. lechleri</i> .....	22
4.1.1.2 <i>Amostras do solo</i> .....	24
4.1.2 <i>Classes de solo experimentais</i> .....	24
4.2 Condução do experimento.....	25
4.2.1 <i>Local</i> .....	25

4.2.2 Formação de mudas de <i>C. lechleri</i> .....	25
4.2.3 Controle fitossanitário.....	26
4.2.4 Delineamento experimental.....	26
4.2.5 Avaliação do crescimento.....	26
4.2.6 Análise estatística.....	27
4.3 Destinação das mudas.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 Níveis de sombreamento.....	28
5.2 Classes de solos.....	33
5.3 Corretivos.....	37
6 CONCLUSÕES.....	43
7 BIBLIOGRAFIA.....	44
APÊNDICE A.....	64
APÊNDICE B.....	64
APÊNDICE C.....	65

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 <i>Croton lechleri</i> .....	5
Figura 2 Área de coleta de <i>Croton lechleri</i> .....	23
Figura 3 Efeito dos níveis de sombreamento sobre a altura das mudas de <i>Croton lechleri</i> ....	28
Figura 4 Efeito dos níveis de sombreamento sobre diâmetro caulinar de <i>Croton lechleri</i> .....	30
Figura 5 Efeito dos níveis de sombreamento sobre o número de folhas de <i>Croton lechleri</i> ...	31
Figura 6 Efeito das classes de solo sobre a altura das mudas de <i>Croton lechleri</i> .....	34
Figura 7 Efeito das classes de solo sobre o diâmetro caulinar das mudas de <i>Croton lechleri</i> .	35
Figura 8 Efeito das classes de solo sobre o número de folhas das mudas de <i>Croton lechleri</i> .	35
Figura 9 Efeito dos corretivos sobre a altura das mudas de <i>Croton lechleri</i> .....	38
Figura 10 Efeito dos corretivos sobre o diâmetro caulinar das mudas de <i>Croton lechleri</i> .....	39
Figura 11 Efeito dos corretivos sobre o número de folhas das mudas de <i>Croton lechleri</i> .....	39
Figura 12 Mudas de <i>Croton lechleri</i> aos 140 dias após a semeadura .....	42

# 1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia existem inúmeras espécies que possuem potencial industrial, identificando-se dentre elas algumas com propriedades medicinais. Entre estas plantas com fins terapêuticos, a espécie sangue-de-dragão (*Croton lechleri* Müll. Arg.) é uma das mais valorizadas, por produzir um látex cuja composição química apresenta um alcalóide denominado taspina, conhecido por suas propriedades antiinflamatórias, antibióticas e cicatrizantes (Meza e Ayala, 1998; Meza *et al.*, 1998; Forero *et al.*, 2000; Jones, 2003).

A utilização do látex de sangue-de-dragão sempre esteve presente na medicina tradicional do homem Amazônico. Mas, nos últimos anos, a presença de taspina levou a produção de diversos produtos fitoterápicos, de elevados preços e grande demanda de mercado, principalmente externo, comercializadas na forma de pílulas, extratos líquidos, sabonetes, xampus, cremes, entre outros, utilizados principalmente no tratamento de úlceras gástricas, diarreia, diversos vírus e como cicatrizante (Meza e Ayala, 1998; Meza *et al.*, 1998; Forero *et al.*, 2000; Jones, 2003).

Além do potencial medicinal, a espécie possui características para domesticação por encontrar-se em ecossistemas de várzea alta e terra firme, ocorrendo também em solos cultivados e perturbados em processo de sucessão ecológica, tornando-se importante na recuperação de áreas degradadas nos diversos países em que ocorre naturalmente: Brasil, Bolívia, Colômbia, Peru e Equador. No Brasil, apresenta-se de forma espontânea no Acre (Meza e Ayala, 1998; Meza *et al.*, 1998; Forero *et al.*, 2000) e em Rondônia.

Como a extração do látex de sangue-de-dragão, em sua maioria, ainda ocorre de forma predatória, com a derrubada da planta, e, sua reprodução espontânea nas áreas cultivadas e nas várzeas pode estar comprometida pela competição com culturas agrícolas, torna-se importante e necessário desenvolver estudos que viabilizem a sua domesticação.

Estudos sobre a espécie nos países andinos da Amazônia têm sido relativamente intensos devidos sua importância farmacêutica e econômica (Forero *et al.*, 2000), porém são reduzidos no Brasil (Zevallos-Pollito, 2004), não encontrando na literatura brasileira pesquisas agrônomicas a seu respeito, como substrato e condição de luminosidade mais adequados para sua melhor formação.

Com o intuito de testar a viabilidade de cultivo de *Croton lechleri* no Estado do Amazonas, este trabalho visa observar a resposta no crescimento inicial da espécie a essas diferentes condições ambientais, indicando a melhor para sua propagação via semente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o crescimento e o desenvolvimento inicial de sangue-de-dragão (*Croton lechleri*) para produção de mudas sob diferentes classes de solos e aplicações de corretivos submetidos a condições de luminosidade na Amazônia Central.

### **2.2 Específicos**

Avaliar a eficiência de quatro classes de solos no crescimento e no desenvolvimento inicial de *C. lechleri*;

Avaliar os efeitos da aplicação de corretivos em quatro classes de solos no crescimento e no desenvolvimento inicial de *C. lechleri*;

Avaliar o efeito da luminosidade no crescimento e no desenvolvimento inicial de *C. lechleri*.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 *Croton lechleri*

#### 3.1.1 *Taxonomia*

A espécie *Croton lechleri* pertence à família Euphorbiaceae, ordem Euphorbiales, subclasse Rosidae, classe Magnoliopsida, das Magnoliophyta (Cronquist, 1988). Entretanto, Bremer *et al.* (1998) e Angiosperm Phylogeny Group (2003), através de uma análise cladística reclassificaram as Euphorbiaceae dentro de Malpighiales sob uma sustentação monofilética, agrupando Euphorbiales a essa ordem, que pertence ao táxon mais elevado das Eurosidas.

Apresenta como sinônimos botânicos: *C. draco* var. *cordatus* Müll. Arg. e *Oxydectes lechleri* Kuntze. Da mesma forma, é reconhecida pelos nomes vernaculares: sangue-de-drago e sangue-de-dragão (Brasil), sangre de grado (Bolívia, Peru e Equador), segundo Zevallos-Pollito (2004).

Zevallos-Pollito e Tomazello (2007) mencionam a complexidade de sua identificação pela grande variação morfológica (forma, disposição, consistência, coloração e tamanho das folhas, tricomas e glândulas), face à idade, distribuição geográfica e processos de adaptação.

#### 3.1.2 *Características morfológicas*

Árvore pioneira e heliófita de até 20 m de altura, de 20-40 cm de diâmetro; fuste cilíndrico ou cilíndrico irregular; copa com forma de pára-sol, com ramas irregularmente distribuídas; casca externa bege-cinza, com cicatrizes em forma de meia-lua, com manchas verde-azuladas; casca interna branca ou creme, textura fibro-laminar; secreta abundantemente látex vermelho, de sabor adstringente e viscoso. Ramos terminais de seção circular, geralmente bege-cinza, folhinhas terminais conduplicadas com pêlos estrelados bege ou bege-creme densamente distribuídos.

Possui folhas simples, alternas, quase agrupadas ao extremo, evidentemente cordadas, de 10-30 cm de comprimento, de 6-20 cm de largura, com bordo inteiro ou levemente sinuado, ápice agudo, ligeiramente ou evidentemente acuminado, palmatinervada ou

pinatinerva, com mais de sete pares de nervuras; consistência papirácea ou cartácea; cor verde pálido na superfície abaxial, com abundantes pêlos estrelados nas nervuras, ademais com duas ou mais de três glândulas conspícuas na base e outras pequenas, microscópicas nas margens e perto das nervuras; na face adaxial de cor verde mais escura, há presença de pêlos estrelados de cor bege em toda superfície. Pecíolo longo de até 25 cm de comprimento e 3,5-5 mm de diâmetro, com pêlos estrelados abundantes. Estípulas em par com cada folha, alongadas e caniculares ou cordadas, caducas e com pêlos estrelados.

A planta é monóica e a floração inicia-se quando as plantas atingem a idade de um ano. Produz inflorescências grandes, com mais de 30 cm de comprimento, terminais ou subterminais, tipo racimo. Apresenta flores masculinas abundantes e, femininas escassas na base, ambas de coloração bege-creme. Os frutos são verdes a verde-amarelados, do tipo tricoco, deiscentes, coberto com pêlos estrelados, com sementes pequenas, globosas e oleaginosas (Zevallos-Pollito, 2004; Zevallos-Pollito e Tomazello, 2007), como é apresentado na Figura 1.

Segundo Reynel *et al.* (2003), a espécie é reconhecida em campo pela exudação do látex vermelho e translúcido quando cortada, e pela presença de folhas grandes e cordadas, que à medida que envelhecem tornam-se amarelas ou alaranjadas, com muitos pêlos estrelados, pecíolos muito compridos e glândulas na base das lâminas.

### 3.1.3 Distribuição geográfica

A espécie possui ampla distribuição na Amazônia podendo, também, ser encontrada nas vertentes do Oceano Pacífico entre as faixas latitudinais 01° 06' 00" N - 17° 44' 00" S, longitudinais 63° 40' 00" W - 79° 50' 00" W e altitudinais 100 - 2.500 m, com temperatura variando entre 18 e 26 °C. Distribui-se, principalmente, pelo oeste da Amazônia, podendo ser encontrada também nas vertentes ocidentais, em locais ecologicamente semelhantes à floresta tropical úmida, na Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru e Equador (Bastien, 1991; Ubillas *et al.*, 1994; Pinedo *et al.*, 1997; Meza e Ayala, 1998; Meza *et al.*, 1998). No Brasil, de acordo com Zevallos-Pollito (2004), ocorre somente no estado do Acre. Entretanto, pequenas populações às margens do rio Madeira em Rondônia podem ser observadas ocorrendo naturalmente.

Prefere solos férteis e úmidos à margem de rios e riachos com boa drenagem, não suportando períodos longos de inundação, e solos perturbados e cultivados, como uma clássica espécie pioneira (Meza e Ayala, 1998; Meza *et al.*, 1998; Forero *et al.*, 2000).

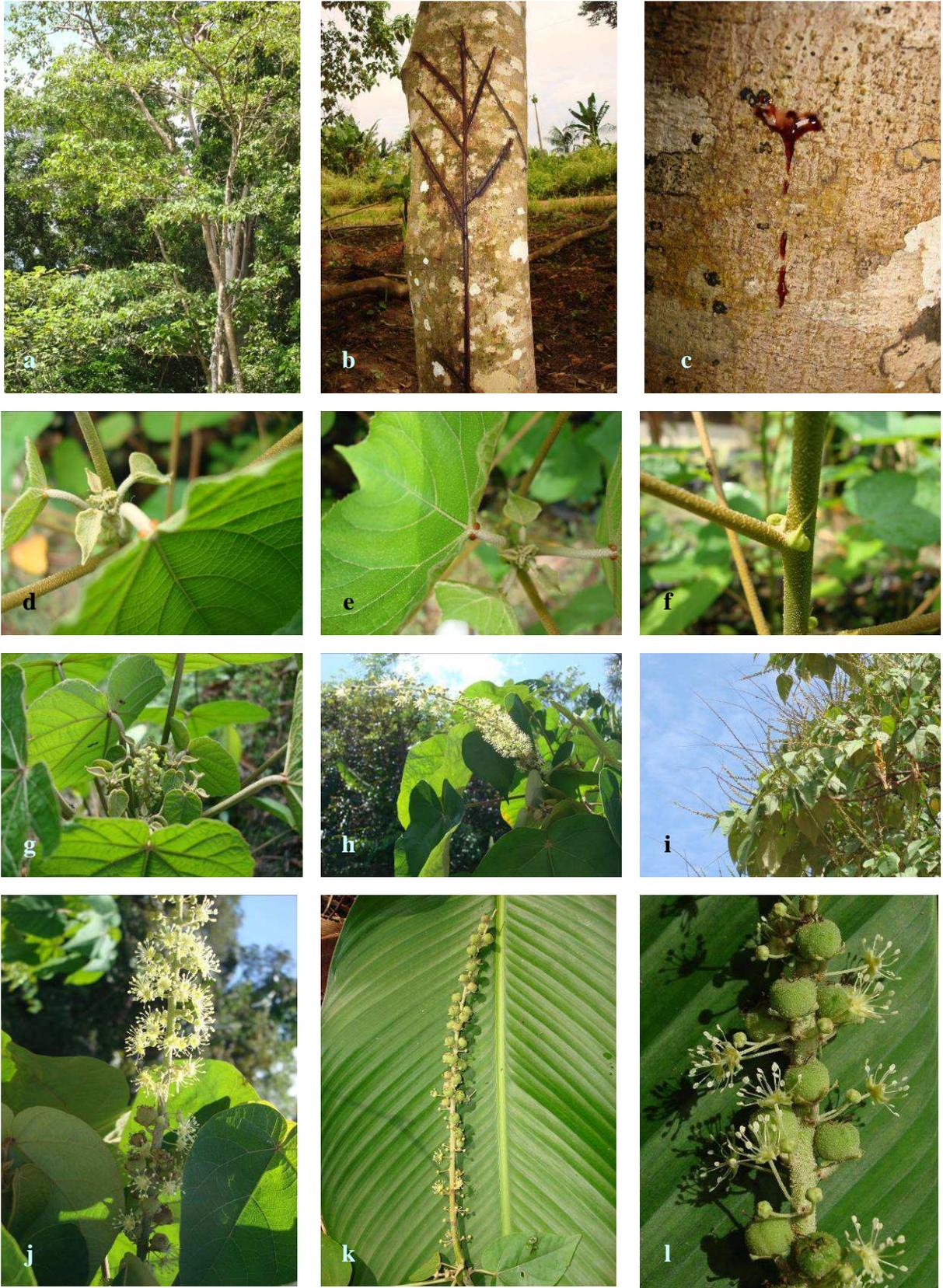


Figura 1 – *Croton lechleri*. a – hábito da planta adulta; b – fuste com cicatriz de extração; c – exudação de látex; d – ápice do ramo; e – nectários extraflorais; f – estípulas; g – inflorescência em estágio de formação; h, j – inflorescência; i – planta fértil; k, l – frutos.

### 3.1.4 Dispersão

Espécies do gênero *Croton* apresentam estratégias fenológicas, de disseminação e de polinização, bem com estruturas de atração (nectários florais e extraflorais nas folhas) que secretam néctar na época da polinização e estão associadas a insetos, aves e mamíferos na dispersão (Davis, 1945; Morellato e Leitão-Filho, 1990; Passos e Ferreira, 1996; Barth e Daluz, 1998; Armbruster *et al.*, 1999; Ferraz *et al.*, 1999).

*Croton lechleri* reproduz cedo e abundantemente. As sementes são dispersas por autocoria, pelo vento, pássaros e outros animais, não havendo polinizadores especializados. Matrizes adultas produzem duas vezes ao ano mais de 600.000 sementes. Em média, 1 kg contém cerca de 70.000 sementes (King *et al.*, 1997). Frutos de *Croton lechleri* são dispersas no mês de fevereiro no estado de Rondônia.

A germinação da espécie é epígea (Gudiño *et al.*, 1991), ocorrendo especialmente em condições ambientais perturbadas como em clareiras de floresta. A regeneração natural é difundida, onde milhares de sementes competem por luz e nutrientes na base das matrizes, apresentando crescimento rápido (King *et al.*, 1997).

### 3.1.5 Ecologia da espécie

Palomino e Barra (2003) a descrevem como uma planta heliófita, que pode tolerar sombra inicial parcial, mas que se desenvolve melhor a plena luz. Domina e, ou se estabelece no estrato intermediário do bosque (codominante), mostrando preferência por solos de textura média a fina (de franco-arenoso a argiloso), com boa a moderada drenagem, variando de extremamente ácidos a neutros, tolerando também solos degradados.

Sua densidade populacional varia de três a 15 indivíduos por hectare, mas esporadicamente pode também ser encontrado em populações de 90 a 150 árvores por hectare (Meza e Pariona, 1999; Forero *et al.*, 2000), podendo estar associada a outras espécies de caráter colonizador de solos como: *Cecropia* sp., *Inga* sp., *Miconia* sp., *Pourouma* sp., *Vismia* sp., *Ficus* sp., *Virola* sp., *Piper* sp., *Ochroma lagopus*, *Jacaranda copaia*, *Rollinia* sp., *Cespedesia* sp., *Vernonia* sp., *Bellucia* sp., entre outras (Aguirre *et al.*, 2001).

Forero *et al.* (2000), Pollito *et al.* (2004) e Zevallos-Pollito (2004) avaliaram o status ou situação populacional de cinco espécies de *Croton* que ocorrem no estado do Acre. *C. lechleri* foi incluída na categoria CR (perigo crítico) pelo fato de ser encontrada apenas em

locais pontuais, como na beira dos rios ou cachoeiras sobre solos ricos em nutrientes, próximos da fronteira com a Bolívia e o Peru, onde é muito comum, desconhecendo-se sua presença em unidades de conservação. Os escassos exemplares encontram-se em áreas expostas, considerados pelos agricultores como invasora ou daninha por ocorrerem em florestas secundárias e nos limites de cercas ou bordas e caminhos das propriedades rurais sendo eliminados por competir com culturas agrícolas regionais (banana, mandioca etc.) ou com as pastagens. Por outro lado, as árvores adultas têm, freqüentemente, sua casca retirada pelos colonos para extrair todo o seu látex e, posteriormente, comercializá-lo nos mercados de Rio Branco, induzindo a morte das plantas.

### 3.1.6 Características químicas

O gênero *Croton* possui em grande quantidade alcalóides ativos, um fato que aumenta consideravelmente sua importância do ponto de vista médico (Amaral e Barnes, 1997). Por isso, eles têm sido extensivamente analisados atualmente, porém poucos trabalhos foram realizados sobre os produzidos por sangue-de-dragão (Milanowski *et al.*, 2002). Três espécies: *C. draco*, *C. lechleri* e *C. palanostigma*, contêm em seu látex vermelho a taspina, um alcalóide incomum com uma estrutura dilactone e um átomo de nitrogênio não incluído em um anel heterocíclico. Esse composto tem sido obtido também de fontes de plantas de benzilisoquinolinas e biogeneticamente relacionadas a alcalóides, como Berberidaceae e Magnoliaceae (Salatino *et al.*, 2007).

Milanowski *et al.* (2002), estudando os alcalóides presentes em diferentes tecidos de *C. lechleri*, observaram que o alcalóide metabolizado pelo material foliar foi similar ao do látex. A taspina foi o único alcalóide detectado no látex de indivíduos adultos, enquanto que em outras partes da planta (folhas, flores, inflorescências, casca do tronco, raízes e sementes) outros alcalóides como magnoflorina, isoboldina, taliporfina, entre outros, também foram encontrados. A única amostra que não apresentou acúmulo de alcalóides foi o exudado das glândulas da base das folhas, pois essas secretam uma substância açucarada que serve para atrair formigas, necessitando a ausência de alcalóides por serem potencialmente tóxicos aos insetos.

Além disso, observou-se que a espécie apresenta nos frutos e em suas folhas odor agradável, exalado ao final da tarde, mostrando uma possível utilização como planta aromática, um potencial ainda não explorado. Segundo Oliveira *et al.* (2001), Lopes *et al.*,

(2003) e Salatino *et al.* (2007), apesar da maioria das Euphorbiaceae não serem plantas conhecidas como aromáticas, algumas espécies de *Croton* contém óleos voláteis, porém poucas têm sido reportadas como possuidoras destes, apesar de comumente ser detectada a presença de fenilpropanóides e terpenóides (mono e sesquiterpenos) na composição. Entre estas espécies aromáticas brasileiras há *C. cajucara*, cultivada na região Amazônica, que apresenta linalol no óleo essencial extraído da casca, substância muito empregada em indústrias de perfumaria (Revilla, 2001) e, *C. zehntneri*, do nordeste do Brasil, que tem suas folhas e ramos mais finos utilizados para aromatizar bebidas e doces regionais feitos com cana-de-açúcar (Lorenzi e Abreu Matos, 2002).

Quimiotaxonomicamente, de acordo com Salatino *et al.* (2007), as afinidades químicas e geográficas entre as espécies de *Croton* estão distribuídas na África, Ásia e Austrália como diterpenóides (labdanos, cauranos e traquilobanos) e, na América encontram-se as taspinas e ou alcalóide do tipo benzilisoquinolina, enquanto que os óleos voláteis deste gênero estão distribuídos em espécies de América e África.

Alcalóides tipo benzilisoquinolinas é um importante grupo de metabólitos secundários encontrados, até então, exclusivamente em espécies de *Croton* na América: *C. celtidifolius*, *C. draco*, *C. flavens*, *C. hemiargyreus*, *C. linearis*, *C. salutaris*, *C. lechleri* e *C. palanostigma* (Cai *et al.*, 1991, 1993a e 1993b). Por outro lado, vale destacar que *C. lechleri* e *C. flavens* emergem de um mesmo clado na filogenia molecular de *Croton* (Berry *et al.*, 2005) e estas são também semelhantes devido a presença comum de taspina (Duke e Vasquez, 1994), elevada quantidade de pró-antocianidinas e o lignóide 3',4-dimetilcedrusina (Guerrero *et al.*, 2002).

O Brasil é considerado um dos mais importantes centros de diversidade do gênero, pois se estima que existam 354 espécies de *Croton* nativas conhecidas. No entanto, até o momento, os trabalhos existentes na literatura mostram resultados de pesquisas químicas e/ou farmacológicas apenas das seguintes espécies brasileiras: *C. betulaster*, *C. brasiliensis*, *C. cajucara*, *C. celtidifolius*, *C. eluteria*, *C. lobatus*, *C. luetzelburgii*, *C. moritibensis*, *C. muscicapa*, *C. nepetaefolius*, *C. palanostigma*, *C. sacaquinha*, *C. salutaris*, *C. sellowii*, *C. sonderianus*, *C. urucurana* e *C. zehntneri*. As espécies do gênero e suas substâncias químicas estão entre os temas mais estudados na química de produtos naturais, farmacologia e etnofarmacologia, e novos dados serão rapidamente acumulados, aumentando com isso que o conhecimento sobre suas substâncias e respectivos efeitos farmacológicos (Salatino *et al.*, 2007).

### 3.1.7 Utilização e importância

A madeira, por apresentar densidade leve (0,24 a 0,35 g/cm<sup>3</sup>), é utilizada nos países andinos em caixotaria, para produção de lenha e confecção de muletas, palitos de dentes, pirulitos e picolés. Além disso, a planta pode ser utilizada na apicultura por possuir bom valor melífero e polínico (Palomino e Barra, 2003).

Porém, a maior importância da espécie está em sua utilização medicinal. Jones (2003) comenta que o látex vermelho, que escorre pelo tronco quando cortado, é comumente usado como remédio caseiro no Peru, em outros países da América Latina e entre a população latino-americana que reside nos Estados Unidos. Embora seu uso ainda não seja amplamente conhecido fora deste eixo, recentemente tornou-se disponível como um suplemento dietético nos Estados Unidos. O látex é largamente vendido em mercados locais do Equador e Peru, popularmente usado no tratamento de diversas doenças em adultos e crianças. Palomino e Barra (2003) mencionam que seu uso popular se aplica a combater a acne e outras erupções na pele, infecções orais, externas, vaginais, amigdalite, faringite, bronquite, doenças do fígado, rins, próstata e bexiga, hemorróidas, além de ser eficaz no alívio de picadas de insetos e mal-estar provocado por excesso no consumo de álcool. Seu consumo excessivo, entretanto, pode causar prisão de ventre e, em casos extremos, provocar cegueira.

Investigações químicas e biológicas das propriedades do látex concluíram que o extrato bruto de *C. lechleri* tem mostrado atividade cicatrizante em desordens cutâneas e se revelou forte antiinflamatório, além de apresentar propriedade anti-tumoral e anti-mutagênica, podendo inibir a proliferação de células leucêmicas nos humanos. Oralmente, em forma diluída ou concentrada, facilita a cicatrização de úlceras gástricas com a diminuição do tamanho, além de ter mostrado efeito antibacteriano inibindo a proliferação de *Helicobacter pylori*. Embora a taspina seja um constituinte ativo importante, onde grande parte dos trabalhos tem lhe atribuído a responsabilidade por tais efeitos, ela não pode ser considerada a principal responsável por essas atividades, já que outros constituintes, provavelmente proantocianidinas, podem também estar envolvidos (Chen *et al.*, 1994; Jones, 2003; Risco *et al.*, 2003; Rossi *et al.*, 2003; Tamariz Ortiz *et al.*, 2003).

Uma proantocianidina oligomérica denominada SP-303 extraída do látex é um potente inibidor da secreção de cloreto e do acúmulo de fluido indutor de toxina da cólera (Fischer *et al.*, 2004). Este complexo tem sido extensivamente estudado por mostrar atividade contra uma variedade de vírus: vírus respiratório sincicial, vírus parainfluenza tipo 1 e 3, vírus A e B da influenza, herpesvírus tipos 1 e 2, incluindo os resistentes aos fármacos acyclovir e foscarnet,

herpesvírus genital e anogenital no tratamento de pacientes com AIDS, diversos vírus de DNA e RNA, incluindo vírus da hepatite A e B (Barnard *et al.*, 1993; Wyde *et al.*, 1993; Ubillas *et al.*, 1994; Orozco-Topete *et al.*, 1997; Jones, 2003).

Fischer *et al.* (2004) descreveram um método para aperfeiçoar o preparo de um extrato chamado SB-300 que contém em média 70,6% de proantocianidina SP-303 por peso e sugerem seu uso para o tratamento de diarreia aguda.

Forero *et al.* (2000) acreditam que ocorrerá um aumento na demanda do látex e da casca de sangue-de-dragão por causa de suas propriedades farmacológicas, dispondo no mercado uma variedade de produtos fabricados derivados do látex, como: pílulas, extratos líquidos, sabonetes, xampus, cremes e óleos de beleza vendidos em mercados de plantas medicinais e lojas de produtos naturais regionais na Bolívia, Colômbia, Equador e Peru, como tem sido observado por Alarcon *et al.* (1994).

### 3.1.8 Aspectos agronômicos sobre seu cultivo

Segundo Borges e King (2000), *Croton lechleri* é uma ótima espécie florestal pioneira para sistemas agroflorestais. Por toda bacia da Amazônia Ocidental ela é cultivada em jardins domésticos, plantações, consórcios e sistemas silvipastoris.

#### 3.1.8.1 Propagação

Os indivíduos cultivados são obtidos principalmente através da germinação de sementes e por coleta de plantas germinadas em ambiente natural transplantados aos 25-35 cm de altura (Borges e King, 2000).

De acordo com Guevara e Villacorta (1998), as sementes de sangue-de-dragão perdem sua viabilidade a partir de 60 dias se armazenadas em temperatura ambiente, recomendando-se, portanto, o armazenamento entre 2 e 10 °C onde apresentam viabilidade acima de 50 % por um período de 150 dias. A germinação ocorre entre 15 e 25 dias após o semeio (Palomino e Barra, 2003) em ambientes com intensidade de luz de 30 e 60 % (Guevara e Villacorta, 1998).

Palomino e Barra (2003) contam que nos países andinos a obtenção de plântulas de regeneração natural inicia-se com a coleta do material com 20 cm de altura, que passa a ser cultivado em substrato formado de solo orgânico e areia na proporção volumétrica 3:1,

alcançando em cinco meses a altura para transplântio, apresentando 80 % de rendimento médio.

Ensaio de propagação por estaca de diferentes diâmetros, profundidades e ângulos de inclinação não apresentaram resultados positivos (Palomino e Barra, 2003). Porém, Osakada e Yuyama (2008), testando a viabilidade de propagação da espécie por meio da estaquia de material juvenil (mudas), concluíram que estacas apicais e estacas do terço médio com folhas inteiras, ambas sem tratamento com regulador de crescimento, são as mais indicadas por apresentarem maior taxa de enraizamento e número de brotos emitidos após 60 dias de plantio.

#### 3.1.8.2 Obtenção de látex

Inicialmente, a coleta de grande volume de látex ocorria de forma indiscriminada, com a derrubada das árvores, prática de extração mais comum na Colômbia, Equador e Peru (Meza, 1999; Aguirre *et al.*, 2001), onde, segundo Galy *et al.* (2000), somente no ano de 1998 foram exportados do Peru 50.607,5 l de látex de *Croton lechleri* principalmente para Europa, Estados Unidos e Japão.

Atualmente, em menor escala, principalmente em comunidades tradicionais, a coleta de látex com propósito comercial ocorre de forma manejada, prática de influência indígena, onde o tronco recebe incisões e o látex que escorre é coletado em um recipiente, assim como em *Hevea brasiliensis*, representante economicamente mais importante da família Euphorbiaceae. Esta pode iniciar ao sexto ou sétimo ano e, ou quando as plantas atingirem DAP (diâmetro a altura do peito) de, aproximadamente, 25 a 27 cm. Recomenda-se incisão a 1,30 m do solo para coleta entre as 5 e 9 horas do período da manhã, durante a lua cheia. Cada indivíduo produz regularmente uma média de 2 a 3,5 l de látex (Meza, 1999; Aguirre *et al.*, 2001).

Apesar das vantagens desta extração de baixo impacto, constatou-se que os laticíferos não-articulados presentes na casca não são regenerados para permitir exploração contínua de grandes volumes de látex como ocorre com *H. brasiliensis* (Ubillas *et al.*, 1994; King *et al.*, 1997; Castro e Meza, 1999). Além disso, observou-se que sua extração repetida causa às plantas susceptibilidade a infecções fúngicas, fazendo com que a prática comercial de coleta passasse a envolver dois a três anos de ciclo de extração manejada seguido da derrubada e posterior replântio (Miller *et al.*, 2001).

### 3.1.8.3 Domesticação

Segundo Borges e King (2000), a espécie está se tornando um produto florestal não madeirável (PFNM) viável na bacia da Amazônia Ocidental com demanda de mercado em níveis local e internacional crescentes. As características botânicas e ecológicas de *Croton lechleri* são bastante favoráveis para o cultivo em sistemas agroflorestais e reflorestamentos, sendo cultivada na Colômbia, de acordo com Aguirre *et al.* (2001), consorciado principalmente com *Bactris gasipaes*, *Musa* spp., *Manihot esculenta* e *Borojoa patinoi*. Sua utilização medicinal e tradicional por inúmeras culturas indígenas tem contribuído para sua adaptação em sistemas de manejo sustentável. O incentivo econômico do manejo sustentável da espécie está ajudando muitas comunidades florestais a mudar a forma de coleta do látex. Por isso, *C. lechleri* tem sido incorporada às iniciativas conservacionistas na bacia Amazônica.

Palomino e Barra (2003) a recomendam para: compor faixas de enriquecimento de capoeiras baixas pobres em madeiras valiosas (bosques secundários recentes menores a 6 m de altura) em espaçamento de 5 x 3 m, obtendo-se densidade de 667 plantas por hectare; plantios agroflorestais e em campo aberto, espaçadas em 3 x 3 m com densidade de 1100 plantas/ha e; recuperar áreas degradadas.

## 3.2 Domesticação de espécies vegetais

Geralmente, nas espécies que passam de não-cultivadas a cultivadas, ou que experimentam crescimento de interesse pela sua exploração econômica, a disponibilidade de referências bibliográficas sobre técnicas de cultivo é incipiente. Como a maioria das plantas medicinais utilizadas é obtida por extrativismo, isso provoca fortes impactos na sustentabilidade de certas espécies. Assim, há necessidade de geração de conhecimentos sobre elas e de pesquisas abordando aspectos fitotécnicos (Castro *et al.*, 1999).

A partir dos dados de crescimento, podem-se ampliar os conhecimentos a respeito da biologia da planta, permitindo o desenvolvimento de técnicas de manejo das espécies ou estimando, de forma bastante precisa, as causas da variação de crescimento entre plantas

geneticamente diversas ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes (Piccolo e Gregolim, 1980; Taiz e Zeiger, 2004).

De acordo com Lima *et al.* (2008), um dos principais problemas dos viveiristas ou produtores de mudas de espécies florestais é determinar os fatores que alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo durante a fase de viveiro, bem como as características fisiológicas da planta que melhor correlacionam com essas variáveis.

A formação de mudas mais vigorosas permite maior chance de sucesso no estabelecimento da cultura, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo. Isso pode ser alcançado de maneira prática, rápida e fácil, observando-se parâmetros morfológicos (Fonseca *et al.*, 2002) ou realizando análise de crescimento em mudas sob diferentes condições de luminosidade, nutrientes e água (Lima *et al.*, 2008).

### *3.2.1 Fatores que limitam o crescimento e o desenvolvimento de mudas*

#### *3.2.1.1 Luminosidade*

A luz, por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese (Campos e Uchida, 2002) e fenômenos morfogenéticos (Taiz e Zeiger, 2004), é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais (Lima *et al.*, 2008).

A radiação solar incidente sobre as folhas sofre mudanças consideráveis quanto a sua intensidade, qualidade e duração ao atravessar o dossel da floresta (Farias *et al.*, 1997; Rizzini, 1997).

Todas as plantas têm habilidade para modificar o seu modelo de desenvolvimento em resposta ao ambiente luminoso (Holt, 1995). Porém, a natureza da resposta morfogênica pode variar consideravelmente entre espécies de acordo com a capacidade de aclimação e a dependência da quantidade ou qualidade da luz que recebem (Clough *et al.*, 1980; Walters e Field, 1987; Givnish, 1988; Seemann, 1992; Groninger *et al.*, 1996; Taiz e Zeiger, 2004).

Desta forma, a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das mudas às condições luminosas do ambiente, sendo o crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com baixa ou alta luminosidade atribuído à capacidade de ajustar rapidamente seu modelo de alocação de biomassa e comportamento fisiológico (Dias-

Filho, 1997, 1999), fator determinante nos processos de regeneração nas etapas de sucessão secundária (Moraes Neto e Gonçalves, 2001).

Taiz e Zeiger (2004) mencionam que os fatores ambientais, especialmente a luz, podem ter efeitos substanciais no desenvolvimento da área foliar (tamanho e espessura) das plantas. Em muitas espécies, folhas que crescem sob altas intensidades luminosas, chamadas folhas de sol, são menores e mais espessas do que as que se desenvolvem sob baixas intensidades luminosas (folhas de sombra), sendo a variação na espessura, ditada pelo maior ou menor desenvolvimento do parênquima paliçádico. Folhas expostas a maior luminosidade costumam apresentar sistema vascular mais extenso, paredes das células epidérmicas mais espessadas e maior razão de área superficial interna do mesofilo pela área da lâmina foliar que àquelas sob maiores níveis de sombreamento. Um efeito destas diferenças é que, embora os dois tipos foliares tenham taxas fotossintetizantes similares a baixas intensidades luminosas, as folhas de sombra não são adaptadas a altas intensidades luminosas e, conseqüentemente, têm taxas fotossintetizantes máximas consideravelmente menores sob estas condições.

Vários estudos têm utilizado o método de sombreamento artificial para obter respostas das mudas de espécies florestais a diferentes intensidades de luz (Farias *et al.*, 1997). Na região Amazônica, vários trabalhos foram realizados sobre a influência do sombreamento no desenvolvimento inicial de diversas espécies arbóreas nativas cultivadas em viveiro, como: *Dinizia excelsa* (Varela e Santos, 1992), *Licaria canella* (Pinto *et al.*, 1993), *Ceiba pentandra* (Pedroso e Varela, 1995), *Copaifera multijuga* (Varela *et al.*, 1995), *Cedrelinga catenaeformis* (Farias *et al.*, 1997), *Calophyllum angulare* (Muroya *et al.*, 1997), *Dipteryx odorata* (Uchida e Campos, 2000), entre outros. Entretanto, pesquisas sobre o efeito deste fator ambiental no cultivo de espécies do gênero *Croton* não foram realizadas no Amazonas.

No entanto, sabe-se que, quando no grupo das espécies pioneiras, representantes do gênero *Croton* necessitam de elevado nível de luz para a germinação das sementes, crescimento e estabelecimento (Botelho *et al.*, 1996; Moraes-Neto *et al.*, 2000). Em clareiras e diversos microclimas é possível verificá-los em todos os estágios de sucessão (Davide *et al.*, 1996; Mariano *et al.*, 1998; Albuquerque, 1999; Silva e Nogueira, 1999) e contribuindo para melhorar o nível de fertilidade do solo para o posterior estabelecimento de outras espécies (Pagano, 1989; Vallilo, 1998; Vallilo e Oliveira, 1999).

### 3.2.1.2 Solo

O solo é um recurso natural fonte de todos os fatores (exceto a luz) de desenvolvimento vegetal. Sob o ponto de vista de seus nutrientes, que podem ser repostos lentamente pelos processos pedogenéticos, ou mesmo mais rapidamente pela adição de fertilizantes, e de sua estrutura que pode ser modificada pelo manejo, é considerado um recurso natural exaurível renovável e, como tal, deve ser melhorado, isto é, deve ser utilizado de forma racional, de maneira que seja mantida indefinidamente a sua produtividade (Freire, 1984).

Sendo o solo resultante da intemperização física, química e biológica dos materiais pré-existentes de origem mineral e orgânica (Schultz, 1978; Vieira, 1988), é necessário conhecê-lo para que haja uma utilização racional de seus recursos em proveito de uma melhor condição agrícola (Vieira *et al.*, 2000).

A maioria dos solos da Amazônia é derivada de rochas sedimentares e ígneas ácidas, o que justifica serem ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica e, conseqüentemente, baixa fertilidade (Macêdo e Rodrigues, 2000). Os nutrientes presentes no solo e, principalmente, na biomassa da floresta primária, encontram-se em ciclo dinâmico, rompido pela conversão da floresta em sistemas agrícolas (Alfaia e Oliveira, 1997). Além disso, são potencialmente agricultáveis por possuírem topografia favorável, serem profundos, permeáveis e bem drenados, podendo apresentar boa produtividade sob bom manejo (Moreira e Malavolta, 2002).

Dentre as unidades taxonômicas predominantes nos ecossistemas de terra firme, merecem destaque os latossolos, seguidos dos argissolos. Os latossolos são solos minerais profundos a muito profundos, de textura variando de média a muito argilosa, bem drenados, porosos e permeáveis. Apresentam horizonte B latossólico (óxico) e ocupam as partes mais altas e planas da paisagem. Encontram-se em avançado estágio de intemperização, onde a fração areia é constituída praticamente por minerais resistentes a este processo, enquanto a fração argila mostra predomínio de caulinita (Macêdo e Rodrigues, 2000).

Estes solos são desenvolvidos de um material de origem re trabalhado, resultando em solos quimicamente pobres. A capacidade de troca catiônica efetiva (CTCe ou t), de uma maneira geral, está abaixo dos  $3,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ , relacionada diretamente ao teor de matéria orgânica. Os teores de cátions básicos ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$ ) são normalmente inferiores a  $10 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ . Em virtude da baixa CTCe e ao elevado teor de  $\text{Al}^{+3}$  (média de  $25 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ ), o complexo de troca encontra-se saturado com este íon, imprimindo o caráter álico (saturação

com alumínio superior a 50%) à grande maioria dos latossolos da Amazônia (Pereira, 1987; Demattê, 1988; Rodrigues *et al.*, 1996).

Os argissolos distribuem-se em aproximadamente 35% da região. São solos minerais que apresentam horizonte B textural (argílico) com perfis bem desenvolvidos, profundos a medianamente profundos, drenagem oscilando entre moderadamente a bem drenados. Os horizontes superficiais são sempre mais arenosos que os subsuperficiais, quase sempre de textura argilosa. Devido à variação textural, aliada a uma drenagem mais restrita nos horizontes B e ao relevo um pouco mais acidentado, onde ocorrem esses solos, os riscos de erosão são maiores que nos latossolos. Os horizontes superficiais podem ser escuros devido à ação da matéria orgânica, ou esbranquiçados (álbicos). A fração areia é dominada por quartzo, com pequena quantidade de minerais intemperizáveis, enquanto a fração argila há predomínio de caulinita e sesquióxidos de Fe. Assim, de acordo com o material de origem e o estágio de intemperismo, podem ser distróficos ou eutróficos. Os primeiros são os mais comuns na região Amazônica (Kitakawa e Möller, 1979; Falesi, 1986; Demattê, 1988; Rodrigues *et al.*, 1996).

Os argissolos distróficos são solos de baixa fertilidade natural, o que é evidenciado pelos valores baixos de soma de bases (normalmente inferior a  $10 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ ) e pelo elevado teor de alumínio no complexo de troca (variando de 10 a  $100 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ ), conferindo-lhes o caráter álico. Os argissolos eutróficos, apesar de serem semelhantes aos distróficos ou álicos nas características morfológicas, físicas e mineralógicas, inclusive ao tipo de relevo onde ocorrem, têm como principal limitação ao manejo o elevado risco de erosão (Falesi, 1986; Demattê, 1988; Rodrigues *et al.*, 1996).

De acordo com Smith (1980) e Woods (2003), dos poucos solos com alta fertilidade na região Amazônica, incluem-se a “terra-preta-de-índio”, denominação dada aos solos de origem antropogênica. Geralmente, estão localizados próximos dos rios e, na sua maioria, distribuídos em áreas de dois a cinco hectares (Teixeira e Martins, 2003). São caracterizados por um horizonte A antrópico, de cor escura, com alto teor de matéria orgânica (Kern e Kämpf, 1989), elevados níveis de nutrientes, principalmente cálcio (CaO) e fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), atividade biológica mais elevada que os solos adjacentes (Steiner *et al.*, 2004) e alta capacidade de manutenção da fertilidade com o uso contínuo da terra, mesmo nas condições edafoclimáticas locais (Moreira, 2007). Essa característica de manter alto o teor de carbono orgânico ocorre, possivelmente, devido às suas características químicas, já que é constituída, em sua maior parte, por substâncias húmicas mais estáveis, de difícil degradação biológica, proporcionando resistência do material à decomposição microbiana (Camargo *et al.*, 1999).

Nas margens dos rios de “água barrenta” que ocorrem em áreas baixas das planícies de inundação da região Amazônica, conhecidas como várzeas, a sedimentação contínua de partículas em suspensão e de substâncias em dissolução das águas dos rios, proporcionam aos solos aí encontrados uma concentração considerável de nutrientes, tornando-as dessa maneira, aptas à agricultura racional em longo prazo (Vieira *et al.*, 2000) sem que, segundo Lima (1956), haja uma queda significativa da produtividade capaz de comprometer os resultados econômicos da exploração. Eles são classificados, em sua maioria, como gleissolos (Santos *et al.*, 2006), pouco desenvolvidos e sujeitos à inundação periódica, podendo ser eutróficos ou distróficos (Vieira e Santos, 1987; Rodrigues *et al.*, 1996; Alfaia e Oliveira, 1997). Pela alternância de inundação e estiagem ocorrem fenômenos de forte gleização, resultado da redução de ferro livre, o que é evidenciado pela coloração acinzentada e processos de oxidação, mostrando mosqueados de coloração avermelhada (Silva e Carvalho, 1986). Em geral, o potencial das várzeas Amazônicas é alto, proporcionando produtividade elevada, tanto em culturas alimentares como em culturas industriais (Vieira *et al.*, 2000).

### 3.2.1.3 Corretivos

Dentre os fatores abióticos, a disponibilidade de nutrientes minerais destaca-se devido às funções específicas que os elementos minerais desempenham nas plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento (Drechsel e Zech, 1993).

Segundo Gomes e Silva (2004), a escolha do substrato pra cultivo de plantas deve ser feita levando em consideração as características físicas e químicas exigidas pela espécie a ser plantada e aspectos econômicos, pois além de proporcionar adequado crescimento à planta, o material utilizado na composição do substrato deve ser abundante na região e ter baixo custo.

Do ponto de vista físico, o substrato deve permitir adequado crescimento às raízes apresentando composição uniforme, porosidade satisfatória, baixa densidade, adequada capacidade de retenção de água, possibilitando aeração e agregação do sistema radicular, além de ser isento de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas daninhas a fim de não favorecer o desenvolvimento de doenças e competição. Quanto à composição química, intimamente ligada a fertilidade do solo, deve favorecer todos os nutrientes necessários ao crescimento da planta em quantidade adequada e no momento que a planta apresenta necessidade. Para que o aporte de nutrientes seja adequado, é preciso haver boa capacidade de

troca catiônica (CTC), pH próximo da neutralidade e baixa salinidade ou condutividade elétrica (Lima *et al.*, 2006).

Embora várias formulações de adubação já sejam conhecidas e utilizadas em viveiros florestais, não há conhecimento das exigências nutricionais da maioria das espécies nativas, acrescendo-se o fato de que o emprego dessas formulações está restrito a produção comercial de mudas, a poucos silvicultores, e, ou, a determinadas regiões do país. Por essas razões, substratos alternativos devem ser estudados, visando baratear os custos de produção e tornar o viveirismo atividade acessível a todos os produtores rurais interessados em recompor suas áreas ou explorar alguma atividade silvicultural (Jesus, 1997; Sturion e Antunes, 2000).

As principais limitações de fertilidade dos solos da Amazônia são a acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiência de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio, boro, cobre, zinco, além de alta capacidade para fixar fósforo aplicado como fertilizante (Sanchez e Cochrane, 1980).

Falcão e Borges (2006) comentam que o baixo nível de fertilidade dos solos de terra firme no estado do Amazonas limita a expansão da área cultivada devido ao elevado custo de produção com a necessidade de aplicação de fertilizantes e corretivos agrícolas.

Nesse sentido, a correção da acidez do solo com o uso do calcário, prática da calagem, mostra-se como uma técnica com baixa relação custo/benefício em diversas culturas (Prado, 2003), pois eleva o pH do solo em função do decréscimo principalmente de íons de  $H^+$  e  $Al^{3+}$ , promovendo o aumento da disponibilidade de P e da concentração de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  (Albuquerque *et al.*, 2003) e proporcionando maior atividade da microbiota do solo (Roque *et al.*, 2004). Porém, esses efeitos se restringem à camada superficial do solo, onde o calcário foi incorporado, não trazendo grandes benefícios às camadas mais profundas (Marques *et al.*, 1999).

Uma tendência geral para compor substratos para produção de mudas tem sido a adição de fontes de matéria orgânica (Lima *et al.*, 2006). Os adubos ou fertilizantes orgânicos funcionam de duas maneiras: fornecem nutrientes para as culturas e os seus componentes que possuem carbono servem de alimento para a microbiota do solo cujos produtos atuam indiretamente juntando as partículas de terra e, o melhoramento assim conseguido, aumenta a capacidade de retenção de água, a aeração e a drenagem, encorajando o desenvolvimento das raízes (Cooke, 1967 *apud* Malavolta, 1981). Segundo Malavolta (1981), os resíduos orgânicos podem ser de origem vegetal (restos de culturas, adubos verdes, tortas de oleaginosas, vinhaça, turfa, entre outras), animal (sangue dessecado, farinha de carne, ossos, cascos e chifres, restos de peixes) e mista (esterco, composto, lixo, resíduos de esgoto). Entre os mais

utilizados atualmente podemos citar: casca de arroz carbonizada, esterco bovino e de galinha, bagaço de cana, húmus de minhoca, entre outros.

Quando se faz a incorporação ou o enterrio de restos como palhas e serragem, tem-se que considerar a relação entre os teores de carbono e nitrogênio (C/N), pois a velocidade de decomposição depende dela. Os microorganismos responsáveis pelo processo podem mineralizar (converter o N orgânico em  $\text{NH}_4^+$ ) ou imobilizar o próprio N solúvel do solo. Durante o processo de decomposição, os microorganismos do solo se utilizam de compostos de C como fonte de energia e como matéria prima para a síntese de seus compostos vitais, necessitando para isso de C e N numa proporção dada; se a relação C/N da matéria orgânica for maior que 32/1 a decomposição será retardada, ao mesmo tempo em que relações mais estreitas permitem que a mineralização ocorra à medida que a matéria orgânica se decompõe (Malavolta, 1981).

O esterco, corretivo humigênico resultante de fermentação de uma mistura de cama (palhas, serragem) e de excreções animais sólidas e líquidas, exerce múltiplas ações diretas e indiretas. O seu efeito direto é devido à presença de todos os elementos fertilizantes em quantidade percentual pequena, mas significativa em vista das grandes doses que são usadas. Os princípios úteis se acham em parte num estado de combinação para a absorção pelas plantas; por outro lado, os processos microbianos de degradação das substâncias orgânicas continuam no terreno pela amonificação e nitrificação. O fornecimento de elementos nutritivos pelo esterco é assim gradual, o que lhe permite exibir um efeito acentuado na produção mesmo depois que as aplicações cessarem. Os efeitos indiretos são proporcionados pelo alto teor de matéria orgânica que dispõe húmus para o solo, consumido durante processos oxidativos, particularmente verdadeiro no trópico úmido (Malavolta, 1981).

### *3.2.2 Análise de crescimento*

De acordo com Parviainen (1981), vários fatores afetam a qualidade morfológica e fisiológica das mudas, dentre eles: a qualidade genética e a procedência das sementes, as condições ambientais do viveiro, os métodos utilizados na produção das mudas, as estruturas e os equipamentos utilizados no viveiro.

Uma forma de amenizar os problemas causados por tais fatores e maximizar a eficiência da planta em captação de recursos limitantes (luz, nutrientes, água etc.) ao crescimento, desenvolvimento e produção, é manejar adequadamente a cultura (Cardoso *et al.*, 2006).

Dentre os fatores ambientais associados com as alterações do crescimento das plantas, radiação solar, temperatura, suprimento de água e de nutrientes têm sido os mais estudados (Magalhães, 1985).

O crescimento semelhante entre povoamentos florestais, plantados com mudas de qualidade diferente poderá ocorrer, porém a mortalidade nos primeiros anos pode apresentar uma estreita relação com o método de produção (Freitas e Klein, 1993) e, conseqüentemente, com a sua qualidade, uma vez que o maior crescimento inicial diminui a freqüência dos tratos culturais, minimizando os custos de implantação do povoamento (Carneiro, 1995), além de o replantio ser uma operação bastante onerosa, podendo ser dispensável quando a sobrevivência for elevada (Novaes, 1998).

Apesar de o êxito das plantações florestais depender, em grande parte, das mudas utilizadas, a escolha dos parâmetros que avaliam a sua qualidade ainda não está definida e, quase sempre, a sua mensuração não é operacional na maioria dos viveiros (Gomes *et al.*, 2002).

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

Na determinação da qualidade de mudas em condições para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos morfológicos e, ou, nos fisiológicos (Gomes *et al.*, 2002; Chaves e Paiva, 2004).

Os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise, principalmente nos viveiros florestais comerciais. Muitas vezes não permitem avaliar eficientemente a real capacidade de sobrevivência e crescimento inicial das mudas, contrariando as expectativas de qualquer empreendimento florestal (Gomes, 2001).

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão de forma mais intuitiva por parte dos viveiristas, mas ainda carente de uma definição mais acertada para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio. Sua utilização tem sido justificada pela facilidade de medição e, ou visualização em condição de viveiro (Gomes, 2001). Algumas pesquisas têm sido realizadas

com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (Fonseca, 2000).

A análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, acompanhando a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através do acúmulo de matéria seca. O método pode também ser usado para a investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva, influência de práticas agronômicas sobre o crescimento etc.. Além destes, existem os fatores intrínsecos que afetam o crescimento e que estão associados com fenômenos fisiológicos básicos, como fotossíntese, respiração, transporte de metabólitos, metabolismo do nitrogênio, processos morfogenéticos etc. (Magalhães, 1985).

Segundo Benincasa (2003) esse tipo de análise baseia-se fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética, e o restante pela absorção de nutrientes minerais. Podendo esse acúmulo de fitomassa ser estudado por medidas lineares (altura de planta, comprimento e diâmetro do caule, comprimento e largura de folha, comprimento de raiz etc.), número de unidades estruturais (folhas, flores, frutos, raízes, e outros) e medidas de superfície (principalmente pela medição da superfície da lâmina foliar).

Severino *et al.* (2005) destacam a importância da medição da área foliar dentro da experimentação em fitotecnia, pois esta permite obter respostas de tratamentos aplicados, lidando com uma variável que se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética e de interceptação de luz, além de interferir na cobertura do solo, na competição com outras plantas e em várias outras características.

A análise de crescimento não destrutiva visa estudar o aumento dos fitossistemas eucarióticos, sem destruir as plantas e, assim, os mesmos indivíduos podem ser mensurados durante o ciclo biológico, tendo como valores primários a altura de plantas, o diâmetro caulinar e a área foliar. Esse método tem sido bastante utilizado para investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento na adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeito de competição de cultivares e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento (Magalhães, 1985; Silva *et al.*, 2000).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Coleta do material

#### 4.1.1 Área de coleta

O material é proveniente de uma pequena população de ocorrência natural localizada na borda da estrada. A área encontra-se posicionada geograficamente entre as coordenadas 08° 34' 18,1" S e 63° 41' 31,1" WO, em ecossistema de várzea alta, à aproximadamente 40 m da margem direita do rio Madeira, na comunidade Cujubim, cidade de Porto Velho, Estado de Rondônia, como é apresentado na Figura 2.

Pela classificação de Köppen, o tipo climático da região é “Aw<sub>i</sub>”, que corresponde ao clima tropical quente e úmido com curta estação seca variando de um a dois meses, com chuvas tipo monção, apresentando temperatura média anual de 22 °C e precipitação pluviométrica de 1.750 a 2.750 mm anuais (RADAMBRASIL, 1970). Segundo Cochrane e Cochrane (2006), o regime da área é tropical úmido hipertérmico, com evapotranspiração potencial na estação chuvosa de 1.061 a 1.300 mm por um período de 8 a 9 meses.

O solo, de origem Pré-Cambriana, é classificado como gleissolo háplico, apresentando relevo plano a ondulado, sem grandes elevações e com drenagem satisfatória (Cochrane e Cochrane, 2006). Por sofrer influência do regime de inundação anual do rio Madeira, apresenta boa fertilidade para práticas agrícolas.

#### 4.1.1.1 Frutos de *C. lechleri*

Frutos de *C. lechleri* foram coletados no mês de fevereiro, época de dispersão de sementes da espécie, de matrizes com diâmetro a altura do peito (DAP) medindo 25 cm, aproximadamente (Figura 2).

O material vegetal foi coletado com o auxílio de podão, sendo acondicionado em sacos de papel pardo de 2 kg e posto para secar em temperatura ambiente para deiscência natural dos frutos e liberação das sementes.



Figura 2 – Área de coleta de *Croton lechleri*. a – margem direita do rio Madeira; b, c – população natural; d, e, f – matrizes.

#### 4.1.1.2 Amostras do solo

Amostra composta do solo também foi coletada da camada de 0-20 cm de profundidade, considerando sempre a área de projeção da copa da planta amostral, para obter suas propriedades químicas da área de ocorrência natural e realizar cruzamentos de dados com os quatro níveis do fator (fixo) classes de solos utilizados no experimento.

#### 4.1.2 Classes de solo experimentais

Os solos utilizados no experimento foram retirados da camada de 0-20 cm de profundidade e classificados de acordo com Santos *et al.* (2006).

Obteve-se gleissolo háplico na Estação Experimental de Ariaú do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) localizado na comunidade “Jandira”, município de Iranduba, estado do Amazonas, a 30 km da cidade de Manaus, em ecossistema de várzea.

A coleta de latossolo amarelo com A antrópico (“terra-preta-de-índio”) foi realizada em um sítio arqueológico de uma propriedade particular na comunidade “Caldeirão” próximo à margem do rio Solimões no município de Iranduba, Amazonas.

Latossolo amarelo distrófico típico e argissolo vermelho amarelo distrófico foram provenientes de ecossistema de terra firme do Campo Experimental de Fruticultura do INPA, situado no Km 42 da Rodovia BR 174, Manaus.

Os solos foram peneirados em malhas de 7 mm de abertura, para uniformização e retirada de impurezas para o preenchimento dos sacos de mudas.

Amostras de solo das quatro classes utilizadas no experimento foram retiradas antes da aplicação dos tratamentos e, juntamente com a amostra de solo obtida na área de ocorrência natural das matrizes, foram submetidas à análise química no Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM.

## 4.2 Condução do experimento

### 4.2.1 Local

O material coletado foi conduzido ao campus da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônômicas (CPCA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), situado na Avenida Efigênio Sales 2239, cidade de Manaus, estado do Amazonas.

O clima local é caracterizado com “Ami” pela classificação de Köppen, com índice pluviométrico anual de 2.458 mm e temperatura média de 25,6 °C, com estação seca no período de junho a outubro (Ribeiro, 1976).

### 4.2.2 Formação de mudas de *C. lechleri*

A semeadura foi realizada em um canteiro suspenso sob radiação solar plena, localizado em viveiro de mudas, contendo serragem como substrato por apresentar boa retenção de umidade, ser um material leve, de fácil manuseio, obtenção e economicamente viável na região. Lorenzi (2002) indica que o substrato dos canteiros de semeadura deve ser poroso, visando proporcionar o máximo de oxigenação ao nível das sementes.

O transplante das plântulas da sementeira para as unidades experimentais, que constaram de sacos de polietileno de cor preta medindo 22 cm de altura e 16 cm de diâmetro, com capacidade de 2 l, ocorreu após a emissão da radícula, aos 14 dias do semeio. Segundo Lorenzi (2002), quanto menor o tamanho das mudas por ocasião do transplante maiores são as chances de sobrevivência.

Posteriormente, conduziram-nas a condições de aclimatação sob sombreamento. Para estudar o comportamento das mudas, aos 28 dias de vida foram encaminhadas aos respectivos tratamentos. A irrigação ocorreu diariamente.

Para as condições de sombreamento as quais as mudas foram submetidas, o tratamento a 50% correspondeu aquela na qual estiveram sob estrutura coberta com tela de polietileno de coloração preta (sombrite), proporcionando 50% de radiação fotossinteticamente ativa, e a nenhum, dispostas a pleno sol.

#### 4.2.3 Controle fitossanitário

Durante o andamento do experimento, alguns indivíduos sofreram ataque de formigas cortadeiras (*Atta* sp.). Por isso, houve a necessidade de se adotar medidas de controle químico utilizando inseticida clorado do subgrupo dodecacloro na forma de isca granulada, seguindo as recomendações de Gallo *et al.* (2002).

Focos de infestação de cochonilhas também foram observados e controlados de forma mecânica, através de coleta manual, antes de causarem grandes danos às plantas.

#### 4.2.4 Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, seguindo o esquema fatorial 4 x 5 x 2, com três repetições, sendo composto dos seguintes fatores: classe de solo (gleissolo, argissolo, latossolo amarelo e terra-preta-de-índio), corretivos (nenhum, 50 mg de calcário dolomítico, 20% de serragem, 20% de esterco de galinha de postura curtida e 20% de serragem mais 20% de esterco de galinha de postura curtida) e níveis de sombreamento (nenhum e 50%). A parcela experimental foi composta por dez plantas.

Antecedendo à instalação do ensaio, procedeu-se análise química dos dois corretivos orgânicos utilizados no experimento no Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental.

#### 4.2.5 Avaliação do crescimento

As coletas de dados foram realizadas a partir da emissão da primeira folha definitiva das mudas, aos 42 dias após a semeadura, até o sexto mês de desenvolvimento, aos 140 dias. Em intervalos de 14 dias, avaliaram-se as seguintes variáveis morfológicas: altura da planta a partir do coleto até a inserção da última folha no ápice caulinar, diâmetro caulinar no coleto e número de folhas emitidas.

A altura foi mensurada com o auxílio de régua graduada em centímetros, e o diâmetro, com paquímetro em milímetros. Quanto ao parâmetro número de folhas, foram consideradas somente as folhas que apresentaram o limbo expandido e verde.

#### *4.2.6 Análise estatística*

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, e para comparação das médias, utilizou-se o Teste Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1990). A análise estatística foi processada por meio do programa ESTAT 2.0 – Sistema para Análises Estatísticas, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da UNESP. Todos os cálculos estatísticos seguem no Anexo. Os valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

#### **4.3 Destinação das mudas**

Ao término do experimento, todo material vegetal produzido será encaminhado para uma propriedade particular localizada na área rural da cidade de Manaus, onde será cultivado e seu desenvolvimento e produção acompanhados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Níveis de sombreamento

A altura das plantas não foi influenciada significativamente, através do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, pelos níveis de sombreamento as quais foram submetidas, como mostram a Tabela 1 e Figura 3. Nota-se tendência de maior valor médio sob cultivo sombreado nestes 140 dias de observação, contrariando em parte a literatura, que a descreve como uma planta heliófila, de alta exigência à luz, que pode tolerar sombra inicial parcial, mas que se desenvolve melhor a plena luz, como mencionam Aguirre *et al.* (2001) e Palomino e Barra (2003).

Tabela 1 - Médias de altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas de mudas de *Croton lechleri* cultivadas sob influência de diferentes níveis de sombreamento aos 140 dias após a sementeira, durante o ano de 2008 na Amazônia Central.

Sombreamento	Altura da planta (cm)	Diâmetro caulinar (cm)	Número de folhas
50%	24,82 a	4,40 a	8,46 a
Nenhum	23,76 a	4,67 a	8,41 a

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

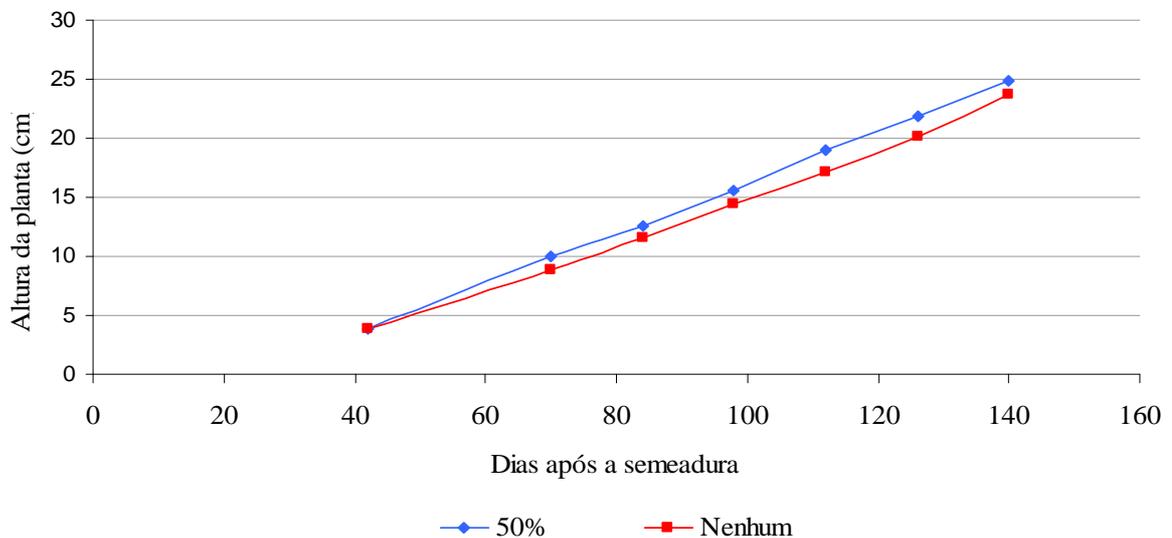


Figura 3 - Efeito dos níveis de sombreamento sobre a altura das mudas de *Croton lechleri*.

Em Poorter (1998), comportamento semelhante apresentado por *Cecropia ficifolia* é explicado pela menor necessidade de crescimento em altura pela busca de luz devida suficiente disponibilidade do recurso. Moraes Neto *et al.* (2000) e Scalon *et al.* (2002) comentam que a capacidade de crescer rapidamente quando sombreada é um importante mecanismo de adaptação que constitui uma valiosa estratégia de escape ao déficit de luz, pois estas espécies não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através dos reajustes de taxas metabólicas, sendo considerada uma reação comum, tratada como uma resposta morfogênica típica por Smith e Whitelam (1990) e um mecanismo de adaptação de plantas competitivas por Grime (1977).

Semelhanças também foram observadas em trabalhos testando a influência dos diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de outras espécies florestais, como: *Psidium cattleianum* (Ortega *et al.*, 2006) e *Cedrelinga catenaeformis* (Farias *et al.*, 1997). *Piptadenia rigida*, *Schizolobium parahyba* e *Albizzia lebeck* apresentaram maior crescimento em condições de sombreamento do que em a pleno sol (Poggiani *et al.*, 1992). Campos e Uchida (2002) observaram que *Ochroma lagopus* e *Jacaranda copaia* tiveram crescimento incrementado sob sombreamento, embora produzindo mudas de pior qualidade. *Pinus insularis* atingiu altura mais elevada quando produzida sob 70% de sombreamento (Ferreira *et al.*, 1981), assim como ocorreu com *Tabebuia aurea* (Albrecht e Nogueira, 1986) e *Enterolobium contortisiliquum* (Ferreira *et al.*, 1977). Chaves e Paiva (2004) observaram um aumento linear na altura com o período de sombreamento as quais mudas de *Senna macranthera* foram expostas, o mesmo observado com *Pterogyne nitens*, *Inga uruguensis* (Scalon *et al.*, 2002), *Trema micrantha* (Fonseca *et al.*, 2002), *Croton urucurana* e *Genipa americana* (Moraes Neto *et al.*, 2000). Outras espécies, no entanto, apresentaram comportamento diferente, como *Araucaria angustifolia*, cujo crescimento inicial ocorre normalmente a 100% e 45% de luz (Duarte e Dillenburg, 2000) e, *Caesalpinia ferrea* e *Eucalyptus grandis*, cujas maiores alturas foram verificadas a pleno sol (Lima *et al.*, 2008; Gomes *et al.*, 1978).

Não houve diferença significativa no diâmetro caulinar entre os tratamentos quanto ao nível de sombreamento proporcionado, apesar do valor médio das plantas desenvolvidas a pleno sol ter mostrado uma ligeira tendência positiva ao final (Tabela 1 e Figura 4).

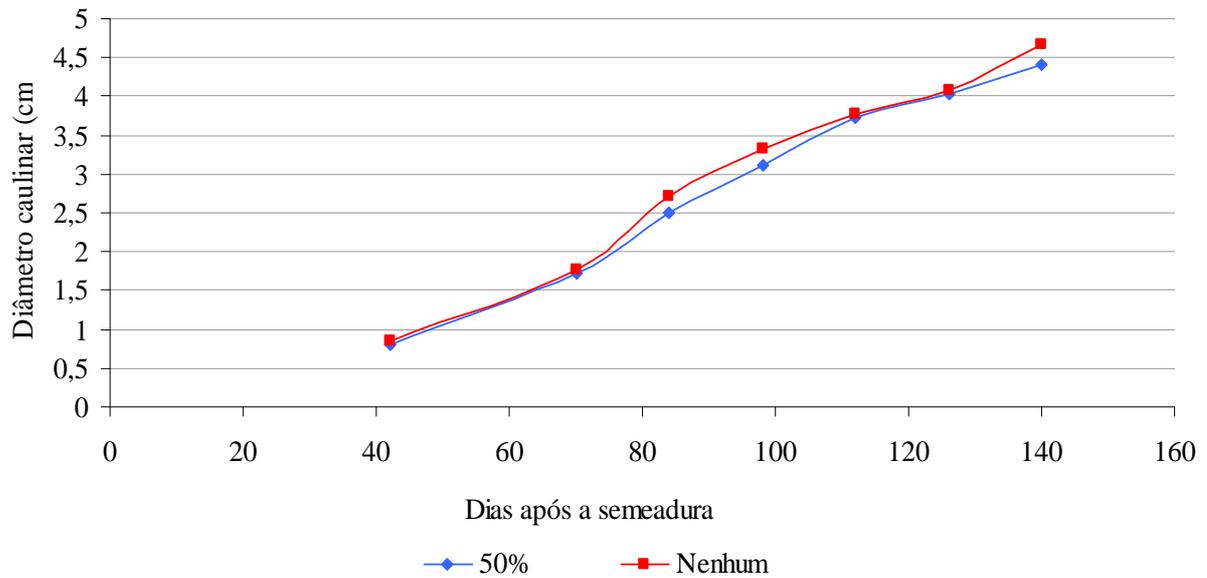


Figura 4 - Efeito dos níveis de sombreamento sobre diâmetro caulinar de *Croton lechleri*.

De acordo com Kozłowski (1962), a fotossíntese, aparentemente, guarda uma relação mais direta com o crescimento em diâmetro do que com a altura da planta e que o aumento do sombreamento diminui a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados e reguladores de crescimento, causando redução no diâmetro do caule.

As espécies *Psidium cattleianum* (Ortega *et al.*, 2006), *Inga uruguensis* (Scalon *et al.*, 2002), *Guazuma ulmifolia* (Moraes Neto *et al.*, 2000), *Enterolobium contortisiliquum* e *Pelthophorum dubium* (Ferreira *et al.*, 1977) mostraram resposta semelhante, não havendo diferença entre o diâmetro do coleto das mudas produzidas a pleno sol e a diferentes níveis de sombreamento. Chaves e Paiva (2004) constataram tendência no aumento do diâmetro de *Senna macranthera* em função do aumento do período de sombreamento. *Muntingia calabura* responderam melhor sob níveis de 67% e 48% de radiação fotossinteticamente ativa quando comparadas àquelas cultivadas a pleno sol (Castro *et al.*, 1996). Em *Dalbergia nigra* (Reis *et al.*, 1991) e *Goupia glabra* (Daniel *et al.*, 1994) observaram-se maiores valores quando produzidas sob intensidade de 25% a 70% de luz. Mudas de *Genipa americana* apresentaram números superiores sob 40% de luz (Moraes Neto *et al.*, 2000) e *Euphorbia pulcherrima* sob 30% (Galicia-Jiménez *et al.*, 2001). *Eucalyptus grandis* responderam melhor quando não houve sombreamento (Gomes *et al.*, 1978), assim como observaram haver uma tendência de redução do diâmetro em *Caesalpinia ferrea* (Lima *et al.*, 2008) e *Pinus insularis* (Ferreira *et al.*, 1981) com o aumento do sombreamento. Para Chaves e Paiva (2004), estes resultados

mostram que algumas espécies na fase inicial de crescimento se desenvolvem melhor quando submetidas a algum nível de sombreamento.

Quanto ao número de folhas desenvolvidas, constatou-se que as plantas expostas à condição de sombreamento a 50% não diferiram estatisticamente daquelas dispostas a pleno sol (Tabela 1). Na Figura 5, é possível acompanhar a curva do desenvolvimento de folhas nos tratamentos. Nota-se que após uma produção linear ascendente houve uma leve diminuição aos 83 dias após a semeadura, evento este que pode ser atribuído a dois fatores: ataque de formigas cortadeiras (*Atta* sp.), que desfolharam alguns indivíduos, e resposta ao déficit hídrico provocado pelo início do período de estiagem da região, apesar da irrigação diária.

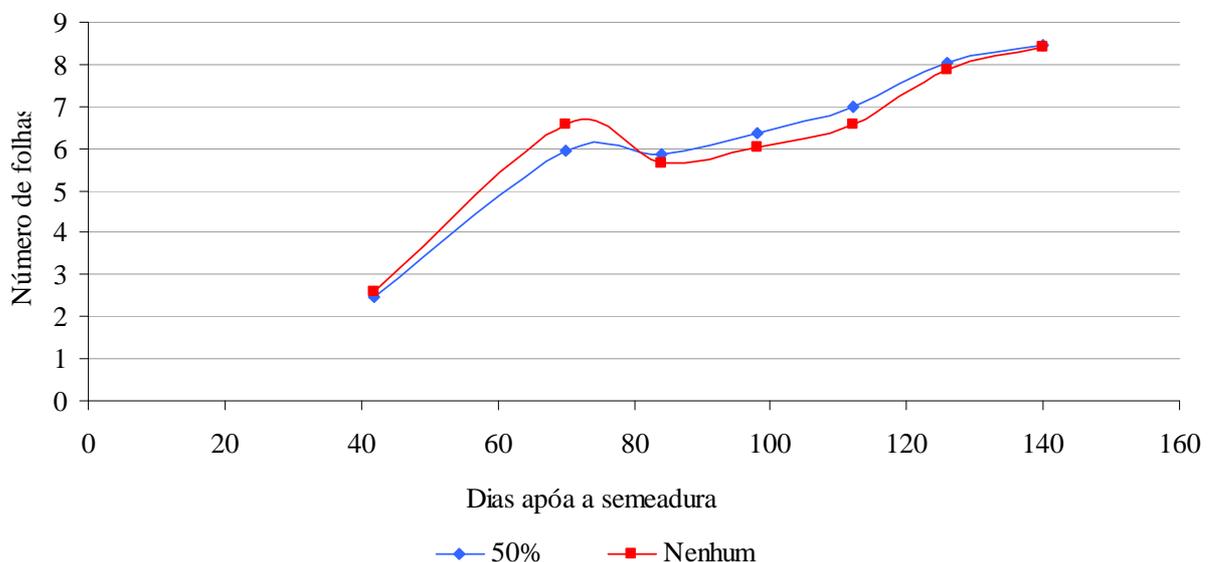


Figura 5 - Efeito dos níveis de sombreamento sobre o número de folhas de *Croton lechleri*.

Outros trabalhos avaliando este parâmetro também foram realizados. Souza (1996), trabalhando com a influência da radiação plena ao ar livre e em casa de vegetação e sombreamento proporcionado naturalmente e artificialmente no desenvolvimento de diversas espécies arbóreas, observou que: *Solanum granuloso-leprosum* e *Croton priscus* mostraram-se estatisticamente iguais em todos os ambientes, ao passo que *Senna macranthera* não respondeu satisfatoriamente apenas para sombreamento natural, *Bauhinia fortificata* subsp. *pruinosa*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Pachystroma longifolium* e *Hymenaea courbaril* obtiveram melhores resultados quando cultivadas a pleno sol e em casa de vegetação, *Trema micrantha*, *Cecropia glazioui*, *Schizolobium parahyba* e *Ficus guaranitica* a pleno sol e, *Piptadenia gonoacantha*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Chorisia speciosa* sob radiação plena em casa

de vegetação. Em Lima *et al.* (2008), mudas de *Caesalpinia ferrea* mostraram ter a produção de folhas influenciadas pelo sombreamento, apresentando melhor rendimento a pleno sol.

Analisando estes resultados pode-se afirmar que *Croton lechleri* cresce normalmente tanto em locais com 100% como em 50% de radiação fotossinteticamente ativa, ao menos nos estágios iniciais de crescimento, acompanhados até os 140 dias após a semeadura.

Como as plantas de ambos os tratamentos apresentam-se igualmente vigorosas, acredita-se que com o passar do tempo, devido ao caráter heliófilo da espécie, ocorra um aumento na diferença da amplitude com relação aos indivíduos mais sombreados, resposta também esperada por Ortega *et al.* (2006) para *Psidium cattleianum*.

## 5.2 Classes de solos

Notou-se diferença significativa no desenvolvimento inicial das plantas em resposta à condição de diferentes classes de solo as quais foram submetidas, devido à fertilidade natural apresentada por cada uma.

A Tabela 2 mostra a fertilidade do solo da área de ocorrência natural das matrizes e as características químicas apresentadas pelas quatro classes de solo experimentais utilizadas.

Tabela 2 – Características químicas do solo da área de ocorrência natural das matrizes e das quatro classes de solo utilizadas na produção de mudas de *Croton lechleri* na Amazônia Central, durante o ano de 2008.

Característica química	Área de ocorrência natural	Latossolo	Gleissolo	Argissolo	Terra-preta-de-índio
pH - H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,5	4,08	5,59	4,52	6,21
C (g/kg)	21,24	4,74	14,43	7,89	11,52
M.O. (g/kg)	36,53	8,15	24,83	13,57	19,82
N (g/kg)	2,52	0,77	1,58	0,77	1,58
P (mg/dm <sup>3</sup> )	49	1	85	6	181
K (mg/dm <sup>3</sup> )	138	8	128	13	23
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	5	1	14	1	4
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	7,01	0,11	9,13	0,2	6,63
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,31	0,31	2,28	0,39	1,64
Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,06	0,88	0	0,82	0
H+Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,63	1,39	1,52	1,65	1,65
SB (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	9,69	0,44	11,8	1,45	8,35
t (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	9,75	1,32	11,8	1,45	8,35
T (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	11,33	1,83	13,32	2,28	10
V (%)	85,58	24,3	88,6	27,56	83,49
m (%)	0,62	66,42	0	56,65	0

SB – Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V – Índice de Saturação por Bases; m – Índice de Saturação por Alumínio.

Pode-se observar que o solo da área de ocorrência natural das matrizes de *Croton lechleri* mostra-se muito fértil, mesmo antropizado, o que justifica sua utilização para cultivo de diversas culturas agrícolas de fim alimentício, como milho, mandioca e banana, pela população local. Comparativamente, gleissolo e terra-preta-de-índio experimentais são os solos que apresentam valores mais aproximados daquele da área de ocorrência natural, proporcionando condições nutricionais mais favoráveis ao desenvolvimento das mudas.

Plantas cultivadas em gleissolo e terra-preta-de-índio apresentaram resultados superiores à argissolo e latossolo desde o início, diferindo-se estatisticamente a partir dos 112 dias, em todos os parâmetros morfológicos avaliados – altura da parte aérea, diâmetro caulinar e número de folhas presentes – como pode ser visualizado na Tabela 3 e, respectivamente, nas Figuras 6, 7 e 8.

Tabela 3 – Médias de altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas de mudas de *Croton lechleri* cultivadas sob influência de diferentes classes de solo aos 140 dias após a semeadura, durante o ano de 2008 na Amazônia Central.

Classes de solo	Altura da planta	Diâmetro caulinar	Número de folhas
	(cm)	(cm)	
Argissolo	21,41 b	4,02 b	7,46 b
Latossolo	16,90 b	3,17 b	6,56 b
Terra-preta-de-índio	28,53 a	5,31 a	9,81 a
Gleissolo	30,33 a	5,65 a	9,91 a

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

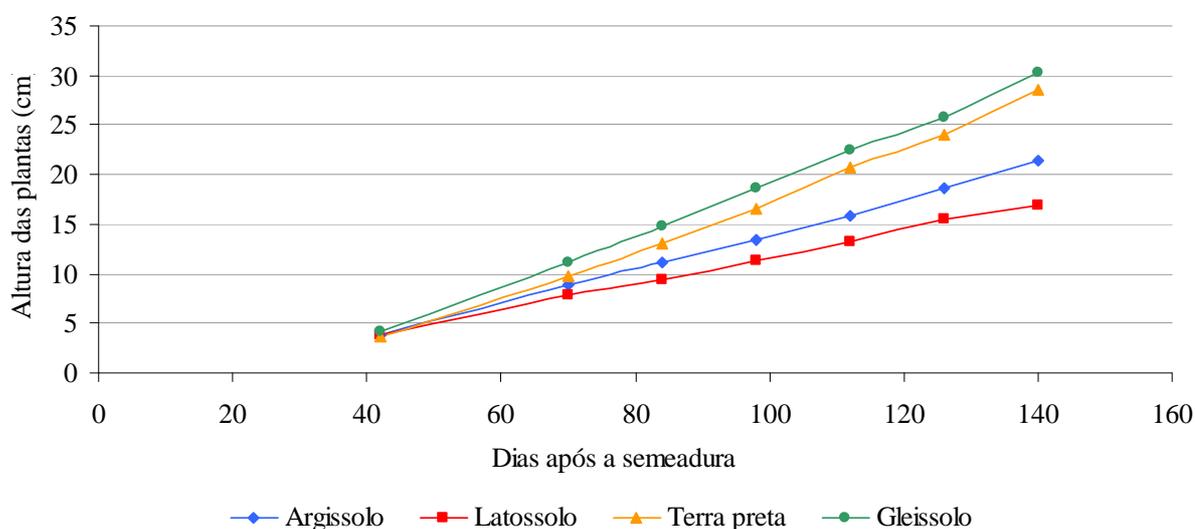


Figura 6 - Efeito das classes de solo sobre a altura das mudas de *Croton lechleri*.

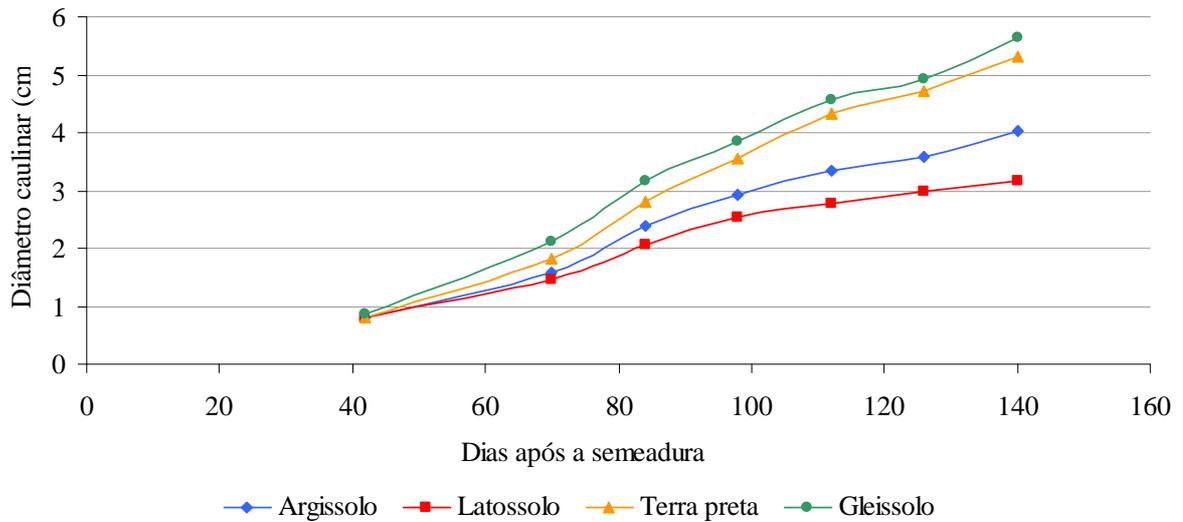


Figura 7 - Efeito das classes de solo sobre o diâmetro caulinar das mudas de *Croton lechleri*.

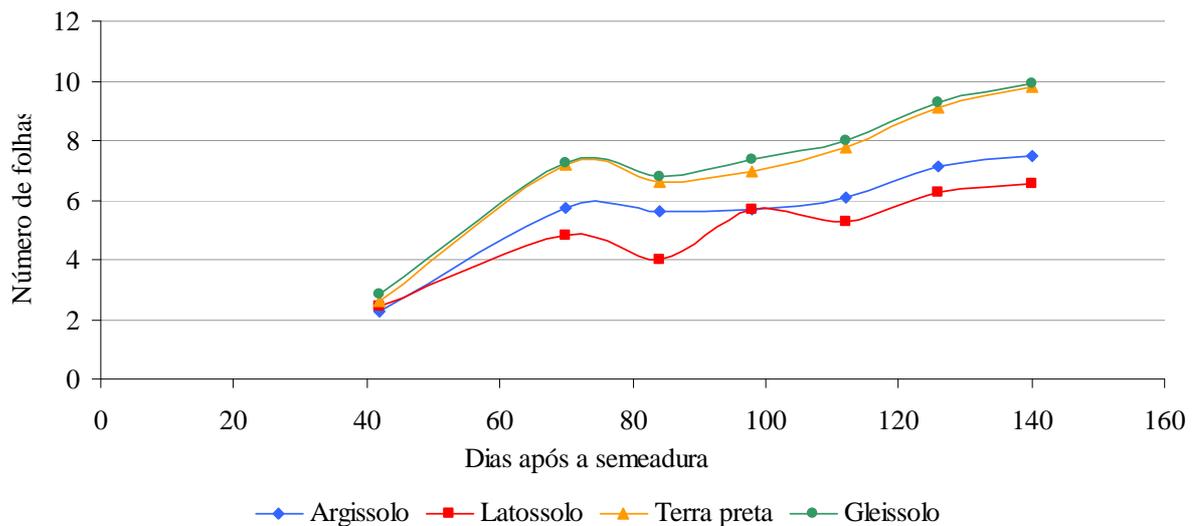


Figura 8 - Efeito das classes de solo sobre o número de folhas das mudas de *Croton lechleri*.

De acordo com Meza e Ayala (1998), Meza *et al.* (1998) e Forero *et al.* (2000), a espécie ocorre frequentemente em solos férteis e úmidos, podendo crescer também em solos perturbados e cultivados. Portanto, o melhor desempenho em gleissolo e terra-preta-de-índio observado pode ser explicado pela boa fertilidade natural e propriedade biológica apresentada por eles, muito semelhante a da área de ocorrência natural do qual o material vegetal é oriundo. Analisando as características químicas destas classes de solo experimentais (Tabela

2), observa-se teores superiores de matéria orgânica e carbono e maiores valores de pH, indicando melhor disponibilidade de nutrientes e ausência de Al.

Além disso, em latossolo e argissolo, de acordo com Pereira (1987), Demattê (1988) e Rodrigues *et al.* (1996), o elevado teor de  $Al^{+3}$  aliado ao baixo teor de matéria orgânica, influenciam diretamente na capacidade de troca catiônica efetiva, diminuindo a disponibilidade de diversos cátions importantes para o desenvolvimento das plantas, principalmente fósforo, cálcio, magnésio e potássio (Tabela 2).

Bataglia *et al.* (1999), objetivando avaliar os efeitos da adubação com N, P e K em reduzir o período de imaturidade de *Hevea brasiliensis*, constataram que em solo de alta a média fertilidade o perímetro do caule na fase de formação foi afetado pela adubação potássica, sendo essencial para garantir a antecipação do início da fase produtiva em até 15 meses. Berniz (1987), no entanto, evidenciou ser a adubação fosfatada a responsável pelas melhores respostas no crescimento durante a fase jovem das seringueiras. Ambos os nutrientes são naturalmente abundantes nos solos que obtiveram os melhores resultados.

Apesar da resposta obtida pelos indivíduos cultivados nos demais solos experimentais ter sido inferior, proporcionalmente 55,72 % em altura, 56,10 % em diâmetro e 66,19 % em número de folhas aos 140 dias após a semeadura, do pior tratamento (latossolo) para o melhor (gleissolo), mostram que *Croton lechleri* tolera solos mais ácidos e, conseqüentemente, níveis mais baixos de nutrientes disponíveis, porém, seu desenvolvimento é acelerado quando cultivado em solos mais férteis.

### 5.3 Corretivos

A adição de corretivos ao substrato também mostrou influência sobre o crescimento inicial em altura de *Croton lechleri*.

A constituição química dos dois corretivos orgânicos utilizados no experimento (serragem e esterco de galinha) pode ser visualizada na Tabela 4. Observa-se que esterco de galinha de postura curtido é nutricionalmente superior à serragem, devendo-se ressaltar que os valores apresentados por serragem referem-se a ela não curtida.

Tabela 4 – Características químicas dos corretivos orgânicos utilizados na produção de mudas de *Croton lechleri* na Amazônia Central.

Características químicas	Esterco de galinha	Serragem
pH - H <sub>2</sub> O (1:2,5)	9,81	-
C (g/kg)	90,03	-
M.O. (g/kg)	154,86	-
N (g/kg)	-	3,36
P (g/kg)	1,34	0,08
K (g/kg)	13,41	0,25
Na (g/kg)	2,07	0,13
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,96	0,58
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,91	0,26
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	39,34	10,03
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	36,08	3,81

Esterco de galinha de postura apresentou resultado superior, seguido de esterco de galinha mais serragem. Os corretivos menos indicados para aplicação foram calcário, que manteve efeito similar ao controle, e serragem, que se mostrou inferior desde a primeira avaliação, mas que a partir dos 112 dias alcançou resultados estatisticamente semelhantes ao controle (Tabela 5 e Figura 9).

Tabela 5 – Médias de altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas de mudas de *Croton lechleri* cultivadas sob influência da aplicação de diferentes corretivos aos 140 dias após a semeadura, durante o ano de 2008 na Amazônia Central.

Corretivos	Altura da planta (cm)	Diâmetro caulinar (cm)	Número de folhas
Controle	16,01 c	3,22 c	7,22 b
Calcário	15,51 c	3,01 c	6,34 b
Serragem	12,35 c	2,30 c	5,49 b
Esterco	44,14 a	7,79 a	12,31 a
Serragem + esterco	33,44 b	6,35 b	10,81 a

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

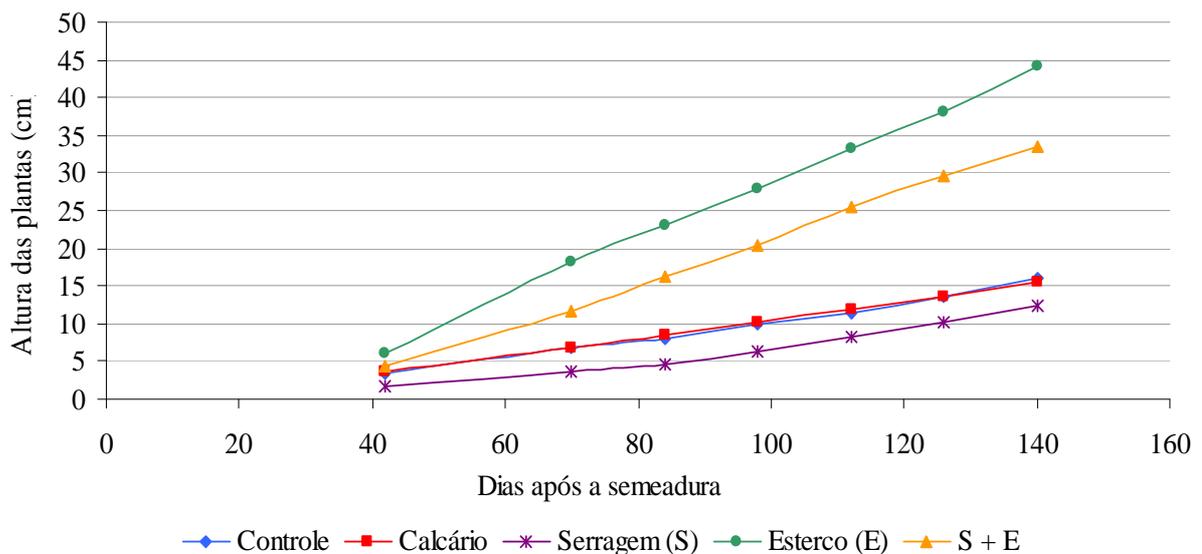


Figura 9 - Efeito dos corretivos sobre a altura das mudas de *Croton lechleri*.

Os diâmetros caulinares dos indivíduos tratados com esterco de galinha mostraram-se superiores desde o início, sendo seguidos pelo tratamento de esterco mais serragem. Os demais se apresentaram estatisticamente similares, sendo que a aplicação de serragem obteve os menores valores, inferior ao controle (Tabela 5 e Figura 10), assim como ocorreu no parâmetro altura das plantas.

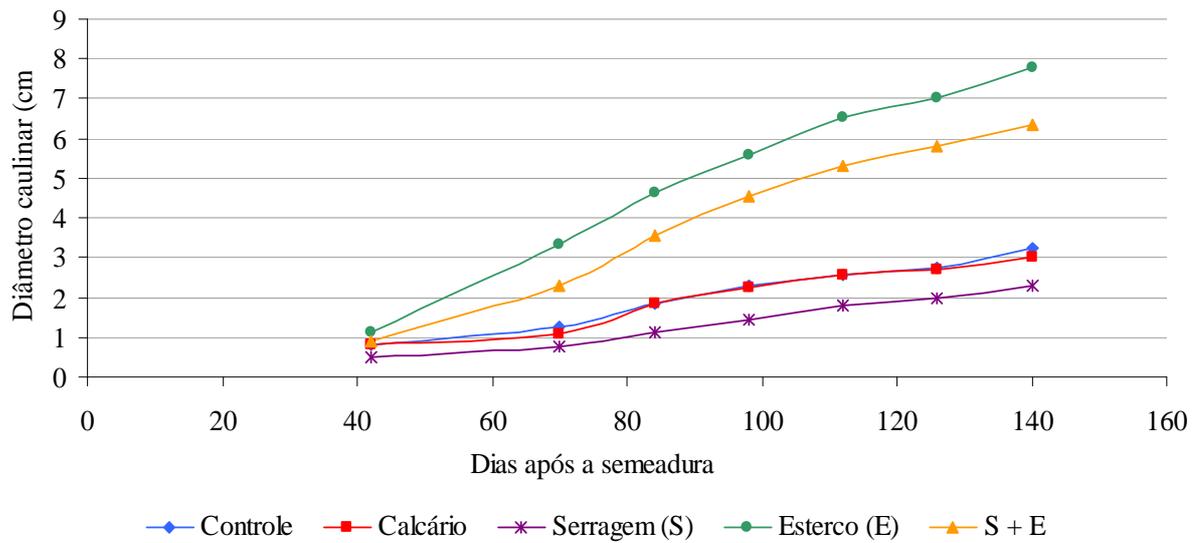


Figura 10 - Efeito dos corretivos sobre o diâmetro caulinar das mudas de *Croton lechleri*.

Os tratamentos que receberam aplicação de esterco de galinha com ou sem adição de serragem contribuíram na maior produção de folhas, respondendo melhor desde a primeira avaliação, como é apresentado na Tabela 5 e Figura 11.

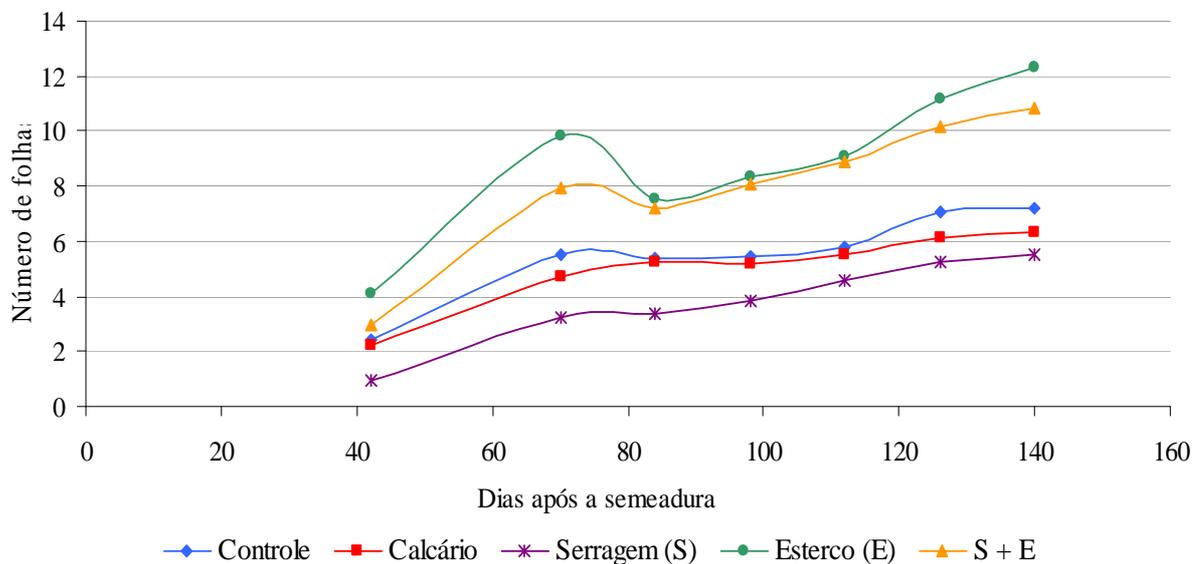


Figura 11 - Efeito dos corretivos sobre o número de folhas das mudas de *Croton lechleri*.

Diversos trabalhos mostram que a incorporação de esterco ao substrato melhora consideravelmente sua estrutura química, proporcionando melhores condições de cultivo.

*Schinus terebinthifolius* obteve maior altura quando plantadas em mistura de 50% de terra de subsolo mais 20% de esterco e 20% de casca de arroz carbonizada (Caldeira *et al.*, 2008). Cândido (1992) sugeriu terra de barranco acrescido de esterco de curral curtido na proporção volumétrica 2:1 para o cultivo de *Zeyhera tuberculosa*. Campos *et al.* (1986) constataram que plantas de *Caesalpinia peltophoroides* produzidas em solo mais esterco (1:1) apresentaram mudas mais adequadas para o transplântio. Entretanto, Lima *et al.* (2004) mencionam que cama de frango misturada apenas ao solo não propiciou adequado crescimento de mudas de *Ricinus communis*, classificando-o como um material adequado quimicamente, mas deficiente do ponto de vista físico. Por isso, posteriormente constataram que a espécie desenvolveu-se inicialmente melhor em solo enriquecido com cama de frango, casca de amendoim e mucilagem de sisal, seguido do mesmo substrato sem o último componente (Lima *et al.*, 2006).

Plantas submetidas ao tratamento com serragem, além de apresentarem menor número de folhas, mostravam limbos com superfície menor e mais amarelados, fatores que contribuíram para diminuição da velocidade de crescimento em altura e diâmetro caulinar, seguida de morte do ápice e conseqüente emissão de brotamento lateral. Este desempenho é explicado por Budziak *et al.* (2004), que comentam que a alternativa de aproveitamento da serragem como fertilizante orgânico, em aplicação direta ao solo, leva à imobilização de nutrientes essenciais e altas concentrações de espécies químicas reduzidas, sendo típicas a presença de  $Mn^{2+}$  e  $Fe^{2+}$ , em vez de  $MnO_2$  e  $Fe^{3+}$ , respectivamente. O baixo teor de N nas estruturas químicas da serragem é um fator desfavorável para sua degradação microbiológica, levando a necessidade da adição de outros materiais mais ricos em N, com vistas ao aumento da relação C/N.

Passos e Ferreira (1991) observaram que apesar da utilização da serragem como cobertura não ter prejudicado a emergência de *Prosopis juliflora*, o seu efeito sobre a altura das mudas foi ligeiramente prejudicial, fazendo com que se apresentasse inferior à testemunha. Deichmann (1967) relata que a serragem contém tanino, resina ou terebentina, substâncias essas que podem ser tóxicas as plantas. Além disso, o autor também menciona a possibilidade de aumentar a acidez do substrato dependendo da origem do material e, quando em decomposição, as bactérias utilizam o nitrogênio do solo reduzindo a sua disponibilidade para as plantas, quer na forma amoniacal ou nítrica.

Os tratamentos que receberam somente aplicação de calcário foram estatisticamente semelhantes ao controle em todos os parâmetros avaliados. Este resultado provavelmente

deve-se ao tempo de reação do calcário que não foi suficiente para atingir a sua reação máxima e promover os maiores benefícios.

Pereira e Pereira (1987) não observaram resposta de *Hevea brasiliensis* à aplicação de calcário no solo com pH 4,2 em viveiro. O mesmo resultado também foi obtido por Reis *et al.* (1984) em experimento realizado em campo. Porém, em Roque *et al.* (2004), a calagem neutralizou a acidez do solo e aumentou a saturação por bases, proporcionando maior produtividade de borracha seca.

De posse desses dados tem-se que o não adicionamento de corretivos no solo não compromete o desenvolvimento inicial das mudas, mas os resultados tornam evidente que o melhor desempenho no crescimento é alcançado com a incorporação de corretivos orgânicos ricos em nutrientes, havendo um acréscimo em altura de 36,27 %, 41,33 % no diâmetro caulinar e 58,65 % no número de folhas desenvolvidas entre os tratamentos controle e adição de esterco de galinha curtido.

A influência dos tratamentos pode ser claramente observada na Figura 12 que apresenta a diferença no desenvolvimento das mudas aos 140 dias após a semeadura. Nota-se que há tratamentos cujas mudas já superaram os parâmetros morfológicos mínimos para o plantio em campo, enquanto outras tiveram seu crescimento inicial dificultado pelo substrato utilizado.



Figura 12 – Mudanças de *Croton lechleri* aos 140 dias após a sementeira. a, b – cultivadas à pleno sol; c, d – submetidas a 50% de radiação fotossinteticamente ativa.

## 6 CONCLUSÕES

*Croton lechleri* cresce satisfatoriamente tanto em locais com 100% como em 50% de radiação fotossinteticamente ativa nos estágios iniciais de crescimento, acompanhados até os 140 dias após a semeadura;

A espécie tolera solos ácidos com níveis baixos de nutrientes disponíveis (latossolo e argissolo), mas o melhor desempenho ocorre em solos naturalmente férteis (gleissolo e terra-preta-de-índio);

O tratamento gleissolo enriquecido de esterco de galinha curtido disposto tanto a pleno sol como a 50% de sombreamento, proporcionou melhor desenvolvimento de mudas de *Croton lechleri*, aptas ao plantio em campo aos 98 dias da semeadura.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, M.R.A.; Botina, P.J.R.; Arias, O.D.A.; Forero, P.L.E. 2001. Sangre de drago, *Croton lechleri* Mull. Arg. In: Rojas, G.S. (Ed.) *Especies promisorias de la Amazonía: conservación, manejo y utilización del germoplasma*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Putumayo, Colombia. p. 193-197.
- Alarcon, R.; Mena, P.; Soldi, A. 1994. Ethnobotánica valoración económica y comercialización de recursos florísticos silvestres en El Alto Napo, Ecuador. *Ecociencia*, 161-162.
- Albrecht, J.M.F.; Nogueira, A.C. 1986. Influência do sombreamento sobre a germinação e produção de mudas de ipê (*Tabebuia aurea* Benth. e Hook.). In: Sociedade Brasileira de Silvicultura. *Anais do Congresso Florestal Brasileiro*.
- Albuquerque, J.A.; Bayer, C.; Ernani, P.R.; Mafra, A.L.; Fontana, E.C. 2003. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 799-806.
- Albuquerque, S.G. 1999. Caatinga vegetation dynamics under various grazing intensities by steers in the semi-arid Northeast, Brazil. *Journal of Range Management*, 52(3): 241-248.
- Alfaia, S.S.; Oliveira, L.A. 1997. Pedologia e fertilidade dos solos da Amazônia. In: Noda, H.; Souza, L.A.G.; Fonseca, O.J.M. (Eds.) *Dois décadas de contribuições do INPA à pesquisa agrônômica no Trópico Úmido*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. p. 179-191.
- Amaral, A.C.F.; Barnes, R.A. 1997. Alkaloids of *Croton celtidifolius*. *Planta Medica*, 63(5): 485.

- Angiosperm Phylogeny Group - APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399–436.
- Armbruster, W.S.; Di-Stilio, V.S.; Tuxill, J.D.; Flores, T.C.; Runk, J.L.; Berg, R.L. 1999. Covariance and decoupling of floral and vegetative traits in nine Neotropical plants: a re-evaluation of Berg's correlation Pleiades concept. *American Journal of Botany*, 86(1): 39-51.
- Barnard, D.L.; Smee, D.F.; Huffman, J.H.; Sidwell, R.W.; Meyerson, L.R. 1993. Anti-herpesvirus activity and mode of action of SP-303, a novel plant flavonoid. *Chemotherapy*, 39: 212-217.
- Barth, O.M.; Da-Luz, C.F.P. 1998. Melissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 37(3): 155-163.
- Bastien, H.C. 1991. *Distribution study of Croton drago*: a report for Shaman Pharmaceuticals. Shaman Pharmaceuticals, San Francisco, USA.
- Bataglia, O.C.; Santos, W.R.; Gonçalves, P.S.; Segnini Junior, I.; Cardoso, M. 1999. Efeito da adubação NPK sobre o período de imaturidade da seringueira. *Bragantia*, 58(2): 363-374.
- Benincasa, M.M.P. 2003. *Análise de crescimento de plantas - noções básicas*. 2ª ed. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, Jaboticabal, São Paulo. 41pp.
- Berniz, J.M.J. 1987. *Influência de N, P e K em seringueira jovem (Hevea brasiliensis Müll. Arg.)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 59pp.
- Berry, P.E.; Hipp, A.L.; Wurdack, K.L.; van Ee, B.; Riina, R. 2005. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonae (Euphorbiaceae *sensu stricto*) using ITS and trnL-trnF DNA sequence data. *American Journal of Botany*, 92: 1520-1534.

- Borges, J.R.; King, S.R. 2000. *Croton lechleri*: sustainable utilization of an Amazonian pioneer species. *Medicinal Plant Conservation*, 6: 24-26.
- Botelho, S.A.; Davide, A.C.; Faria, J.M. 1996. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. *Cerne*, 2(1): 43-52.
- Bremer, K.; Bremer, B.; Thulin, E. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 85: 531-553.
- Budziak, C.R.; Maia, C.M.B.F.; Mangrich, A.S. 2004. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. *Química Nova*, 27(3): 399-403.
- Cai, Y.; Chen, Z.P.; Phillipson, J. 1993a. Diterpenes from *Croton lechleri*. *Phytochemistry*, 32(3): 755-760.
- Cai, Y.; Chen, Z.P.; Phillipson, J.D. 1993b. Clerodane diterpenoids from *Croton lechleri*. *Phytochemistry*, 34(1): 265-268.
- Cai, Y.; Evans, F.; Roberts, M.; Phillipson, J.D.; Zenk, M.; Gleba, Y. 1991. Polyphenolic compounds from *Croton lechleri*. *Phytochemistry*, 30: 2033-2040.
- Caldeira, M.V.W.; Rosa, G.N.; Fenilli, T.A.B.; Harbs, R.M.P. 2008. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, 9(1): 27-33.
- Camargo, F.A.O.; Santos, G.A.; Guerra, J.G.M. 1999. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Gênese, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. p. 27-39.
- Campos, L.A.A.; Sá, J.C.A.; Demattê, M.E.S.P.; Velho, L.M.L.S.; Vicente, M.E.A. 1986. A influência da profundidade de semeadura e substratos no desenvolvimento inicial de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.). *Científica*, 14(1/2): 101-113.

- Campos, M.A.A.; Uchida, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3): 281-288.
- Cândido, J.F. 1992. *Culturas de espécies florestais I*. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, Minas Gerais. 115pp.
- Cardoso, G.D.; Alves, P.L.C.A.; Beltrão, N.E.M.; Barreto, A.F. 2006. Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6(2): 79-84.
- Carneiro, J.G.A. 1995. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Universidade Federal do Paraná/Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba, Paraná. 451pp.
- Castro, D.M.; Meza, E.N. 1999. Morphoanatomical study of *Croton lechleri* Muell. Agr. (Crotonae, Euphorbiaceae). In: Meza, E.N. (Ed.) *Unfoldment of our biocultural diversity: "sangre de grado" and the challenge of its sustainable production in Peru*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Fondo Editorial, Lima, Peru. p. 77-94.
- Castro, E.M.; Alvarenga, A.A.; Gomide, M.B. 1996. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três níveis de radiação. *Ciência e Agrotecnologia*, 20(3): 357-365.
- Castro, H.G.; Casali, V.W.D.; Cecon, P.R. 1999. Crescimento inicial e épocas de colheita em seis acessos de *Baccharis myriocephala* D.C. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 2(1): 1-6.
- Chaves, A.S.; Paiva, H.N. 2004. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). *Scientia Florestalis*, 65: 22-29.
- Chen, Y.; Cai, Y.; Phillipson, J.D. 1994. Studies on the anti-tumor, anti-bacterial and wound-healing properties of Dragon's blood. *Planta Medica* 60: 541-545.

- Clough, J.M.; Terri, J.A.; Alberte, R.S. 1980. Photosynthetic adaptation of *Solanum dulcamara* L. to sun and shade environments. III. Characterization of genotypes with differing photosynthetic performance. *Oecologia*, 44: 221-225.
- Cochrane, T.T.; Cochrane, T.A. 2006. Diversity of the land resources in the Amazonian State of Rondônia, Brazil. *Acta amazonica*, 36(1): 91-102.
- Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. 2 ed. The New York Botanical Garden Press, New York, USA. 555pp.
- Daniel, O.; Oiashi, T.; Santos, R.A. 1994. Produção de mudas de *Goupia glabra* (Cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. *Revista árvore*, 18(1): 1-13.
- Davide, A.C.; Botelho, S.A.; Faria, J.M.; Prado, N.J. 1996. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depressão do reservatório da usina hidrelétrica de Camargos, Itutinga, MG, Brasil. *Cerne*, 2(1): 20-34.
- Davis, D.E. 1945. The annual cycle of plants, mosquitoes, birds and mammals in two Brazilian forests. *Ecological Monographs*, 15: 243-295.
- Deichmann, V.V. 1967. *Noções sobre sementes e viveiros florestais*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 196pp.
- Demattê, J.L.I. 1988. *Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos – Região Amazônica*. Fundação Cargill, Campinas, São Paulo. 215pp.
- Dias-Filho, M.B. 1997. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(8): 798-796.
- Dias-Filho, M.B. 1999. Physiological responses of two tropical weeds to shade. I. Growth and biomass allocation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(6): 945-952.

- Drechsel, P.; Zech, W. 1993. Mineral nutrition of tropical trees. *In*: Pancel, L. (Ed.) Tropical Forestry Handbook. V. 1. Springer-Verlag, Berlin. p. 515-567.
- Duarte, L.S.; Dillenburg, L.R. 2000. Ecophysiological responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) seedlings to different irradiance levels. *Australian Journal of Botany*, 48(4): 531-537.
- Duke, J.; Vasquez, R. 1994. *Amazonian ethnobotanical dictionary*. Vol 1. CRC Press, Boca Raton, Florida. 224pp.
- Falcão, N.P.S.; Borges, L.F. 2006. Efeito da fertilidade de terra preta de índio da Amazônia Central no estado nutricional e na produtividade do mamão hawaí (*Carica papaya* L.). *Acta amazonica*, 36(4): 401-406.
- Falesi, I.C. 1986. Estado atual de conhecimentos de solos da Amazônia brasileira. *In*: *Anais do 1º Simpósio do Trópico Úmido*. Vol. 1. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará. p. 168-191.
- Farias, V.C.C.; Varela, V.P.; Costa, S.S.; Batalha, L.F.P. 1997. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. *Revista Brasileira de Sementes*, 19(2): 192-199.
- Ferraz, D.K.; Artes, R.; Mantovani, W.; Magalhães, L.M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(2): 305-317.
- Ferreira, M.G.M.; Cândido, J.F.; Cano, M.A.; Conde, A.R. 1977. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Árvore*, 1(2): 121-134.
- Ferreira, M.G.M.; Cândido, J.F.; Silva, P.A.; Colodette, J.L. 1981. Efeito do sombreamento e da densidade de sementes sobre o desenvolvimento de mudas de *Pinus insularis* Endlicher e seu crescimento inicial no campo. *Revista Árvore*, 2(1): 68-75.
- Fischer, H.; Machen, T.E.; Widdicombe, J.H.; Carlson, T.J.S.; King, S.R.; Chow, J.W.S.; Illek, B. 2004. A novel extract SB-300 from the stem bark latex of *Croton lechleri*

inhibits CFTR-mediated chloride secretion in human colonic epithelial cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 93: 351-357.

Fonseca, E.P. 2000. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 113pp.

Fonseca, E.P.; Valéri, S.V.; Miglioranza, E.; Fonseca, N.A.N.; Couto, L. 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 26(4): 515-523.

Forero, L.E.; Chávez, J.; Bernal, H. 2000. Agrotecnología para el cultivo de sangre grado. In: *Fundamentos de agrotecnología del cultivo de plantas medicinales iberoamericanas*. Convênio Andrés Bello/Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Bogotá. p. 157-190.

Freire, O. 1984. *Apontamentos de edafologia*. Serviço Gráfico Degaspari, Piracicaba, São Paulo. 317pp.

Freitas, A.J.P.; Klein, J.E.M. 1993. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: Sociedade Brasileira de Silvicultura. *Anais do 11º Congresso Florestal Panamericano*. Curitiba, Paraná. p. 736.

Galicia-Jiménez, A.B.; Trejo, C.; Valdéz-Aguilar, L.A.; Rodríguez-González, M.T.; Peña-Valdivia, C.B. 2001. Shade intensity and its effect in morphology and physiology of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.). *Revista Chapingo, Série Horticultura*, 7(2): 143-149.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Baptista, G.C.; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramin, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S.; Omoto, C. 2002. *Entomologia Agrícola*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 920pp.

- Galy, S.; Rengifo, E.; Oliver, Y.H. 2000. Factores de la organización del mercado de las plantas medicinales en Iquitos – Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 11(1-2): 139-158.
- Givnish, T.J. 1988. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. *Australian Journal of Physiology*, 15: 63-92.
- Gomes, J.M. 2001. *Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidos em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 166pp.
- Gomes, J.M.; Couto, L.; Leite, H.L.; Xavier, A.; Garcia, S.L.R. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 26(6): 655-664.
- Gomes, J.M.; Ferreira, M.G.M.; Brandi, R.M.; Paula Neto, F. 1978. Influência do sombreamento no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, 2(1): 68-75.
- Gomes, J.M.; Silva, A.R. 2004. Os substratos e sua influência na qualidade das mudas. In: Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Pedrosa, M.W.; Sedyama, M.A.N. *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. p. 190-225.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of tree primary strategies and plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 982(3): 1169-1194.
- Groninger, J.W.; Seiler, J.R.; Peterson, J.A.; Kreh, R.E. 1996. Growth and photosynthesis responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. *Tree Physiology*, 16(9): 773-778.
- Gudiño, E.; Gutiérrez, F.; Espinoza, F. 1991. *Lineamientos preliminares para el manejo de Croton sp. en la Amazonía ecuatoriana*. Shaman Pharmaceuticals, Quito, Ecuador. 21pp.

- Guerrero, M.F.; Puebla, P.; Carrón, R.; Martín, M.L.; San Román, L. 2002. Quercetin 3,7-dimethyl ether: a vasorelaxant flavonoid isolated from *Croton schiedeanus* Schlecht. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 54(10): 1373-1378.
- Guevara, A.Q.; Villacorta, O.G. 1998. Efectos de la intensidad de luz, métodos de conservación y tiempo de almacenamiento en la germinación de *Croton lechleri* Muell. *Arg. Folia Amazonica*, 9(1-2): 45-61.
- Holt, J.S. 1995. Plant response to light: a potential tool for weed management. *Weed Science*, 43: 474-482.
- Jesus, R. 1997. *Morfologia de sementes, germinação e desenvolvimento de mudas de angico de bezerro* (*Piptadenia obliqua* (Pers.) Macbr.). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba. 81pp.
- Jones, K. 2003. Review of sangre de drago (*Croton lechleri*) - a South American tree sap in the treatment of diarrhea, inflammation, insect bites, viral infections and wounds: traditional uses to clinical research. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 9: 877-896.
- Kern, D.C.; Kämpf, N. 1989. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região de Oriximiná, Pará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 13: 219-225.
- King, S.R.; Meza, E.; Ayala, F.; Forero, L.E.; Pena, M.; Zak, V.; Bastien, H. 1997. *Croton lechleri* and the sustainable harvest and management of plants in pharmaceuticals, phytomedicines and cosmetics industries. In: Wozniak, D.S.; Yuen, S.; Garrett, M.; Shuman, T.K. (Eds.). *International Symposium on Herbal Medicine*. International Institute for Human Resources Development/College of Health and Human Services/San Diego State University, San Diego, CA. p. 305-333.
- Kitakawa, Y.; Möller, M.R.F. 1979. Clay mineralogy of the Terra Roxa Estruturada soil from forest/savannah in the Amazon region. *Soil Science and Plant Nutrition*, 25(3): 391-405.

- Kozlowski, T.T. 1962. *Tree growth*. The Ronald Press, New York, p. 149-170.
- Lima, J.D.; Silva, B.M.S.; Moraes, W.S.; Dantas, V.A.V.; Almeida, C.C. 2008. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminoae, Caesalpinoideae). *Acta amazonica*, 38(1): 5-10.
- Lima, R.L.S.; Severino, L.S.; Silva, M.I.L.; Jerônimo, J.F.; Vale, L.S.; Beltrão, N.E.M. 2006. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. *Ciência agrotécnica*, 30(3): 474-479.
- Lima, R.L.S.; Severino, L.S.; Silva, M.I.L.; Jerônimo, J.F.; Vale, L.S.; Paixão, F.J.R.; Beltrão, N.E.M. 2004. Substratos para produção de mudas de mamona 3: mucilagem de sisal associada a quatro fontes de matéria orgânica. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Mamona*. Embrapa Algodão, Campina Grande, CD-Rom.
- Lima, R.R. 1956. *Agricultura nas várzeas do estuário amazônico*. Boletim Técnico 33. Instituto Agrônômico do Norte, Belém, Pará. 68pp.
- Lopes, D., Bizzo, H.R., Sá-Sobrinho, A.F., Pereira, M.V.G. 2003. Essential oil from leaves of *Croton sacaquinha* Benth. *The Journal of Essential Oil Research*, 15(1): 48-49.
- Lorenzi, H. 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. 2 Vol. 2ª Ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- Lorenzi, H.; Abreu Matos, F.J. 2002. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo. 544pp.
- Macêdo, J.L.V.; Rodrigues, M.R. 2000. Solos da Amazônia e o cultivo do dendezeiro. In: Viégas, I.J.M.; Müller, A.A. (Eds.). *A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas. p. 73-87.

- Magalhães, A.C.N. 1985. Análise quantitativa do crescimento. *In*: Ferri, M.G. (Coord.). *Fisiologia vegetal*. Vol. 1. 2ª ed. Pedagógica e Universitária, São Paulo. p. 333-350.
- Malavolta, E. 1981. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. 3ª Ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 596pp.
- Mariano, G.; Crestana, C.S.; Batista, E.A.; Giannotti, E.; Couto, HT. 1998. Regeneração natural em área à margem de represa, no município de Piracicaba, São Paulo – Brasil. *Revista do Instituto Florestal*, 10(1): 81-93.
- Marques, E.S.; Faquin, V.; Guimarães. P.T.G. 1999. Teores foliares de nutrientes no cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em resposta a calcário e gesso. *Ciência e Agrotecnologia*, 23: 140-151.
- Meza, E.N. 1999. *Desarrollando nuestra diversidad biocultural. 'Sangre de grado' y el reto de su produccion sustentable en el Peru*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 259pp.
- Meza, E.N.; Ayala, F. 1998. *El manejo sostenible de sangre de drago o sangre de grado*. Shaman Pharmaceuticals e Healing Conservancy, San Francisco, 29pp. (Material educativo).
- Meza, E.N.; Ayala, F.; Casteñel, M.; Forero, L.E.; Peña, M.; Ortiz, A.; King, S.; Borges, J.R. 1998. Sustainable harvesting of sangre de drago o sangre de grado. Shaman Pharmaceuticals/The Healing Forest Conservancy, San Francisco. (Material educativo).
- Meza, E.N.; Pariona, M. 1999. *Nombres aborígenes peruanos de las especies de Croton que producen el latex denominado sangre de grado*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 44pp.
- Milanowski, D.J.; Winter, R.E.K.; Elvin-Lewis, M.P.F.; Lewis, W.H. 2002. Geographic distribution of three alkaloid chemotypes of *Croton lechleri*. *The Journal of Natural Products*, 65: 814-819.

- Miller, M.J.S.; Vergnolle, N.; McKnight, W.; Musah, R.A.; Davison, C.A.; Trentacosti, A.M.; Thompson, J.H.; Sandoval, M.; Wallace, J.L. 2001. Inhibition of neurogenic inflammation by the Amazonian herbal medicine *sangre de grado*. *The Journal of Investigative Dermatology*, 117: 725– 730.
- Moraes-Neto, S.P.; Gonçalves, J.L.M. 2001. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica. *Revista Árvore*, 25(1): 29-38.
- Moraes-Neto, S.P.; Gonçalves, J.L.M.; Takaki, M.; Cenci, S.; Gonçalves, J.C. 2000. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. *Revista Árvore*, 24(1): 35-45.
- Moreira, A. 2007. Fertilidade, matéria orgânica e substâncias húmicas em solos antropogênicos da Amazônia Ocidental. *Bragantia*, 66(2): 307-315.
- Moreira, A.; Malavolta, E. 2002. *Variação das propriedades químicas e físicas do solo e na matéria orgânica em agrossistemas da Amazônia Ocidental (Amazonas)*. CENA/USP, Piracicaba, São Paulo. 79pp.
- Morellato, L.P.; Leitão-Filho, H.F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, 50(1): 163-173.
- Munson, K.R. 1986. Principles, procedures and availability of seedling quality tests. In: Landis, T.D.; Fisher, J.W. (Eds.) *Proceedings of the Intermountain Nurseryman's Association Meeting*. United States Department of Agriculture, Fort Collins, Colorado, p. 71-83.
- Muroya, K.; Varela, V.P.; Campos, M.A.A. 1997. Análise de crescimento de mudas de jacaréuba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. *Acta amazonica*, 27(3): 197-212.

- Novaes, A.B. 1998. Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 116pp.
- Oliveira, A.C.; Leal-Cardoso, J. H.; Santos, C.F.; Morais, S.M.; Coelho-de-Souza, A.N. 2001. Antinociceptive effects of the essential oil of *Croton zehntneri* in mice. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34: 1471-1474.
- Orozco-Topete, R.; Sierra-Madero, J.; Cano-Dominguez, C.; Kershenovich, J.; Ortiz-Pedroza, G.; Vazquez-Valls, E.; Garcia-Cosio, C.; Soria-Cordoba, A.; Armendariz, A.M.; Teran-Toledo, X.; Romo-Garcia, J.; Fernandez, H.; Rozhon, E.J. 1997. Safety and efficacy of Virend for topical treatment of genital and anal herpes simplex lesions in patients with AIDS. *Antiviral Research*, 35(2): 91-103.
- Ortega, A.R.; Almeida, L.S.; Maia, N.; Ângelo, A.C. 2006. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Cerne*, 12(3): 300-308.
- Osakada, A.; Yuyama, K. 2008. Propagação vegetativa de sangue-de-dragão (*Croton lechleri* Müll. Arg.) na Amazônia Central. In: Sociedade Botânica do Brasil. *Anais do 59º Congresso Nacional de Botânica*. Imagem Gráfica, Natal. p. 91. CD-Rom.
- Palomino, J.Y.; Barra, M.C. 2003. *Especies florestales nativas com potencial para reflorestación em La provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*. Programa Selva Central Oxapampa, Oxapampa. 109pp.
- Pagano, S.N. 1989. Nutrientes minerais do folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(3): 641-647.
- Parviainen, J.V. 1981. Avaliação da qualidade de mudas florestais. In: *Anais do Seminário de sementes e viveiros florestais*. FUPEF, Curitiba, Paraná. p. 59-90.

- Passos, L.; Ferreira, S.O. 1996. Ant dispersal of *Croton priscus* (Euphorbiaceae) seeds in a tropical semideciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica*, 28(4): 697-700.
- Passos, M.A.A.; Ferreira, R.L.C. 1991. Influência da cobertura de semeio na emergência e desenvolvimento inicial de algaroba. *Revista Brasileira de Sementes*, 13(2): 151-153.
- Pedroso, S.G.; Varela, V.P. 1995. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.). *Revista Brasileira de Sementes*, 17(1): 47-51.
- Pereira, A.V.; Pereira, E.B.C. 1987. Respostas de porta-enxertos de seringueira à calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 11: 333-336.
- Pereira, L.C. 1987. *Características químicas de latossolos amarelos da região Amazônica brasileira*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 96pp.
- Piccolo, A.L.G.; Gregolim, M.I. 1980. Fenologia de *Melia azedarach* L. no sul do Brasil. *Turrialba*, 30(1): 107-109.
- Pimentel-Gomes, F. 1990. *Curso de Estatística experimental*. 13ª ed. Livraria Nobel, Piracicaba, São Paulo. 467pp.
- Pinedo, P.M.; Rengifo, E.; Cerruti, T. 1997. *Plantas medicinais de la Amazonía peruana, estudos de usos y cultivos*. Tratado de Cooperación Amazónica, Lima, Peru, 210pp.
- Pinto, A.M.; Varela, V.P.; Batalha, L.F.P. 1993. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro-pirarucu (*Licaria canella* (Meissn.) Kosterm). *Acta amazonica*, 23(4): 397-402.
- Poggianni, F.; Brunt, S.; Barbosa, E.S.Q. 1992. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de três espécies florestais. *Revista do Instituto Florestal*, 2: 564-569.

- Pollito, P.A.Z.; Tomazello, M.F.; Takashiba, H.E. 2004. Contribuição ao conhecimento do status de conservação das espécies do gênero *Croton* L. no Brasil. *Natureza e Conservação*, 2(1): 42-55.
- Poorter, L. 1998. *Seedling growth of Bolivian rain Forest tree species in relation to light and water availability*. Tese de Doutorado. Utrecht University, Utrecht. 195pp.
- Prado, R.M. 2003. *Efeito da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira*. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo. 68pp.
- RADAMBRASIL. 1978. *Levantamento de recursos naturais, Folha Porto Velho (SC-20)*. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro. 663pp.
- Reis, E.L.; Santana, C.J.; Cabala-Rosand, P. 1984. Influência da calagem e adubação na produção da seringueira no sul da Bahia. *Revista Theobroma*, 14: 33-44.
- Reis, M.G.F.; Reis, G.G.; Regazzi, A.J.; Leles, P.S.S. 1991. Crescimento e forma de fuste de mudas de Jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. *Revista Árvore*, 15(1): 23-24.
- Revilla, J. 2001. *Plantas da Amazônia – Oportunidades econômicas e sustentáveis*. 2ª ed. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 405pp.
- Reynel, C.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D.; Flores, C.; Daza, A. 2003. *Árboles útiles de la Amazonía Peruana: un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Lima, Peru. 50pp.
- Ribeiro, M.N.G. 1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta amazonica*, 6(2): 229-233.
- Risco, E.; Ghia, F.; Vila, R.; Iglesias, J.; Alvarez, E.; Canigüeral, S. 2003. Immunomodulatory activity and chemical characterization of sangre de drago (dragon's blood) from *Croton lechleri*. *Planta Medica*, 69(9): 785-794.

- Rizzini, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Âmbito Cultural, São Paulo. 747pp.
- Rodrigues, T.E.; Pereira, L.C.; Gama, J.R.N.F.; Rêgo, R.S.; Henrique, L.M. 1996. Uso e ocupação do solo da Amazônia brasileira. *In: Anais do 8º Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo*. Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, Paraná. p. 145-187.
- Roque, C.G.; Prado, R.M.; Natale, W.; Beutler, A.N.; Centurion, J.F. 2004. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 39(5): 485-490.
- Rossi D.; Bruni R.; Bianchi N.; Chiarabelli C.; Gambari R.; Medici A.; Lista A.; Paganetto G. 2003. Evaluation of the mutagenic, antimutagenic and antiproliferative potential of *Croton lechleri* Muell. Arg. latex. *Phytomedicine*, 10: 139-144.
- Salatino, A.; Faria Salatino, M.L.; Negri, G. 2007. Traditional uses, chemistry and pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 18(1): 11-33.
- Sanchez, P.; Bandy, D.E.; Villachica, J.H.; Nicholaides, A. 1982. Amazon basin soils: management for continuous crop production. *Science*, 216: 821-827.
- Sanchez, P.A.; Cochrane, T.T. 1980. *Soils constraints in relation to major farming systems of tropical America*. International Rice Research Institute, Los Banos. p. 106-139.
- Santos, H.G.; Oliveira, J.B.; Anjos, L.H.C.; Jacomine, P.K.T.; Cunha, T.J.F.; Oliveira, V.A.; Coelho, M.R.; Lumbrelas, J.F. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2 ed. Embrapa Produção de Informação, Brasília/ Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 306pp.
- Scalon, S.P.Q.; Mussury, R.M.; Rigoni, M.R.; Veraldo, F. 2002. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, 26(1): 1-5.

- Schultz, L.A. 1978. *Métodos de conservação do solo*. Sagra, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 74pp.
- Seemann, J.R. 1992. Light adaptation/acclimation of photosynthesis and regulation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity in sun and shade plants. *Plant Physiology*, 91: 1-18.
- Severino, L.S.; Cardoso, G.D.; Vale, L.S.; Santos, J.W. 2005. *Método para determinação da área foliar da mamoneira*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55. Embrapa Algodão, Campina Grande, Paraíba. 20pp.
- Silva, B.N.R.; Carvalho, J.S. 1986. Os solos da Amazônia oriental. In: Embrapa. *Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia oriental: relatório final do convênio Embrapa-CPATU/GTZ*. Embrapa - Amazônia Oriental, Belém, Pará. p. 14-51.
- Silva, L.C.; Beltrão, N.E.M.; Amorim Neto, M.S. 2000. *Análise de crescimento de comunidades vegetais*. EMBRAPA - Algodão, Campina Grande, Paraíba. 47pp. Circular Técnica, 34.
- Silva, M.; Nogueira, P.E. 1999. Avaliação fitossociológica do estrato arbustivo herbáceo em cerrado *stricto sensu* após incêndio acidental no Distrito Federal, Brasil. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, 4: 65-79.
- Smith, H.; Whitelam, G.C. 1990. Phytochrome, a family of photoreceptors with multiple physiological roles. *Plant Cell and Environment*, 13: 695-707.
- Smith, N.J.H. 1980. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers*, 70: 553-566.
- Souza, R.P. 1996. *Germinação, crescimento, atividade fotossintética e translocação de compostos de carbono em espécies arbóreas tropicais: estudo comparativo e influência de sombreamento natural*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 300pp.

- Steiner, C.; Teixeira, W.G.; Lehmann, J.; Zech, W. 2004. Microbial response to charcoal amendments of highly weathered soils an Amazonian dark earths in Central Amazonia – preliminary results. *In: Glaser, B.; Woods, W.I. (Eds.). Amazonian dark earths: explorations in space and time.* Springer, New York, USA. p.195-212.
- Sturion, J.A.; Antunes, B.M.A. 2000. Produção de mudas de espécies florestais. *In: Galvão, A.P.M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.* Embrapa Florestas, Colombo. p. 125-150.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2004. *Fisiologia Vegetal.* 3ª ed. Artmed, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 719pp.
- Tamariz Ortiz, J.H.; Capcha Mendoza, R.; Palomino Cadenas, E.J.; Aguilar Olano, J. 2003. Actividad antibacteriana de la Sangre de Grado (*Croton lechleri*) frente al *Helicobacter pylori*. *Revista Medica Herediana*, 14(2): 81-88.
- Teixeira, W.G.; Martins, G.C. 2003. Soil physical characterization. *In: Lehmann, J.; Kern, D.C.; Glaser, B.; Woods, W.I. (Eds.). Amazonian dark earths: origin, properties and management.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 271-286.
- Ubillas, R.; Jolad, S.D.; Bruening, R.C.; Kernan, M.R.; King, S.R.; Sesin, D.F.; Barrett, M.; Stoddart, C.A.; Flaster, T.; Kuo, J.; Ayala, F.; Meza, E.; Castañel, M.; McMeekin, D.; Rozhon, E.; Tempesta, M.S.; Barnard, D.; Huffman, J.; Smee, D.; Sidwell, R.; Soike, K.; Brazier, A.; Safrin, S.; Orlando, R.; Kenny, P.T.M.; Berova, N.; Nakanishi, K. 1994. SP-303, an antiviral oligomeric proanthocyanidin from the latex of *Croton lechleri* (Sangre de Drago). *Phytomedicine*, 1(2): 77-106.
- Uchida, T.; Campos, M.A.A. 2000. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Wild.) cultivadas em viveiro. *Acta amazonica*, 30(1): 107-113.
- Vallilo, M.I. 1998. Determinação de nutrientes inorgânicos nas folhas e ramos do *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), por espectrometria de emissão atômica sequencial

acoplada ao plasma de argônio induzido (ICP-AES), São Paulo – Brasil. *Revista do Instituto Florestal*, 10(2): 127-135.

Vallilo, M.I.; Oliveira, E. 1999. Composição química do solo da Serra da Cantareira região da Pedra Grande, São Paulo – Brasil. *Revista do Instituto Florestal*, 11(1): 25-36.

Varela, V.P.; Santos, J. 1992. Influência do sombreamento na produção de mudas de Angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). *Acta amazonica*, 22(3): 407-411.

Varela, V.P.; Vieira, M.G.G.; Melo, Z.L.M. 1995. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) e concentração de clorofila nas folhas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica*, 11(2): 139-152.

Vieira, L.S. 1988. *Manual da ciência do solo: com ênfase aos solos tropicais*. 2ª ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 464pp.

Vieira, L.S.; Santos, P.C.T. 1987. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. Agronômica Ceres, São Paulo. 416pp.

Vieira, M.N.F.; Vieira, L.S.; Santos, P.C.T.; Chaves, R.S. 2000. *Levantamento e conservação do solo*. 2ª ed. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, Pará. 320pp.

Walters, M.B.; Field, C.B. 1987. Photosynthetic light acclimation in two rainforest *Piper* species with different ecological amplitudes. *Oecologia*, 72: 449-456.

Woods, W.I. 2003. Development of antrosol research. In: Lehmann, J.; Kern, D.C.; Glaser, B.; Woods, W.I. (Eds.). *Amazonian dark earths: origin, properties and management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 3-14.

Wyde, P.R.; Meyerson, L.R.; Gilbert, B.E. 1993. *In vitro* evaluation of the antiviral activity of SP-303, an Euphorbiaceae shrub extract, against a panel of respiratory viruses. *Drug Development Research*, 28(4): 467-472.

Zevallos-Pollito, P.A. 2004. *Dendrologia, anatomia do lenho e “status” de conservação das espécies lenhosas dos gêneros Cinchona, Croton e Uncaria no estado do Acre, Brasil*. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 181pp. il.

Zevallos-Pollito, P.A.; Tomazello, M.F. 2007. Espécies lenhosas do gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae) no Estado do Acre. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2): 177-179.

## APÊNDICE A – Resultado do Teste F para altura das plantas

		Avaliação						
		Dias após a semeadura						
		42	70	84	98	112	126	140
Sombreamento	50%	3,81 a	9,93 a	12,60 a	15,52 a	19,02 a	21,83 a	24,82 a
	Nenhum	3,85 a	8,80 a	11,60 a	14,46 a	17,15 a	20,18 a	23,76 a
Solo	Argissolo	3,84 a	8,81 ab	11,19 bc	13,46 bc	15,91 b	18,61 b	21,41 b
	Latossolo	3,78 a	7,80 b	9,40 c	11,39 c	13,31 b	15,50 b	16,90 b
	Terra preta	3,61 a	9,70 ab	12,98 ab	16,56 ab	20,71 a	24,10 a	28,53 a
	Gleissolo	4,11 a	11,16 a	14,82 a	18,55 a	22,42 a	25,80 a	30,33 a
Corretivo	Testemunha	3,45 b	6,71 c	8,06 cd	9,94 cd	11,39 c	13,49 c	16,01 c
	Calcário	3,55 b	6,73 c	8,47 c	10,28 c	11,85 c	13,65 c	15,51 c
	Serragem (S)	1,64 c	3,59 c	4,71 d	6,35 d	8,31 c	10,18 c	12,35 c
	Esterco (E)	6,13 a	18,13 a	23,08 a	27,97 a	33,29 a	38,16 a	44,14 a
	S + E	4,40 b	11,70 b	16,16 b	20,41 b	25,59 b	29,54 b	33,44 b
C.V. (%)		36,44	42,05	36,3	32,11	30,14	27,51	29,18

## APÊNDICE B – Resultado do Teste F para diâmetro caulinar

		Avaliação						
		Dias após a semeadura						
		42	70	84	98	112	126	140
Sombreamento	50%	0,81 a	1,72 a	2,50 a	3,11 a	3,73 a	4,03 a	4,40 a
	Nenhum	0,84 a	1,78 a	2,71 a	3,33 a	3,78 a	4,08 a	4,67 a
Solo	Argissolo	0,80 a	1,59 b	2,40 bc	2,93 bc	3,33 b	3,58 b	4,02 b
	Latossolo	0,81 a	1,47 b	2,07 c	2,53 c	2,79 b	2,99 b	3,17 b
	Terra preta	0,80 a	1,82 ab	2,80 ab	3,54 ab	4,34 a	4,72 a	5,31 a
	Gleissolo	0,88 a	2,11 a	3,15 a	3,86 a	4,58 a	4,92 a	5,65 a
Corretivo	Testemunha	0,81 b	1,25 c	1,85 c	2,28 c	2,58 c	2,76 c	3,22 c
	Calcário	0,79 b	1,06 c	1,85 c	2,26 c	2,58 c	2,70 c	3,01 c
	Serragem (S)	0,48 c	0,77 c	1,11 d	1,42 d	1,79 c	1,98 c	2,30 c
	Esterco (E)	1,12 a	3,35 a	4,64 a	5,56 a	6,54 a	7,03 a	7,79 a
	S + E	0,91 b	2,29 b	3,57 b	4,56 b	5,31 b	5,79 b	6,35 b
C.V. (%)		28,44	38,38	33,11	30,53	27,9	26,65	27,8

## APÊNDICE C – Resultado do Teste F para número de folhas

		Avaliação						
		Dias após a semeadura						
		42	70	84	98	112	126	140
Sombreamento	50%	2,47 a	5,93 a	5,87 a	6,36 a	6,98 a	8,05 a	8,46 a
	Nenhum	2,61 a	6,56 a	5,65 a	6,01 a	6,59 a	7,86 a	8,41 a
Solo	Argissolo	2,26 a	5,73 b	5,61 a	5,71 b	6,09 b	7,12 b	7,46 b
	Latossolo	2,43 a	4,81 b	4,01 b	5,71 b	5,27 b	6,28 b	6,56 b
	Terra preta	2,63 a	7,16 a	6,63 a	6,95 a	7,76 a	9,11 a	9,81 a
	Gleissolo	2,83 a	7,27 a	6,77 a	7,36 a	8,02 a	9,30 a	9,91 a
Corretivo	Testemunha	2,43 bc	5,54 c	5,38 b	5,44 b	5,76 b	7,10 b	7,22 b
	Calcário	2,21 c	4,69 cd	5,28 b	5,16 bc	5,54 b	6,13 bc	6,34 b
	Serragem (S)	0,96 d	3,24 d	3,37 c	3,83 c	4,60 b	5,23 c	5,49 b
	Esterco (E)	4,10 a	9,83 a	7,55 a	8,37 a	9,10 a	11,17 a	12,31 a
	S + E	2,98 b	7,93 b	7,20 a	8,11 a	8,91 a	10,14 a	10,81 a
C.V. (%)		33,08	33,14	30,42	27,17	25,36	24,93	28,01