



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**JOSÉ EDILSON SILVA SOUSA**

**BIOMÉTRICA DE SEMENTES, MORFOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE**  
**CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS**

**FORTALEZA**

**2016**

JOSÉ EDILSON SILVA SOUSA

BIOMÉTRICA DE SEMENTES, MORFOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CINCO  
ESPÉCIES ARBÓREAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S697b Sousa, José Edilson Silva.  
Biométrica de sementes, morfologia e crescimento inicial de cinco espécies arbóreas. / José Edilson Silva Sousa. – 2016.  
97 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2016.  
Orientação: Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra.

1. Produção de mudas . 2. Biometria. 3. Diferenciação de espécies . I. Título.

CDD 630

---

JOSÉ EDILSON SILVA SOUSA

BIOMÉTRICA DE SEMENTES, MORFOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CINCO  
ESPÉCIES ARBÓREAS.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Produção e qualidade de sementes e mudas.

Aprovada em: 11/04/2016

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. D. Sc. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. D. Sc. Sebastião Medeiros Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. D. Sc. Rodrigo de Góes Esperon Reis  
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por tudo que ele tem me proporcionado, pela minha família, amigos e pela coragem e saúde para encarar e superar os desafios.

À minha mãe, pelo amor e apoio incondicional nos bons e maus momentos. Te amo mais que tudo nessa vida.

Ao meu pai, pois foi graças a sua firmeza no jeito de educar e se impor que hoje carrego a honestidade, o caráter e a humildade comigo.

À Universidade Federal do Ceará, pela formação ao longo desses sete anos de renúncias (graduação e pós-graduação).

Ao orientador e amigo, professor Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra, pelos ensinamentos, conselhos e pelas brincadeiras ao longo de praticamente toda a minha formação acadêmica.

Ao meu GRANDE amigo Magnum de Sousa Pereira, pela paciência, empenho, incentivo.

Aos meus amigos Diego de Sousa Pereira, João Paulo Vidal e Selma Freire de Brito Torquato (Limoeiro) pelo apoio e colaboração.

Ao Prof. Rodrigo de Góes Esperon Reis pela disponibilidade tendo em vista as limitações enfrentadas.

Ao meu grande amigo e irmão Francisco José de Sousa, que despertou em mim a vontade de continuar estudando e pelo estágio de vida que ele proporcionou ao me receber em sua casa quando decidi sair do conforto de meu lar.

Aos meus irmãos José Gerardo Silva Sousa e Expedito Silva Sousa, pelo apoio e incentivo.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de Pós-graduação.

Ao NEPAU, valeu a pena cada gota de suor e sangue que por vezes foram derramados.

## RESUMO

O plantio de mudas de espécies florestais vem ampliando o seu espaço com o passar dos anos e a justificativa, para tanto, está na crescente preocupação mundial com as questões ambientais, principalmente no que concerne a restauração florestal das áreas degradadas em todo o planeta. Com isso, objetiva-se neste trabalho obter informações sobre biometria de sementes, morfologia da germinação e crescimento inicial de *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyriforme* Mart. (Pereiro), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (Paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo) e *Sterculia foetida* L. (Chichá). As sementes foram coletadas em Fortaleza-CE, exceto a de pereiro, que foi oriunda de Apuiarés-CE. Após a coleta as mesmas foram devidamente beneficiadas e acondicionadas em embalagens impermeáveis sob refrigeração, no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), pertencente ao Departamento de Fitotecnia CCA/UFC. Utilizaram-se amostras de 100 sementes para avaliação do comprimento, largura, espessura e diâmetro, enquanto o peso de mil sementes foi determinado em oito repetições de 100 diásporos. Na caracterização morfológica da germinação, efetuou-se a semeadura de 100 sementes de cada espécie em copos descartáveis de 200 mL contendo vermiculita e composto orgânico na proporção volumétrica de 2:1, registrando-se diariamente os eventos ocorridos desde a protusão radicular até a expansão dos primeiros eófilos. O estudo do crescimento inicial das mudas foi realizado em dois ambientes (estufa e sol pleno) durante seis épocas (0, 21, 42, 63, 84 e 105 dias após a repicagem) dispostos num arranjo de parcelas subdivididas no tempo no modelo inteiramente casualizado com seis repetições. Inicialmente as sementes das espécies foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células contendo vermiculita e composto orgânico (2:1) e quando as plântulas apresentavam o primeiro par de folhas totalmente expandidas realizou-se a repicagem para sacos de polietileno de 15 x 27 cm contendo substrato a base de solo e composto orgânico (3:1). As variáveis analisadas foram: altura, número de folhas, comprimento de raiz, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, relação entre altura e diâmetro do coleto, relação entre altura e massa seca da parte aérea e índice de qualidade de Dickson. Todas as espécies apresentaram distribuição de frequência assimétrica para as características biométricas. O ingá apresentou germinação hipógea e as demais espécies apresentaram germinação epígea. O ambiente pleno sol proporcionou um melhor

desenvolvimento das mudas das espécies, com exceção da paineira, que se desenvolveu melhor em estufa.

**Palavras-chave:** Produção de mudas. Biometria. Diferenciação de espécies.

## ABSTRACT

The planting of forest species seedlings has expanded its space over the years and the justification it is the growing global concern about environmental issues, particularly regarding forest restoration of degraded areas around the globe. Thus, the aim in this study was to obtain information about seed biometry, germination and initial growth morphology of *Inga laurina* (Sw.) Willd. (“ingá”), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (“pereiro”), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (“paineira”), *Tabebuia impertiginosa* (“pau d’arco roxo”), *Sterculia foetida* L. (“chichá”). The seeds were collected in “Fortaleza-CE” except the “pereiro” specie that was coming from “Apunharés-CE”. After the collect they have been properly processed and packaged in impermeable containers under refrigeration. For biometrics analysis were used a sample of 100 seeds for evaluation length, width, thickness and diameter while the thousand seed weight was determined with eight replicates. In the morphological characterization of germination made to sowing 100 seeds of each species in disposable cups 200 mL with vermiculite and organic compound in the volumetric proportion 2:1 to registering daily events since the root protrusion to the expansion of the first eophylls. The study of initial growth of seedlings was carried out in two environments (greenhouse and sun) for six times (0, 21, 42, 63, 84 and 105 days after transplanting) arranged in an arrangement of split plot in a completely randomized model with six replications. Initially the seeds of the species were sown in pots of 128 cells containing vermiculite and organic compound (2:1) and when the seedlings had the first couple of fully expanded leaves held pricking to 15 x 27 cm polyethylene bags substrate containing soil base and organic compound (3:1). The variables studied were: height, leaf number, root length, stem diameter, dry weight of the above ground part, root dry mass, the relationship between height and stem diameter, the relationship between height and dry weight of the above ground part and index quality Dickson. All species showed asymmetric distribution frequency for the biometric features. Except from “ingá” who presented hypogeal germination, the other species presented epigeal germination. The sun environment provided a better development of the seedlings of the species, with the exception to “paineira”, which developed better in a greenhouse.

**Keywords:** Seeds. Seedling production. Biometric characterization. Species differentiation.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração das características biométricas mensuradas. ....	30
Figura 2 - Histograma, polígono de frequência e boxplot referente ao diâmetro de sementes de Paineira. ....	32
Figura 3 - Histograma, polígono de frequência e boxplot referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de pau d'arco roxo. ....	33
Figura 4 - Histograma, polígono de frequência e boxplot referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura de sementes de ingá. ....	35
Figura 5 - Histograma e polígono de frequência referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura de sementes de chichá. ....	36
Figura 6 - Histograma e polígono de frequência referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura de 100 sementes de pereiro. ....	38
Figura 7 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de paineira. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; DAS = dias após a semeadura). ....	45
Figura 8 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de pau d'arco roxo. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Pf = Primórdios foliares; eo = eófilos; DAS = dias após a semeadura). ....	47
Figura 9 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de ingá. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; DAS = dias após a semeadura). ....	48
Figura 10 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de chichá. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; DAS = dias após a semeadura). ....	49
Figura 11 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de pereiro. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; et = eófilo do tirodendro; DAS = dias após a semeadura). ....	50
Figura 12 - Ilustração da medição (A) e lavagem das raízes (B). ....	59
Figura 13 - Comportamento da radiação incidente nos ambientes sol pleno e estufa durante o período de avaliação. ....	60

Figura 14 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de paineira em função do tempo e níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	63
Figura 15 - Massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B), de mudas de paineira em função do tempo e níveis de sombreamento (sol pleno e estufa). ....	65
Figura 16 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de paineira em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	66
Figura 17 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de pau d'arco roxo em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa). ....	68
Figura 18 – Matéria seca da parte aérea (A) e radicular (B) de mudas de pau d'arco roxo em função do tempo e dos noveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	69
Figura 19 – Equações ajustadas para as relações altura/diâmetro do coleto (A), altura/matéria seca da parte aérea (B) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (C) em função do tempo para pau d'arco roxo. ....	71
Figura 20 - Altura (A); diâmetro do coleto (B) número de folhas (C); comprimento da raiz (D) de mudas de ingá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	73
Figura 21 –Matéria seca da parte aérea (A) e matéria seca da raiz (B) de mudas de ingá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol leno e estufa).....	74
Figura 22 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de ingá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	76
Figura 23 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de chichá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	78
Figura 24 – Matéria seca da parte aérea (A) e radicular (B) de mudas de chichá, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	79
Figura 25 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de chichá, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	80

Figura 26 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de pereiro, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	82
Figura 27 – Matéria seca da parte aérea (A) e radicular (B) de mudas de pereiro, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	83
Figura 28 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de pereiro em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao diâmetro, em mm, de sementes de paineira. ....	31
Tabela 2 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao comprimento, largura e espessura, em mm, de sementes de pau d'arco roxo. ....	32
Tabela 3 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao comprimento, largura e espessura, em mm, de sementes de ingá.....	34
Tabela 4 - Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) referente ao comprimento e diâmetro de sementes de chichá. ....	35
Tabela 5 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao diâmetro de sementes de pereiro. ....	37
Tabela 6 - Análise de fertilidade e granulometria do substrato utilizado para a avaliação do crescimento inicial das cinco espécies estudadas. ....	58
Tabela 7 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de paineira sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.....	62
Tabela 8 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea de 105 dias após a repicagem. (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de paineira sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.....	64
Tabela 9 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente a relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de paineira sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.....	65
Tabela 10 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de pau d'arco roxo sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	67
Tabela 11 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de	

	pau d'arco roxo sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repica. ....	69
Tabela 12	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de pau d'arco roxo sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	70
Tabela 13	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de ingá sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	72
Tabela 14	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de ingá, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	74
Tabela 15	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de ingá, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	75
Tabela 16	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de chichá. sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.....	77
Tabela 17	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de chichá sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	78
Tabela 18	- Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de chichá sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	79

Tabela 19 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de pereiro, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.....	81
Tabela 20 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de pereiro, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	82
Tabela 21 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de pereiro, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem. ....	84

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>SEÇÃO 1 - BIOMETRIA DE SEMENTES, MORFOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS.....</b>	<b>15</b>
1.1	Introdução .....	15
1.2	Revisão bibliográfica .....	17
1.2.1	<i>Paineira (Chorisia glaziovii O. Kuntze)</i> .....	17
1.2.2	<i>Pau d'arco roxo (Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos)</i> .....	17
1.2.3	<i>Ingá (Inga laurina (Sw.) Willd)</i> .....	18
1.2.4	<i>Chichá (Sterculia foetida L.)</i> .....	19
1.2.5	<i>Pereiro (Aspidosperma pyrifolium Mart.)</i> .....	20
1.2.6	<i>Biometria e morfologia de sementes e plântulas</i> .....	21
1.2.7	<i>Crescimento inicial de mudas</i> .....	23
<b>2</b>	<b>SEÇÃO 2 – BIOMETRIA DE SEMENTES DE CINCO ESPECIES FLORETAIS .....</b>	<b>26</b>
2.1	Introdução .....	28
2.2	Material e métodos .....	29
2.2.1	<i>Coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes</i> .....	29
2.2.2	<i>Local de estudo</i> .....	29
2.2.3	<i>Biometria das sementes</i> .....	29
2.3	Resultados.....	31
2.3.1	<i>Paineira (Chorisia glasirovii O. Kuntze)</i> .....	31
2.3.2	<i>Pau D'arco Roxo (Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos)</i> .....	32
2.3.3	<i>Ingá (Inga laurina (Sw.) Willd.)</i> .....	34
2.3.4	<i>Chichá (Sterculia foetida L.)</i> .....	35
2.3.5	<i>Pereiro (Aspidosperma pyrifolium Mart.)</i> .....	37
2.4	Discussão.....	39
2.5	Conclusões .....	40
<b>3</b>	<b>SEÇÃO 3 – MORFOLOGIA GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS.....</b>	<b>41</b>
3.1	Introdução .....	43
3.2	Material e métodos .....	44
3.2.1	<i>Local do experimento</i> .....	44

3.2.2	<i>Morfologia da germinação e da plântula</i> .....	44
3.3	<b>Resultados</b> .....	45
3.3.1	<i>Paineira (Chorisia glasiovii O. Kuntze)</i> .....	45
3.3.2	<i>Pau d'arco roxo (Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos)</i> .....	46
3.3.3	<i>Ingá (Inga laurina (Sw.) Willd.)</i> .....	47
3.3.4	<i>Chichá (Sterculia foetida L.)</i> .....	48
3.3.5	<i>Pereiro (Aspidosperma pyriforme Mart.)</i> .....	49
3.4	<b>Discussão</b> .....	51
3.5	<b>Conclusões</b> .....	53
4	<b>SEÇÃO 4 – CRESCIMENTO INICIAL DE CONCO ESPÉCIES FLORESTAIS BRASILEIRAS</b> .....	54
4.1	<b>Introdução</b> .....	56
4.2	<b>Material e métodos</b> .....	57
4.2.1	<i>Localização do experimento</i> .....	57
4.2.2	<i>Instalação do experimento</i> .....	57
4.2.3	<i>Características avaliadas</i> .....	59
4.2.4	<i>Caracterização dos ambientes</i> .....	60
4.2.5	<i>Procedimento estatístico</i> .....	60
4.3	<b>Resultados</b> .....	62
4.3.1	<i>Paineira (Chorisia glasiovii O. Kuntze)</i> .....	62
4.3.2	<i>Pau d'arco roxo (Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos)</i> .....	67
4.3.3	<i>Ingá (Inga laurina (Sw.) Willd.)</i> .....	71
4.3.4	<i>Chichá (Sterculia foetida L.)</i> .....	76
4.3.5	<i>Pereiro (Aspidosperma pyriforme Mart.)</i> .....	81
4.4	<b>Discussão</b> .....	86
4.5	<b>Conclusões</b> .....	90
5	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	91
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	92



# **1 SEÇÃO 1 - BIOMETRIA DE SEMENTES, MORFOLOGIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS**

## **1.1 Introdução**

A crescente preocupação mundial com as questões ambientais, principalmente no que concerne a restauração florestal das áreas degradadas, vem tornando crescente o plantio de mudas de espécies florestais. Para atender esta alta demanda, faz-se necessário a produção de mudas com elevado padrão de qualidade e que atinjam mais rapidamente o porte necessário para campo, sem que haja, o comprometimento da sua sobrevivência, e portanto, a elevação dos custos e a menor eficiência das etapas de restauração.

Uma restauração florestal eficiente depende de diversos critérios, tais como: a seleção de espécies nativas e o respeito aos princípios da sucessão ecológica. Quando se trata de uma restauração florestal ecológica, deve-se considerar o uso de mudas com alto padrão de qualidade visando a maior eficiência do processo de restauração e o não comprometimento dos recursos naturais existentes. Além disso, como atividade econômica, a produção de mudas florestais apresenta alta rentabilidade, devido á elevada demanda em projetos de restauração florestal, e das possibilidades de uso como madeira para o fábrica de móveis, para fins medicinais, dentre outros.

Para a obtenção de mudas com qualidade é necessário o conhecimento sobre diversos aspectos das espécies utilizadas. Dentre estes, o estudo da biometria de sementes e morfologia da germinação é fundamental para o entendimento das diferenças e semelhanças botânicas entre espécies. Saber sobre o crescimento inicial dessas espécies é também importante para definir questões de logística e custos de produção, além de possibilitar o planejamento do reflorestamento. No entanto, são vários os fatores que interferem no crescimento inicial dessas espécies e muitos os questionamentos possíveis. Um desses questionamentos se refere às variações no crescimento de espécies florestais submetidas a diferentes condições de luminosidade.

Assim, é fundamental o conhecimento do crescimento de mudas florestais em diferentes condições ambientais, uma vez que fatores como a disponibilidade de luz são determinantes para o sucesso do seu estabelecimento. Por isto, o estudo do crescimento de

mudas em ambientes com variação na oferta de luz possibilita o conhecimento de quais espécies são mais tolerantes ao sol e assim serão utilizadas inicialmente em um processo de regeneração.

Objetiva-se avaliar a biometria de sementes e a morfologia da germinação, além do crescimento inicial do *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo) e *Sterculia foetida* L. (chichá), em duas condições de luminosidade distintas.

## 1.2 Revisão bibliográfica

### 1.2.1 *Paineira (Chorisia glaziovii O. Kuntze)*

A paineira, família Bombacaceae, é uma espécie florestal nativa do Nordeste brasileiro, sendo popularmente conhecida como barriguda, barriguda-de-espinhos, paineira branca, barriguda-do-pantanal, árvore-da-ceda e árvore-da-lã (GUEDES, 2011). Possui o tronco entumecido formando uma espécie de bojo, floração branca muito vistosa que ocorre entre setembro e outubro, período no qual perde totalmente suas folhas, dando lugar exuberante florescimento (GUEDES, 2013).

Muito utilizada no paisagismo, as árvores possuem entre 15 e 18 metros de altura, dotada de copa ampla e ramificada, com tronco provido de acúleos, folhas palmaticompostas e inflorescências terminais com uma a três flores por nó, que dão origem a frutos do tipo cápsula, deiscente, contendo várias sementes envoltas por fibras brancas bastante utilizadas no enchimento de travesseiros e estofados (LORENZI, 2002). O mesmo autor cita que a madeira é empregada apenas para caixotaria, ressaltando-se o seu potencial de utilização em programas de recuperação de áreas degradadas em função do seu rápido crescimento. Também há relatos da utilização da entrecasca e das flores com fins terapêuticos no combate a doenças do coração e pressão alta (LUCENA *et al.*, 2008).

As sementes constituem a via de propagação mais empregada na implantação de plantios, sendo de fundamental interesse o estudo de vários fatores que interferem na propagação, principalmente a germinação e o vigor, que influenciam de forma direta na distribuição das espécies (GUEDES, 2011).

### 1.2.2 *Pau d'arco roxo (Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos)*

O pau d'arco roxo é uma espécie da família Bignoniaceae que ocorre em quase todo território nacional, no Paraguai, Argentina entre outros países (SCHNEIDER *et al.*, 2000). Conhecida vulgarmente como ipê-preto, ipê-rosa-de-folha-larga, ipê-rosado, ipê-roxo-da-casca-lisa, ipeúna, ipê-de-minas e pau-d'arco, é uma espécie caducifólia, podendo atingir até 15 m de altura e 30 cm de diâmetro (CARVALHO, 2003).

Trata-se de uma árvore de grande porte com folhas digitadas e flores tubular-infundibuliformes de coloração lilás, que geram frutos do tipo cápsula cilíndrica, estreita e

deiscente com sementes aladas no seu interior (SAMPAIO, 2005). Além de possuir madeira de ótima qualidade, também é uma árvore com grande aptidão ornamental quando em floração, razão pela qual, tornou-se a espécie de ipê-roxo mais cultivada na arborização urbana (SAMPAIO, 2005).

Uma das características silviculturais dessa espécie é o fato de ser heliófila, porém tolera sombreamento moderado na fase jovem, podendo ser plantada a pleno sol, principalmente nos solos férteis em plantios mistos associada com espécies pioneiras, e em enriquecimento de capoeiras ou capoeirões ao ser plantada em linhas ou faixas, além de apresentar desrama natural satisfatória, quando plantada em adensamento, mas na maioria dos casos necessita de poda, apresentando boa cicatrização (SCHNEIDER *et al.*, 2000).

As espécies do gênero *Tabebuia* têm sido utilizadas com propósitos madeireiros, de restauração de áreas devastadas, bem como para fins medicinais. Porém, apesar da importância dessas espécies no contexto nacional, o alto grau de desmatamento tem levado à diminuição das populações e à destruição das árvores, como das espécies *Tabebuia impetiginosa* (PINTO *et al.*, 1986).

### **1.2.3 Ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd)**

O gênero *Inga*, de nome vulgar derivado do tupi, que significa “que tem semente envolvida”, pertence à família Fabaceae-*Mimosoideae*, tribo *Ingae*, e é composto por cerca de 300 espécies, dentre elas o *Inga laurina* (Sw.) Willd. Sua distribuição é restritamente neotropical ocorrendo de um extremo ao outro da zona tropical úmida (PENNINGTON, 1997).

Esta espécie pode apresentar entre 5 e 8 metros de altura com ramos cilíndricos e folhas com pecíolo alado, alternadas, paripenadas, apresentando nectário foliar entre cada par de folíolos além de poder formar 01 a 02 inflorescências em espiga adensada por axila, cada uma apresentando em torno de 70 flores sésseis com corola infundibuliforme (POSSETTE; RODRIGUES, 2010).

Os frutos são sésseis, coriáceos, glabros, amarelos quando maduros, insertos excentricamente nos pedúnculos, oblongos, seção transversal elíptica, quase cilíndrica, margens estreitas, às vezes constrictas entre as sementes, faces amplas até 2,5 cm larg., 4-8 sementes por fruto, sementes elípticas, verdes, sarcotesta bem desenvolvida, adocicada, comestível (POSSETTE; RODRIGUES, 2010).

A grande ocorrência em zona de mata ciliar torna esta espécie uma das primeiras a ser mencionada em programas de restauração desse ecossistema. Estudando a florística e estrutura de uma comunidade arbórea em um fragmento de floresta aluvial em Minas Gerais, Silva *et al.* (2009) atestaram maior valor de importância para *Inga laurina* (Sw.) Willd. Em estudo semelhante nesse mesmo estado, Campos *et al.* (2008) designaram o quarto maior valor de importância para esta espécie. Os autores citados anteriormente também identificaram esta espécie como sendo umas das que apresenta porte mais elevado ao avaliarem características como altura e diâmetro médio. No Alto São Francisco, Morais *et al.* (2008) identificaram o ingá como sendo umas das três espécies com maiores valores de densidade absoluta e relativa. Estes resultados reforçam a relevância do ingá em planejamento de recuperação e preservação de matas ciliares, pois são ecossistemas altamente vulneráveis à ação antrópica.

Uma das características mais marcantes desta espécie está relacionada à baixa longevidade de suas sementes em função da recalcitrância, o que dificulta seu armazenamento. Em *I. lauriana* (Sw) Willd. Barrozo *et al.* (2014) observaram a redução da germinação e emergência das sementes com o aumento do período de dessecação. Farias *et al.* (2004) identificaram a ocorrência de poliembrião ao observar que 34% das sementes de *I. vera* apresentavam entre 2 e 3 três embriões, atributo também observado por Rodrigues *et al.* (2007) em estudo com *I. lauriana*. Os autores também observaram embriões com mais de 50% de umidade germinando ainda no fruto nas primeiras 24 horas da colheita, o que reforça o alto potencial recalcitrante deste gênero.

#### **1.2.4 Chichá (*Sterculia foetida* L.)**

Pertencente à família Malvaceae, o chichá (*Sterculia foetida* L.), também conhecido como chichá-fedorento e castanha-da-índia, é uma espécie exótica que foi introduzida no Brasil com fins ornamentais e tem sido tratada como uma espécie promissora em planos de recuperação de áreas degradadas (SANTOS *et al.*, 2004).

Trata-se de uma árvore que apresenta altura média de 20 m, folhas caducas e flores unissexuais que dão origem a frutos lenhosos de cor avermelhada quando imaturos e marrons quando maduros dentro dos quais podem se formar de 10 a 15 sementes elipsóides (MUSEU NACIONAL, 2015).

Uma característica marcante desta espécie é que possui em suas sementes compostos químicos com potencial a serem utilizados pelo setor industrial. O óleo presente em suas sementes pode ser uma alternativa na produção do biodiesel, bem como para produção de sabão, medicamentos e na culinária (SILITONGA *et al.*, 2013). Em termos quantitativos, essas sementes são ricas em óleo (55% de peso seco) e contêm até 78% de CPE-CC (2,22), um dos níveis mais elevados de ácidos gordos carboxílicos relatado na natureza (BAO *et al.*, 2002). Acompanhado desta característica, estas sementes parecem apresentar certo nível de dormência tegumentar. Santos *et al.* (2004) conseguiram aumentar tanto a porcentagem de emergência quanto o índice de velocidade de emergência ao submeterem as sementes à escarificação mecânica.

Considerando os aspectos nutricionais, as sementes de chichá possuem competitividade frente às outras amêndoas e nozes comumente comercializadas para a alimentação, apresentando alto teor de potássio nas amêndoas, muito superior ao das frutas e um alto teor de magnésio em relação às amêndoas e nozes comuns citadas, além de ter níveis equivalentes para os outros nutrientes (CANUTO *et al.*, 2006).

### **1.2.5 Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.)**

Endêmico da caatinga, o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), pertencente à família Apocynaceae, é uma das espécies de maior ocorrência e de maior importância ecológica do semiárido. O nome popular desta espécie vem da semelhança com a pereira, gênero *Pyrus*, percebida pelos estrangeiros aqui chegados (MAIA, 2012). Ocorre principalmente em várzeas fluviais e terrenos próximos a elevações de terra (serras, chapadas ou cuevas) e é considerada uma planta ornamental, principalmente por causa do formato da copa além de possuir propriedades medicinais e madeira muito utilizada para fins de carpintaria (SANTOS, 2014). Perde suas folhas durante a estação seca, podendo permanecer verde o ano todo em alguns lugares, rebrotando rapidamente após as primeiras chuvas entrando floração bem antes das espécies que florescem somente com a época chuvosa (MAIA, 2012).

Esta espécie é composta por árvores de tamanho médio, 7 a 8 metros de altura, com caule bem desenvolvido que, quando cortado, exsuda um volume considerável de látex (MAIA, 2012). Possui folhas simples, alternas, glabras ou pilosas, coriáceas e flores em cimeiras terminais, 10 a 15 flores por inflorescência, que dão origem a frutos lenhosos com forma de

gota achatada, de cor castanho-claro, que se abre em sua deiscência deixando cair suas sementes aladas que são levadas pelo vento (MAIA, 2012). A dispersão ocorre quase que imediatamente após a mudança de coloração, verde para castanho-claro, daí o motivo para ficar atento à época de colheita, após a qual, os frutos devem ser postos em ambiente ventilado, para a deiscência e extração das sementes no intuito de evitar perdas (CARVALHO, 2003).

O pereiro possui várias utilizações. Como planta ornamental, por ser uma árvore de pequeno porte e pela beleza da sua copa, sendo empregada no paisagismo de lugares em geral e também é utilizada na recuperação de áreas degradadas, por sua importância ecológica e adaptação às mais severas condições de seca e solos rasos ou pedregosos, inclusive em matas ciliares e regiões em processo de desertificação (SANTOS, 2010).

### **1.2.6 Biometria e morfologia de sementes e plântulas**

O conhecimento da morfologia e da anatomia de sementes e plântulas é útil em vários campos da biologia vegetal, pois tem importância na botânica fisiológica e sistemática, na ecologia, nas investigações de filogenia, no estudo da dinâmica das populações, na silvicultura, no armazenamento de sementes, nos trabalhos de viveiro, na conservação e regeneração de florestas, na recuperação de áreas degradadas, na colonização de novos ambientes e na pesquisa de plantas medicinais e tóxicas (SOUZA, 2009).

Os estudos morfológicos são uma ferramenta de grande relevância na identificação botânica das espécies, na interpretação dos testes de laboratório, e no reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas em formações florestais e,

sobretudo, contribui para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie (MELO *et al.*, 2004). Para os taxonomistas, as diferenças entre plantas, assim como as características em comum, são susceptíveis de avaliação em larga escala pelos caracteres morfológicos (AMORIM *et al.*, 2008), em que estes caracteres manifestam-se por componentes estruturais das plantas e seu valor aprecia-se pela sua constância. (CUNHA; FERREIRA, 2003).

No que diz respeito às sementes, uma variável quantidade de características taxonômicas e filogenéticas são fornecidas por estas, de modo que as mais empregadas na taxonomia são as mais superficiais, no entanto os caracteres internos são de maior interesse na classificação (CUNHA; FERREIRA, 2003). Apesar de serem formadas basicamente por

embrião, tecidos de reserva e envoltório, na natureza, diversos fatores contribuem para que haja desenvolvimento diferenciado dos componentes da semente, variando entre espécies e até dentro da própria espécie, por meio da cor, forma e tamanho (ABUD *et al.*, 2010).

Estudos envolvendo a morfologia de sementes podem auxiliar no entendimento do processo de germinação, vigor, armazenamento, viabilidade e métodos de propagação das espécies, além de fornecer subsídios para diferenciar espécies e caracterizar aspectos ecológicos da planta, como a dispersão, estabelecimento de plântulas e fase da sucessão ecológica (LOPES; MATHEUS, 2008). Desta forma, informações básicas sobre a morfoanatomia e fisiologia das sementes são fundamentais para o plantio de espécies em geral (PAOLI; BIANCONI, 2008).

Além da caracterização morfológica interna e externa da semente, o estudo sobre crescimento e desenvolvimento das plântulas no início do seu ciclo de vida são muito importantes, pois permitem conhecer sua morfologia e fornecem informações sobre mecanismos de adaptação da espécie ao ambiente (BRAZ *et al.*, 2009). O estudo dos aspectos morfológicos da germinação, além de contribuir para a propagação das espécies, aborda a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones, auxiliando na interpretação e padronização dos testes de germinação, contribuindo para o conhecimento morfoanatômico integral da espécie (ABUD *et al.*, 2009).

Os frutos também se constituem como uma estrutura importante a ser avaliada para fins de classificação botânica. Estudos morfoanatômicos dessas estruturas podem ser de fundamental importância para a separação de gêneros, além de fornecerem informações básicas para o uso de espécies em futuros programas de recuperação de áreas degradadas. Na natureza, vários fatores contribuem para a variabilidade da forma e do tamanho de frutos e sementes (PAOLI; BIANCONI, 2008).

Uma das famílias botânicas que apresenta muitos problemas de classificação é a família Fabaceae. Quando se observa o grande número de espécies desta família, evidencia-se a existência de problemas taxonômicos e impasses filogenéticos, que a análise tradicional de órgãos vegetativos e florais é insuficiente para solucionar, fazendo-se necessário o estudo de frutos, sementes e plântulas não somente com propósitos taxonômicos, filogenéticos ou ecológicos, mas também como contribuições ao conhecimento das espécies que constituem esta família (SOUSA *et al.*, 2010).



Portanto, é de grande relevância a realização de estudos que considerem em conjunto as características morfológicas de frutos e sementes, bem como dos estágios iniciais do desenvolvimento das plantas (COSMO *et al.*, 2009).

Além da morfologia, a caracterização biométrica de frutos e sementes pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de espécies do mesmo gênero. (CRUZ *et al.*, 2001). A influência desses caracteres sobre a qualidade fisiológica de sementes tem sido pesquisada em várias espécies, porém é pouco frequente em espécies florestais (ALVES *et al.*, 2005).

Estudos evidenciaram a influência do tamanho no vigor da semente. Alves *et al.* (2005), em *Mimosa caesalpinifolia* Benth, observaram que o vigor das sementes apresentou relação direta com o seu tamanho, quando estas originaram plantas com maior comprimento e massa seca da raiz primária assim como maior massa seca do hipocótilo, justificando-se a adoção de classes de tamanho para a formação de mudas.

Cruz e Carvalho (2003) observaram que as sementes de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* Mart. & Eichler) apresentaram grandes variações em suas dimensões com comprimento, largura e espessura variando de 15,5 a 41,4 mm; 8,0 a 18,7 mm e 4,7 a 12,6 mm.

Carvalho *et al.* (2005), verificaram que os valores biométricos de frutos de *Hymenaea stigonocarpa* indicam diferenças com outras espécies do gênero como *H. intermedia* Ducke e concluíram que a biometria dos frutos é importante para acrescentar dados morfológicos à espécie, além de servir como valores de diferenciação morfológica para espécies do mesmo gênero, como em *H. stigonocarpa*, *H. courbaril* e *H. intermedia*.

Nesse mesmo estudo, os autores verificaram que sementes de menor tamanho apresentaram maior velocidade de germinação, tendo como provável justificativa o fato de necessitarem de menor quantidade de água para completarem esta fase.

### **1.2.7 Crescimento inicial de mudas**

Tendo em vista as questões ambientais relativas ao desmatamento, desertificação e impactos ambientais proporcionados por empreendimentos de pessoas físicas e jurídicas, tem se tornado cada vez mais rigorosa a fiscalização no intuito de evitar que esses problemas se expandam e alcancem proporções ainda mais alarmantes. Para isso, muitos investimentos têm sido feitos visando o desenvolvimento de programas de recuperação de áreas degradadas além de ações de compensação ambiental promovidos por setores privados. Com isso, tem se tornado

cada vez mais evidente o aumento na demanda por mudas de espécies florestais e, juntamente com esta demanda, impulsionada também pela ascensão da exploração de espécies com potencial madeireiro, aumenta as exigências no que se refere à qualidade dessas mudas. Para satisfazer a exigência crescente do mercado, há a necessidade de investir em tecnologia de produção e, principalmente, em pesquisas, as quais são incipientes em se tratando de espécies florestais.

Estudos sobre o crescimento das mudas em viveiro são de extrema importância quando se fala de qualidade. A intensidade luminosa, a temperatura, a concentração de CO<sub>2</sub>, e a umidade do solo, são fatores que afetam a atividade fotossintética e, conseqüentemente, influem no desenvolvimento das plantas (MOTA *et al.*, 2013). Dentre estes, a intensidade luminosa merece uma atenção especial, pois é primordial para o crescimento da planta, não só por fornecer a energia que impulsiona a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam alguns fenômenos fisiológicos por meio de receptores de luz (REGO; POSSAMAI, 2006). Desta forma, faz-se necessário o estudo do comportamento do desenvolvimento de espécies florestais considerando que a variação na intensidade, presença ou ausência de luz irão exercer forte influência no padrão de desenvolvimento das mudas.

Informações sobre crescimento de mudas em fase de viveiro também oferecem grande suporte na escolha das espécies a serem utilizadas em programas de regeneração de áreas em processo de degradação, possibilitando a classificação de acordo com a classe sucessional, o que é determinante para a sobrevivência destas em campo. Lenhard *et al.* (2013), estudando o crescimento do pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *leiostachya* Benth) em diferentes luminosidades, identificou, assim como Dutra *et al.* (2012) para copaíba, o melhor desenvolvimento ocorrendo com 50% de luminosidade, se enquadrando, de acordo com a classe sucessional, como uma espécie secundária inicial. Outras espécies conseguem se desenvolver bem em diferentes intensidades de radiação. Sabbi *et al.* (2014), avaliando os aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de aroeira-da-praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi), demonstraram a considerável capacidade adaptativa desta espécie, o que permite a ela obter sucesso tanto em ambientes sombreados com em pleno sol.

Além da luminosidade, outros fatores podem ser determinantes na seleção de espécies, como é o caso da salinidade e estresse hídrico. Em mudas de flamboyant (*Delonix regia* (Boj. ex Hook.) Raf.), Nogueira *et al.* (2012) identificaram melhor desenvolvimento ocorrendo da dose 0,5 dS m<sup>-1</sup>, observando interferência negativa proporcional ao aumento das

doses. Guimarães *et al.* (2013) detectaram que concentrações de sais acima de 0,5 dS m<sup>-1</sup> compromete de forma acentuada a qualidade das mudas.

## 2 SEÇÃO 2 – BIOMETRIA DE SEMENTES DE CINCO ESPECIES FLORETAIS

**RESUMO** – A caracterização biométrica das sementes fornece subsídios importantes sobre diferenciação de espécies congêneres, mecanismos de dispersão e estabelecimento de plântulas, conservação e exploração das espécies. Objetivou-se informações sobre os aspectos biométricos das sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyriforme* Mart., *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo) *Sterculia foetida* L. (chichá). As sementes foram coletadas nos municípios cearenses de Fortaleza e Apuiarés em 2014. Para cada espécie foi tomada uma amostra de 100 sementes para realização do peso de mil sementes, utilizando-se oito repetições, e para as avaliações biométricas, onde foram medidos comprimento, largura, espessura e diâmetro com o auxílio de um paquímetro digital. O peso de mil sementes apresentou uma pequena variação explicada pela existência de fatores intrínsecos às sementes, como o teor de água, que possui relação direta com seu peso. As características biométricas avaliadas apresentaram distribuição de frequência assimétrica para todas as espécies. Os resultados encontrados para as cinco espécies florestais estudadas nesta pesquisa sugerem que, para maior uniformidade do lote, as sementes podem ser beneficiadas por tamanho de acordo com as classes biométricas sugeridas para cada espécie.

**Palavras-chave:** Caracterização biométrica. Banco de sementes. Identificação.

## BIOMETRIC ANALYSIS OF FIVE FOREST SPECIES.

**ABSTRACT** - Biometric characterization of seeds provides important subsidies on differentiation of similar species, dispersal mechanisms and establishment of seedlings, conservation and exploitation of the species. The aim in this study was provide information about biometric aspects of the seeds for five Brazilian forest species, they are: *Inga laurina* (Sw.) Willd. (“ingá”), *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (“paineira”), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (“pau d’arco roxo”), *Sterculia foetida* L. (“chichá”). The seeds were collected in the municipalities of “Ceará” in “Fortaleza” and “Apuiarés” in 2014. For each specie was taken a sample of 100 seeds for performing the thousand seed weight and biometric evaluations, which were measured length, width, thickness and diameter with a digital caliper. The weight of a thousand seeds obtained observed a small variation explained by the existence of factors intrinsic to the seed, as the moisture content, which is directly related to their weight. Most of the evaluated characteristics showed asymmetry in the distribution for all species. The results suggest that for greater the lots uniformity the seed can be benefited by size according to the biometric classes suggested for each species. The seeds were collected in the municipalities of Ceará in Fortaleza and Apuiarés in 2014.

**Keywords:** Biometric characterization. Seed bank. Identification.

## 2.1 Introdução

A caracterização biométrica é importante para a diferenciação da intensidade de variação das espécies, relacionada a fatores ambientais, além da relação das populações, quando estabelecidas em outros ambientes, principalmente quando a espécie possui ampla distribuição geográfica e adaptação a diversos ecossistemas (RODRIGUES *et al.*, 2006).

No que diz respeito às sementes, uma vasta gama de características taxonômicas e filogenéticas são fornecidas por estas, de modo que as mais empregadas na taxonomia são as mais superficiais, mas os caracteres internos são de maior interesse na classificação (CUNHA; FERREIRA, 2003). Apesar de serem formadas basicamente por embrião, tecidos de reserva e envoltório, diversos fatores contribuem para que haja desenvolvimento diferenciado dos componentes da semente, variando entre espécies e até dentro da própria espécie, por meio da cor, forma e tamanho (ABUD *et al.*, 2010).

Estudos evidenciaram a influência do tamanho no vigor da semente. Alves *et al.* (2005), em *Mimosa caesalpinifolia* Benth, observaram que o vigor das sementes apresentou relação direta com o seu tamanho, quando estas originaram plantas com maior comprimento e massa seca da raiz primária assim como maior massa seca do hipocótilo, justificando-se a adoção de classes de tamanho para a formação de mudas. Por tanto, é de grande relevância a realização de estudos que considerem em conjunto as características biométricas das sementes, uma vez que ainda é incipiente a realização de trabalhos diante da grande diversidade da flora brasileira (COSMO *et al.*, 2009).

Com isso, este trabalho teve por objetivo fornecer informações sobre os aspectos biométricos das sementes das seguintes espécies: *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo) e *Sterculia foetida* L. (chichá).

## **2.2 Material e métodos**

### **2.2.1 *Coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes***

As sementes de chichá, ingá, paineira e pau d'arco roxo provenientes da safra de 2014 foram coletadas em Fortaleza-CE enquanto as sementes de pereiro da mesma safra foram oriundas de Apuiarés-CE. Em seguida, foram transportados para o Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFC, onde foram beneficiadas, acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sobre refrigeração até a instalação dos experimentos.

### **2.2.2 *Local de estudo***

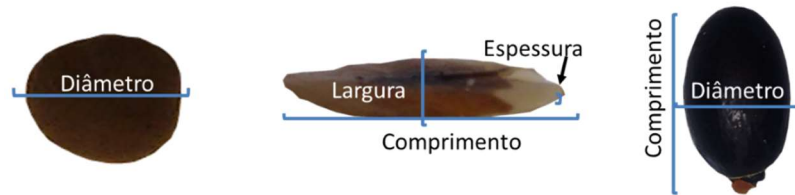
Os ensaios foram conduzidos no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), pertencente ao Departamento de Fitotecnia do CCA/UFC.

### **2.2.3 *Biometria das sementes***

O peso de mil sementes foi realizado através da obtenção de oito amostras de 100 sementes, tomadas ao acaso, e pesadas em balança de precisão ( $\pm 0,001\text{g}$ ), onde o valor médio foi multiplicado por dez e o resultado expresso em gramas, seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para avaliação da biometria das sementes das cinco espécies, foi utilizado uma amostra de 100 sementes para as mensurações do comprimento, espessura, largura ou diâmetro de acordo com o formato da semente (Figura 1). A aferição do comprimento foi realizada na região compreendida entre a base e o ápice das sementes. Para a largura e espessura, as sementes foram medidas na parte central, onde a largura foi medida na região entre o lado direito e esquerdo e a espessura na região entre o dorso e o ventre da semente.

Figura 1 - Ilustração das características biométricas mensuradas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As características biométricas foram mensuradas utilizando-se paquímetro digital da marca Starret 727®, com resolução de 0,01mm. Após a obtenção das medidas, calcularam-se as seguintes estatísticas descritivas nos dados agrupados: média, primeiro ( $Q_1$ ), segundo ( $Q_2$ ) e terceiro quartil ( $Q_3$ ), desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e 2º coeficiente de Pearson ( $AS$ ) dado pela equação 1 conforme Martins (2002):

$$AS = \frac{Q_1 + Q_3 - 2Q_2}{Q_3 - Q_1} \quad (1)$$

Assim se:  $AS=0$ , a distribuição é simétrica;

$AS>0$ , a distribuição é assimétrica positiva;

$AS<0$ , a distribuição é assimétrica negativa.

Também se construiu o boxplot com o auxílio do Excel© conforme Lapponi (2005).



## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Paineira (*Chorisia glasiiovii* O. Kuntze)

O peso de mil sementes apresentou média de 70,95 g, portanto 1 kg apresenta cerca de 14 mil sementes. Por sua vez o diâmetro médio situou-se em torno de 5,01 mm e um coeficiente de variação de 11,83% (Tabela 1). Observou-se uma baixa dispersão absoluta para a característica em questão.

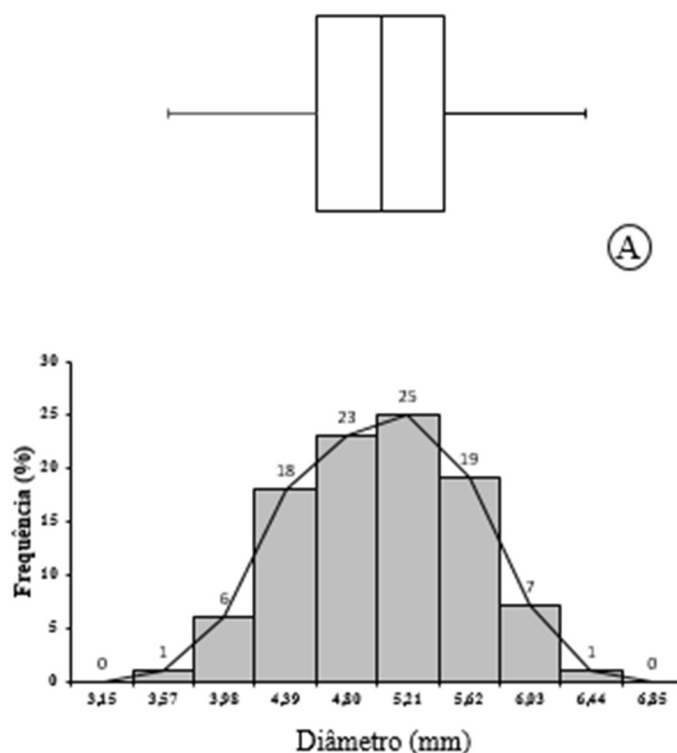
Tabela 1 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao diâmetro, em mm, de sementes de paineira.

Característica	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coeficiente de Variação (%)
Diâmetro	5,01	0,59	11,83

Fonte: Elaborada pelo autor.

A representação gráfica para o diâmetro (Figura 2) mostra que a distribuição de frequência foi assimétrica negativa fraca ( $AS=-0,03$ ). Os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram 6,41 mm e 3,27 mm, respectivamente. Quanto aos quartis verificou-se que 25% dos valores observados da amostra situaram-se abaixo de 4,58 mm ( $Q_1$ ), 50% abaixo de 5,03 mm ( $Q_2$ ) e 75% foram inferiores a 5,45 mm ( $Q_3$ ).

Figura 2 - Histograma, polígono de frequência e boxplot referente ao diâmetro de sementes de Paineira.



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 2.3.2 Pau D'arco Roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos)

O peso de mil sementes foi da ordem de 24,6 g. Um quilograma de sementes contém 40,5 mil sementes. A média, o desvio padrão e o coeficiente de variação para o comprimento, largura e espessura estão expostos na Tabela 2. Observou-se uma baixa dispersão absoluta para as características em questão sendo que a espessura apresentou a maior dispersão relativa (12,09%).

Tabela 2 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao comprimento, largura e espessura, em mm, de sementes de pau d'arco roxo.

Característica	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coeficiente de Variação (%)
Comprimento	8,88	0,68	7,70
Largura	4,15	0,40	9,66
Espessura	0,818	0,10	12,09

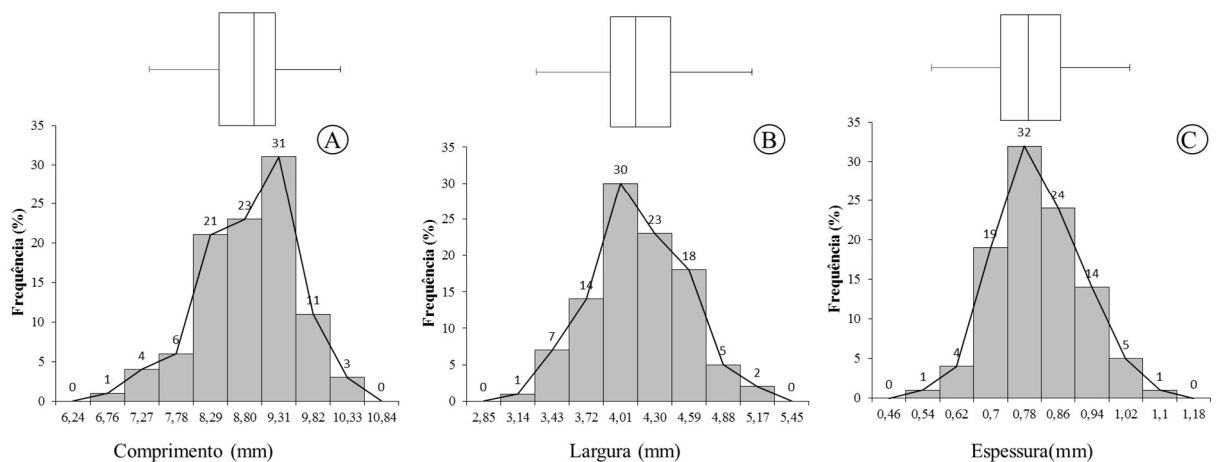
Fonte: Elaborada pelo autor.

A representação gráfica para o comprimento (Figura 3A) mostra que a distribuição de frequência foi assimétrica positiva moderada ( $AS=0,17$ ). No resumo de cinco pontos, para o comprimento, os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram iguais a 10,29 mm e 7,40 mm, cujos valores do para o primeiro quartil (8,45 mm), segundo quartil (8,98 mm) e terceiro quartil (9,30 mm) foram superiores ao do comprimento da semente.

A largura (Figura 3B) apresentou distribuição assimétrica negativa moderada de acordo ( $AS=-0,25$ ). Os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram iguais a 5,13 mm e 3,29 mm. Os quartis para o comprimento situaram-se em torno de 3,93 ( $Q_1$ ), 4,14 ( $Q_2$ ) e 4,43 mm ( $Q_3$ ), sugerindo que 25%, 50% e 75% dos valores observados da amostra estão abaixo dos valores citados.

No que se refere à espessura das sementes (Figura 3C), a representação gráfica denota uma distribuição assimétrica positiva fraca apresentando segundo coeficiente de Pearson igual a 0,07. No resumo de cinco pontos, para a espessura, os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram iguais a 1,02 mm e 0,59 mm, tendo-se para o primeiro quartil 0,74 mm, para o segundo quartil 0,80 mm e terceiro quartil 0,87 mm.

Figura 3 - Histograma, polígono de frequência e boxplot referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de pau d'arco roxo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 2.3.3 *Ingá (Inga laurina (Sw.) Willd.)*

O peso de mil sementes de ingá é da ordem de 664,6 g. Estima-se que um quilograma de sementes apresenta por volta de 1.505 sementes. A média, desvio padrão e coeficiente de variação do comprimento, largura e espessura estão expostos na Tabela 3. Observou-se uma baixa dispersão absoluta para as características em questão (0,81 – 1,37 mm) sendo que a espessura apresentou a maior dispersão relativa (12,44%).

Tabela 3 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao comprimento, largura e espessura, em mm, de sementes de ingá.

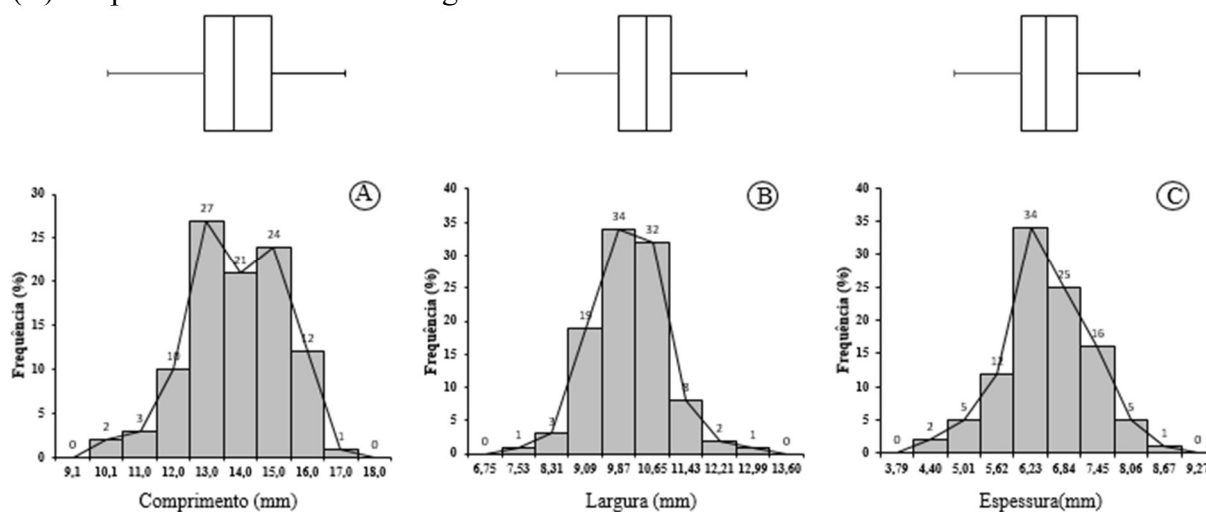
Característica	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coeficiente de Variação (%)
Comprimento	13,85	1,37	9,92
Largura	10,12	0,86	8,53
Espessura	6,49	0,81	12,44

Fonte: Elaborada pelo autor.

A representação gráfica para o comprimento (Figura 4A) mostra que a distribuição de frequência foi assimétrica positiva moderada ( $AS=0,14$ ). Os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram, respectivamente, 16,93 mm e 10,06 mm. Os valores calculados dos quartis na amostra foram 12,82, 13,70 e 14,80 mm.

A largura (Figura 4B) apresentou distribuição assimétrica negativa moderada ( $AS=-0,09$ ). No resumo de cinco pontos, para a largura, os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram iguais a 12,09 mm e 8,37 mm, tendo-se para o primeiro quartil 9,60 mm, para o segundo quartil 10,13 mm e terceiro quartil 10,61 mm.

Figura 4 - Histograma, polígono de frequência e boxplot referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura de sementes de ingá.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No que se refere à espessura das sementes (Figura 4C) a distribuição é assimétrica positiva moderada ( $AS=0,14$ ), conforme se observa no boxplot desta característica, cujos valores para o resumo de cinco pontos foram: 4,90 (mínimo); 6,04 ( $Q_1$ ); 6,45 ( $Q_2$ ); 6,99 ( $Q_3$ ) e 8,05 mm (máximo).

### 2.3.4 Chichá (*Sterculia foetida* L.)

O peso de mil sementes apresentou média de 2.140,4 g, por tanto 1 kg é composto aproximadamente por 460 sementes. A média, o desvio padrão e o coeficiente de variação obtidos para o comprimento, largura e espessura estão expostos na Tabela 4. Observou-se uma baixa dispersão absoluta para a características em questão sendo que o comprimento apresentou a maior dispersão relativa (4,8%).

Tabela 4 - Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) referente ao comprimento e diâmetro de sementes de chichá.

Característica	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coefficiente de Variação (%)
Comprimento	21,11	1,01	4,80
Diâmetro	12,58	0,50	3,99

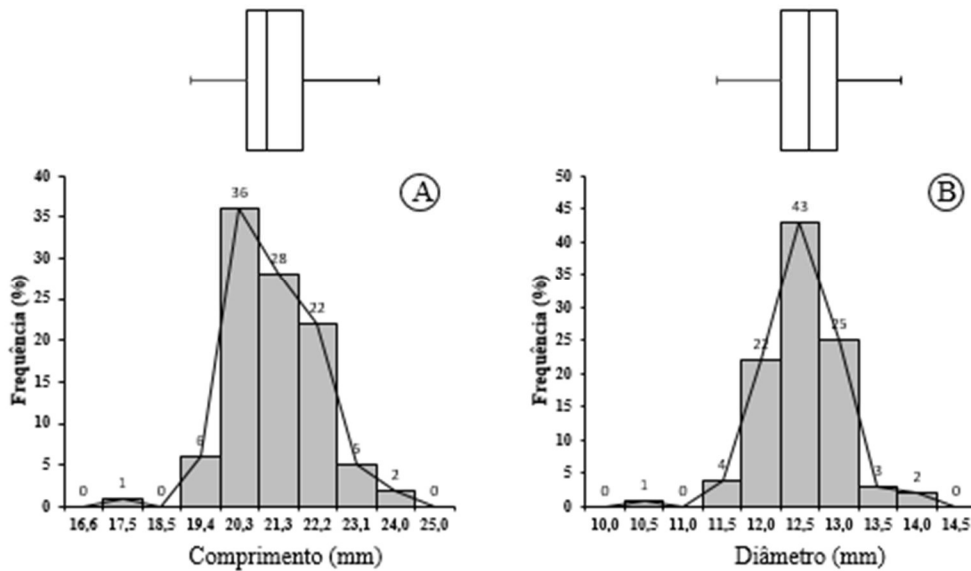
Fonte: Elaborada pelo autor.

A representação gráfica para o comprimento mostra que a distribuição de frequência foi assimétrica positiva moderada (Figura 5A). Os valores máximo e mínimo

observados para esta variável foram iguais a 23,72 mm e 19,12 mm. Os quartis para o comprimento situaram-se em torno de 2,49 ( $Q_1$ ), 20,99 ( $Q_2$ ) e 21,85 mm ( $Q_3$ ), sugerindo que 25%, 50% e 75% dos valores observados da amostra estão abaixo dos valores citados.

No diâmetro, o segundo coeficiente de Pearson foi igual a zero, o que caracteriza a curva de distribuição como simétrica (Figura 5B). No resumo de cinco pontos, para a largura, os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram iguais a 13,53 mm e 11,57 mm, com primeiro, segundo e terceiro quartis apresentando, respectivamente, 12,25 mm, 12,55 mm e 12,84 mm.

Figura 5 - Histograma e polígono de frequência referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura de sementes de chichá.



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 2.3.5 *Pereiro (Aspidosperma pyriforme Mart.)*

O peso de mil sementes apresentou média de 180,6 g sugerindo que um quilograma de sementes contém cerca de 7,5 mil sementes. As sementes de pereiro desprovidas de alas apresentam um tamanho médio de 14,41 x 14,63 x 0,75 mm. A maior dispersão absoluta e relativa foi observada, respectivamente, no comprimento (1,20 mm) e espessura (13,17%) da semente.

Tabela 5 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao diâmetro de sementes de pereiro.

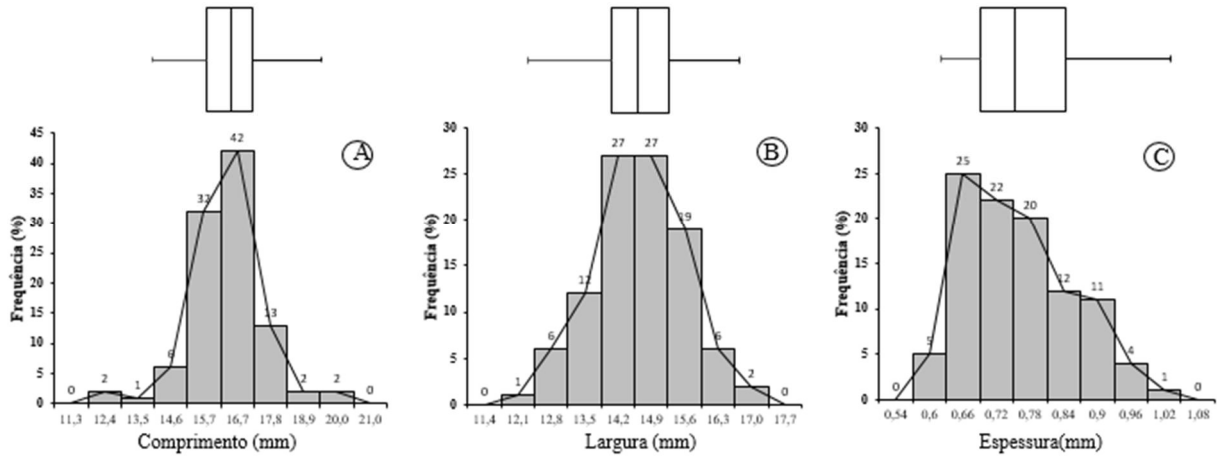
Característica	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coeficiente de Variação (%)
Comprimento	14,41	1,20	7,30
Largura	14,63	0,98	6,70
Espessura	0,75	0,10	13,17

Fonte: Elaborada pelo autor.

A representação gráfica para o comprimento (Figura 6A) mostra que a distribuição de frequência foi assimétrica negativa fraca ( $AS=-0,09$ ). Os valores máximo e mínimo observados para esta variável foram iguais a 18,18 mm e 14,15 mm, cujos valores para o primeiro quartil (15,76 mm), segundo quartil (16,51 mm) e terceiro quartil (17,13 mm) foram superiores ao do comprimento da semente.

A largura (Figura 6B) apresentou distribuição assimétrica positiva fraca ( $AS=0,10$ ) como se observa no boxplot desta variável. Os valores amostrais do resumo de cinco pontos da largura foram: 12,10 (mínimo), 14,00 ( $Q_1$ ), 14,59 ( $Q_2$ ), 15,31 ( $Q_3$ ) e 16,91 mm (máximo).

Figura 6 - Histograma e polígono de frequência referente ao comprimento (A), largura (B) e espessura de 100 sementes de pereiro.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a espessura das sementes o histograma, polígono de frequência e o boxplot (Figura 6C) sugerem uma distribuição assimétrica positiva moderada ( $AS=0,2$ ). Os valores das estatísticas do resumo de cinco pontos foram: 0,60 (mínimo), 0,67 ( $Q_1$ ), 0,73 ( $Q_2$ ), 0,82 ( $Q_3$ ) e 1,01 mm (máximo).



## 2.4 Discussão

O peso de mil sementes das espécies estudadas apresentou uma pequena variação explicada pela existência de fatores intrínsecos às sementes, como o teor de água, que possui relação direta com seu peso (BRASIL, 2009).

A distribuição assimétrica observada para algumas das características biométricas avaliadas pode estar relacionada ao período em que as sementes ainda estavam no fruto ligado à planta mãe, pois durante o processo de maturação, as sementes estão acumulando reservas, fenômeno este que implica diretamente nas dimensões das sementes. Feitosa (2013) propõe que estas assimetrias na distribuição estejam relacionadas a fatores ambientais e/ou genéticos, haja vista que tais fatores contribuem de forma direta no processo de formação e nutrição dos frutos e sementes.

No caso da produção de mudas, um fator muito relevante para a qualidade de um lote de sementes é a sua uniformidade. A utilização de sementes com grande variabilidade em tamanho torna o lote sujeito a grandes flutuações que acabam por comprometer a germinação e qualidade da muda. A explicação está no fato da absorção d'água ocorrer de forma diferenciada nas sementes com diferentes tamanhos afetando, com isso, na velocidade de germinação. Harper e Benton (1966), afirmam que, com o aumento do tamanho das sementes a relação entre superfície e volume é reduzida, resultando na redução da capacidade de obtenção de água suficiente para iniciar o processo de germinação, principalmente em solos com baixa disponibilidade de água. Trabalhando com sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., oriundas de diferentes locais, Alves *et al.* (2005) constatou uma maior velocidade de germinação ocorrendo em sementes pequenas e médias.

Os resultados encontrados para as cinco espécies florestais estudadas nesta pesquisa sugerem que para maior uniformidade do lote as sementes podem ser beneficiadas por tamanho de acordo com as classes biométricas sugeridas para cada espécie. Dessa forma, na produção de mudas, haverá uma maior possibilidade de obter um estande mais uniforme. Pereira *et al.* (2011) estudando a influência do tamanho de sementes de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne) na germinação concluíram que sementes pequenas requerem um tempo maior para emissão da raiz primária, porém, um tempo menor para abrir e expandir os eófilos quando comparadas às sementes grandes.

## 2.5 Conclusões

As espécies apresentaram distribuição de frequências assimétricas para as características biométricas analisadas, com exceção do diâmetro para o chichá.

As sementes apresentaram variabilidade em suas dimensões.

### 3 SEÇÃO 3 – MORFOLOGIA GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS

**RESUMO** - Os estudos morfológicos são importantes na identificação botânica das espécies, na interpretação dos testes de germinação, e no reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas em formações florestais e, sobretudo, contribui para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie. Esta pesquisa teve por objetivo descrever os aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo), *Sterculia foetida* L. (chicha). Para a realização da morfologia externa da germinação e da plântula procedeu-se a sementeira utilizando-se 100 sementes para cada espécie. Neste estudo, as sementes foram semeadas individualmente em copos plásticos de 200mL de capacidade contendo vermiculita e composto na proporção volumétrica 2:1. Procederam-se observações diárias através de fotos digitais dos eventos da germinação as quais posteriormente foram dispostas de forma sequenciada para registro das fases do processo germinativo das espécies. De maneira geral, observa-se que, nos primeiros dias após a protrusão da radícula, a raiz principal sofre alongamento acelerado enquanto que na parte aérea esse processo ocorre com menor velocidade. Ingá apresentou padrão de germinação fanerocotiledonar hipógea com cotilédones de reserva enquanto pereiro, paineira, chichá e pau d'arco roxo a germinação foi fanerocotiledonar epígea com cotilédones foliáceos.

**Palavras-chave:** Identificação botânica. Diferenciação de espécies. Germinação.

## MORPHOLOGY GERMINATION OF FIVE BRAZILIAN FOREST SPECIES

**ABSTRACT** - The morphological studies are important in botanical identification of the species, the interpretation of germination, the recognition of the species in the soil seed bank and seedling stage in forest formations contribute to the study of the mechanisms of dispersion, succession and natural regeneration. This research aimed to describe the morphological aspects of germination and seedling of *Inga laurina* (Sw.) Willd. (“ingá”), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (“pereiro”) *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (“paineira”), *Handroanthus impetiginosus* (pau d’arco roxo), *Sterculia foetida* L. (“chichá”). For the realization of the external morphology of germination and seedling proceeded sowing using 100 seeds for each species. In this study, the seeds were sown individually in plastic cups of 200 mL properly filled with vermiculite and organic compound in the volumetric proportion 2: 1. They proceeded to daily observations through digital photos of germination events which were subsequently arranged in sequential order to record the stages of germination of species. In general, it is observed that in the first days after radicle protrusion, the main root suffers an accelerated stretching while in the aerial part of the plant this process occurs with lower speed. “Ingá” presented standard phanerocotylar hypogeal germination with reserve cotyledons while “pereiro”, “paineira”, “chichá” and “pau d’arco roxo” germination were phanerocotylar epigaeous with foliaceous cotyledons.

**Keywords:** Botanical identification. Differentiation of species. Germination.

### 3.1 Introdução

Os estudos morfológicos são uma ferramenta de grande relevância na identificação botânica das espécies, na interpretação dos testes de laboratório, e no reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas em formações florestais e, sobretudo, contribui para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie (MELO *et al.*, 2004). Para os taxonomistas, as diferenças entre plantas, assim como as características em comum, são passíveis de avaliação em larga escala pelos caracteres morfológicos (AMORIM *et al.*, 2008), em que estes caracteres se manifestam por componentes estruturais das plantas e seu valor aprecia-se pela sua constância. (CUNHA; FERREIRA, 2003).

O estudo sobre crescimento e desenvolvimento das plântulas no início do seu ciclo de vida são muito importantes, pois permitem conhecer sua morfologia e fornecem informações sobre mecanismos de adaptação da espécie ao ambiente (BRAZ *et al.*, 2009). O estudo dos aspectos morfológicos da germinação, além de contribuir para a propagação das espécies, aborda a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones, auxiliando na interpretação e padronização dos testes de germinação, contribuindo para o conhecimento morfoanatômico integral da espécie (ABUD *et al.*, 2009).

Outro setor amplamente beneficiado com esse tipo de estudo é o setor de produção de mudas. A geração de informações sobre a germinação, desenvolvimento e morfologia na fase inicial fornecem suporte aos viveiristas no planejamento da produção de mudas florestais (LEONHARTD *et al.*, 2008)

Apesar disso, assim como ocorre com diversas espécies da flora brasileira, são escassas as informações disponíveis para espécies florestais, tanto em relação a aspectos morfológicos e ecológicos, quanto à sua silvicultura. O estudo da morfologia de frutos e sementes das espécies florestais, bem como o entendimento do processo germinativo e do desenvolvimento das plântulas contribui para viabilizar tanto sua conservação, quanto sua utilização (HALISKI *et al.*, 2013).

Baseado nisso, a presente pesquisa teve por objetivo descrever os aspectos morfológicos da germinação e de plântulas das seguintes espécies florestais: paineira, pau d'arco roxo, ingá, chichá e pereiro.

## **3.2 Material e métodos**

### ***3.2.1 Local do experimento***

Os ensaios foram conduzidos no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), pertencente ao Departamento de Fitotecnia do CCA/UFC, iniciando-se do dia 6 de novembro de 2015 sendo finalizado no ato da expansão do primeiro par de eófilos.

### ***3.2.2 Morfologia da germinação e da plântula***

Para a realização da morfologia externa da germinação e da plântula procedeu-se a semeadura utilizando-se 100 sementes para cada espécie. Neste processo, as sementes foram semeadas individualmente em copos plásticos com volume de 200 ml. Os copos foram preenchidos com vermiculita e composto na proporção volumétrica 2:1, os quais permaneceram em casa de vegetação no NEPAU até o término das observações.

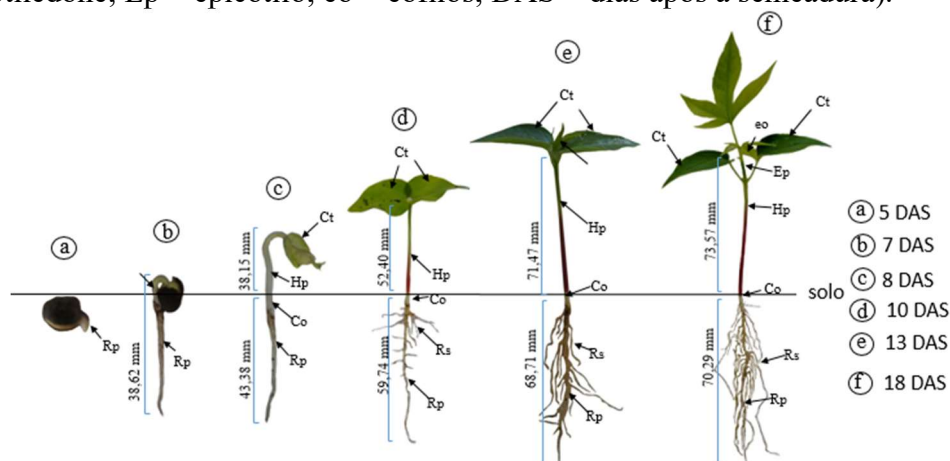
Para a realização da caracterização morfológica da germinação e das plântulas das espécies em estudo, foram feitas avaliações diárias registradas mediante fotografias digitais e medindo-se o comprimento da raiz e da parte aérea com um paquímetro digital. Fotografias estas que posteriormente passaram por um tratamento mediante a utilização do *software* GIMP 2.8.14 e dispostas de forma sequenciada para melhor visualização do processo de germinação e estabelecimento das plântulas.

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Paineira (*Chorisia glasiiovii* O. Kuntze)

O surgimento da radícula tem início aos cinco dias, com a emissão da raiz primária branca (Figura 7a), que se alonga rapidamente atingindo 38,62 mm dois dias após o início da germinação (Figura 7b). Aos oito dias os cotilédones foliáceos se encontram totalmente emergidos e desprovidos do tegumento (Figura 7c). Com 10 dias, o hipocótilo está bem alongado e as folhas cotiledonares totalmente expandidas com coloração verde clara (Figura 7d). É nesse período também que surgem as raízes secundárias em maior volume na base da raiz. No decimo terceiro dia os cotilédones adquirem coloração verde escuro e delineia-se a formação do primeiro eófilo (Figura 7e). Por volta do 18º dia, os dois primeiros eófilos podem ser descritos, apresentando bordos recortados, alternos, peciolados e de coloração verde claro (Figura 7 f). Nesta fase os cotilédones encontram-se firmemente aderido com sistema radicular, pivotante, bem ramificado e a raiz principal medindo 70,29 mm de comprimento (Figura 7f). A germinação descrita é do tipo fanerocotiledonar epígea com cotilédone foliáceo (P-E-R).

Figura 7 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de paineira. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilo; DAS = dias após a semeadura).



Fonte: Elaborada pelo autor.

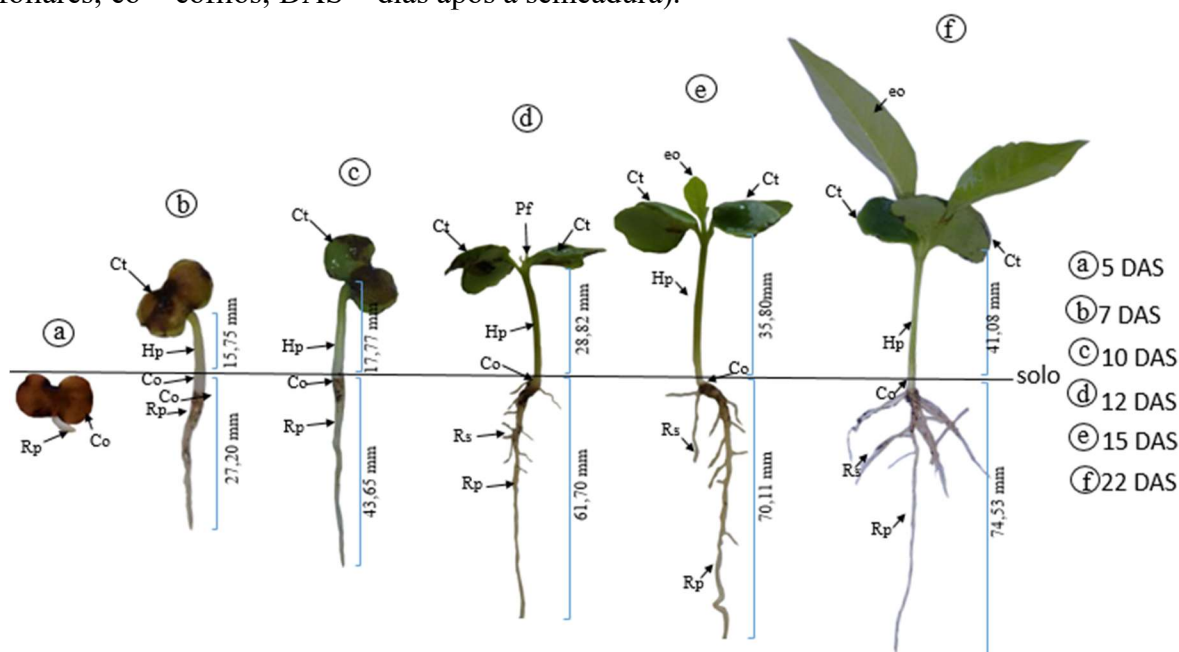
### 3.3.2 *Pau d'arco roxo (Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos)*

A germinação da semente é do tipo fanerocotiledonar epígea com cotilédone foliáceo (P-E-R). A radícula rompe o tegumento no quinto dia após a sementeira (Figura 8a), caracterizando o início do processo germinativo. No sétimo dia a radícula de cor esbranquiçada, apresentou comprimento de 27,20 mm e os cotilédones se encontram acima do solo (Figura 8b). Dez dias após a sementeira, o coleto e o hipocótilo começam a se distinguirem e o tegumento seminal começa a se desprender dos cotilédones (Figura 8c). Com 12 dias, dá-se início a formação das raízes secundárias, em maior concentração da base da raiz principal (Figura 8d). Nesse estágio os cotilédones foliáceos, se expandem e o hipocótilo está alongado, ambos com coloração verde musgo.

Quinze dias após a sementeira os cotilédones estão totalmente livres do tegumento seminal e inicia-se a formação do primeiro par de eófilos (Figura 8e). Sete dias após esse período (Figura 8f), os eófilos, alternos, estão bem formados e os cotilédones encontram-se firmemente aderidos sem nenhum sinal de abscisão. Ainda nesse mesmo estágio, o epicótilo se apresenta curto, com hipocótilo e raiz principal medindo 41,08mm e 74,53mm respectivamente.



Figura 8 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de pau d'arco roxo. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Pf = Primórdios foliares; eo = eófilos; DAS = dias após a semeadura).



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.3 *Ingá (Inga laurina (Sw.) Willd.)*

A germinação de ingá é do tipo fanerocotiledonar hipógea com cotilédones de reserva (F-H-R). A protrusão de radícula ocorre no quarto dia, fase que caracteriza o início da germinação (Figura 9a). No sexto dia (Figura 9b), a raiz primária apresenta 37,77mm de comprimento, evidenciando o rápido alongamento da mesma nos primeiros dias após o início da germinação.

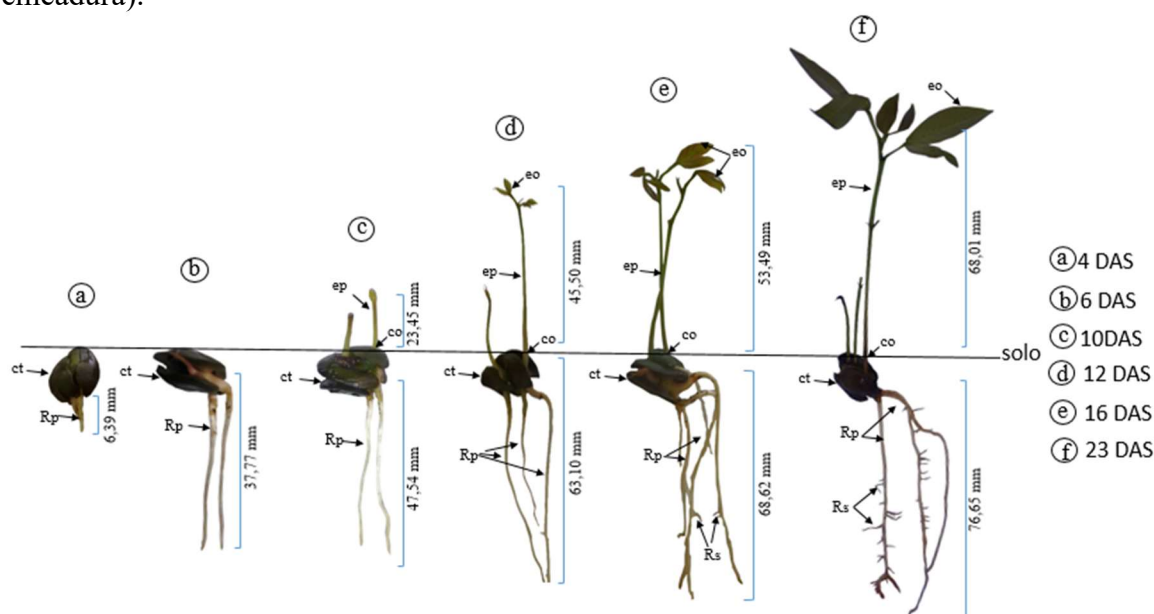
No décimo dia (Figura 9c), é possível observar claramente o epicótilo medindo 23,45mm e o início da formação dos eófilos. Neste estágio pode-se observar a ocorrência de um evento restrito a algumas espécies, a poliembrionia. Este fenômeno é evidenciado pela presença de mais de um embrião se desenvolvendo no processo de germinação em uma mesma semente.

Aos 12 dias (Figura 9d), os eófilos começam a se expandir apresentando coloração verde claro. Outro evento que chama atenção nesse estágio é que, a partir dessa fase, na maioria dos casos, ocorre o predomínio de uma planta sobre as outras oriundas da mesma semente. No 16º dia (Figura 9e) tem início a formação das raízes secundárias que, diferentes das outras

espécies estudadas nesta pesquisa, ocorre ao longo de toda a raiz e não se concentra apenas em sua base.

Aos 23 dias as raízes secundárias estão bem aparentes, os eófilos totalmente expandidos com coloração verde escuro e os cotilédones aderidos. Nesse período, a raiz secundária apresenta 76,65mm de comprimento (Figura 9f).

Figura 9 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de ingá. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; DAS = dias após a sementeira).



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.4 Chichá (*Sterculia foetida* L.)

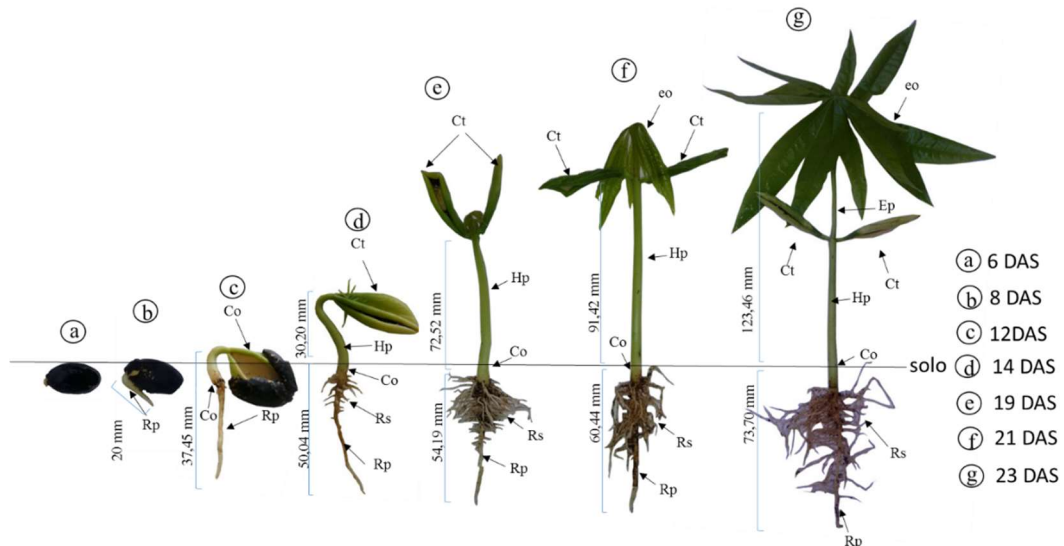
A protrusão da radícula (Figura 10a) se iniciou no sexto dia e, dois dias depois (Figura 10b), já apresentava 20 mm de comprimento. No 12º dia (Figura 10c), os cotilédones começaram a emergir e dois dias depois (Figura 10d) os mesmos se encontravam totalmente visíveis sob o solo e desprovido do tegumento seminal, típico de uma plântula fanecotiledonar epígea. Interessante notar também que, mesmo antes da abertura total dos cotilédones inicia-se a formação dos eófilos, como pode ser visto na Figura 10d. Outro evento marcante que ocorre neste estágio é a formação das raízes secundárias, em maior profusão na base da raiz primária.

Decorridos 19 dias após a sementeira (Figura 10e), o gancho plumular está totalmente desfeito, tornando o hipocótilo retilíneo. Neste estágio é possível verificar um

volume considerável de raízes secundárias aglomeradas na base da raiz primária, esta, por sua vez, medindo 54,19 mm de comprimento.

Aos 21 dias (Figura 10f) os eófilos estão bem formados e parcialmente expandidos com coloração verde claro. A total expansão desta estrutura é observada aos 23 dias (Figura 10g) quando o mesmo apresenta coloração verde-escuro. É nesse período que os cotilédones começam a apresentar os primeiros sinais de abscisão, passando de uma coloração verde-escuro para um amarelo claro com extremidades ressecadas.

Figura 10 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de chichá. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; DAS = dias após a sementeira).



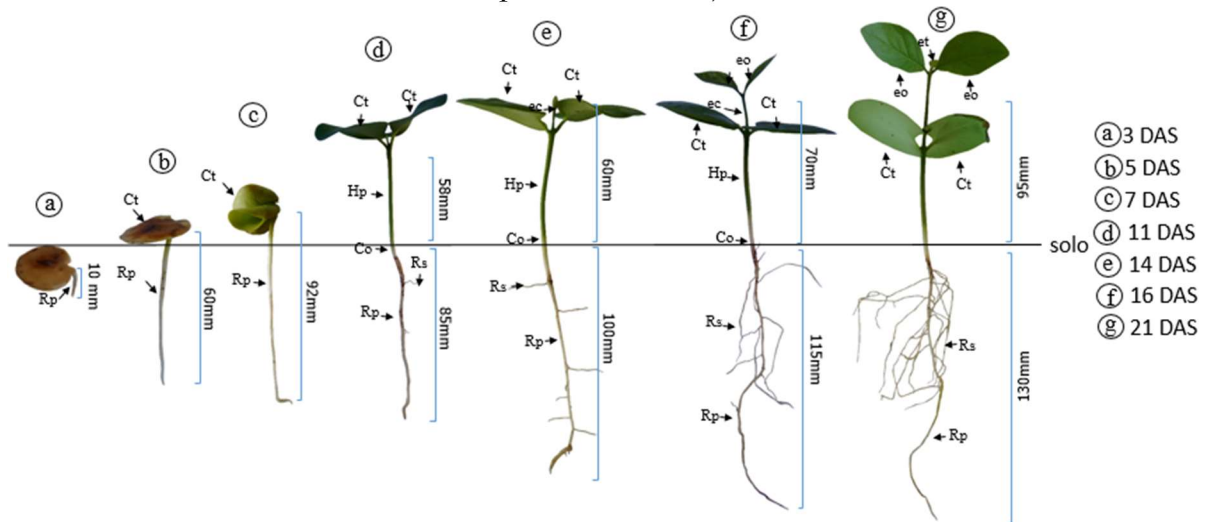
Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.5 *Pereiro (Aspidosperma pyriforme Mart.)*

A germinação da *Aspidosperma pyriforme* Mart. é fanerocotiledonar epígea com cotilédone foliáceo (P-E-F). A germinação começa com a protrusão da raiz primária branca, aos três dias (Figura 11a). O crescimento da raiz é rápido (Figura 11b), podendo-se observar a elevação dos cotilédones acima do solo. Aos sete dias, inicia-se o alongamento do hipocótilo e a expansão dos cotilédones foliáceos totalmente desprovidos de tegumento seminal (Figura 11c). Com 11 dias inicia-se a formação das raízes secundárias e os cotilédones estão totalmente expandidos, tornando-se fotossintetizadores (Figura 11d).

Aos 14 dias (Figura 11e), inicia-se o alongamento do epicótilo e a formação do primeiro par de eófilos. Com 16 dias (Figura 11f) o sistema radicular, que é pivotante, desenvolve-se apresentando a emissão de várias raízes secundárias. Aos 21 dias (Figura 11g) os eófilos estão totalmente expandidos e os cotilédones ainda se encontram firmemente aderidos sem indícios de abscisão. Nesse período (Figura 11g) observa-se o surgimento dos eófilos do tirodendro e a raiz primária atinge 130 mm de comprimento.

Figura 11 - Aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de pereiro. (Rp = raiz primária; Rs = raiz secundária; Co = coleto; Hp = hipocótilo; Ct = cotilédone; Ep = epicótilo; eo = eófilos; et = eófilo do tirodendro; DAS = dias após a sementeira).



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.4 Discussão

Estudos sobre crescimento e desenvolvimento das plântulas no início do ciclo de vida são importantes, pois permitem conhecer a morfologia e fornecem informações sobre mecanismos de adaptação da espécie ao ambiente (BRAZ *et al.*, 2009). O estudo dos aspectos morfológicos da germinação, além de contribuir para a propagação das espécies, aborda a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones, auxiliando na interpretação e padronização dos testes de germinação, contribuindo para o conhecimento morfoanatômico integral da espécie (ABUD *et al.*, 2009).

De maneira geral, observou-se nas espécies estudadas, que nos primeiros dias após a protrusão da radícula, a raiz principal sofre um rápido alongamento enquanto na parte aérea esse processo ocorre com menor velocidade. Esse evento constitui-se uma vantagem ecológica para as plântulas pois permite um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis no solo, sobretudo a água, favorecendo o estabelecimento das espécies nos ecossistemas naturais.

A característica epígea e foliácea apresentada pela paineira, ipê, chichá e pereiro permite que os cotilédones possam emergir do solo e adquirir capacidade fotossintética fornecendo o suporte de nutrientes necessários até o desenvolvimento dos órgãos fotossintetizadores definitivos. Essa característica é muito importante em se tratando de produção de mudas, pois fornece informação que podem auxiliar no planejamento da produção. Cosmo *et al.* (2010) e Freitas *et al.* (2013) observaram estas mesmas características para branquilha [*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs] e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), respectivamente. Na característica hipógea apresentada pelo ingá os cotilédones permanecem sob o solo funcionando como cotilédone de reserva. Uma desvantagem deste tipo de germinação é a maior exposição da semente à umidade acarretando aumento na atividade de água tendo como consequência a deterioração e ataque de fungos. Braz *et al.* (2012), caracterizando morfológicamente o *Inga ingoides* (Rich) Willd, constatou que os cotilédones permanecem sob a superfície do solo, isto é, não ficando dentro do solo, e, em razão desse motivo, classificou-se como germinação semi-hipógea.

No decorrer das avaliações, observou-se o aparecimento de duas ou mais partes aéreas e raízes em mesma semente, o que indica a ocorrência de poliembrionia na espécie, característica também observada por Oliveira e Beltrati (1994) em espécie congênere *Inga fagifolia* Willd.



### 3.5 Conclusões

Com exceção do ingá, que apresentou germinação hipógea, as demais espécies apresentaram germinação epígea.

Com exceção do ingá, que apresenta cotilédone de reserva, todas as espécies apresentam cotilédones foliáceos.

Todas as espécies germinaram entre o terceiro e sexto dia após a semeadura.

O crescimento da raiz foi superior ao crescimento da parte aérea na fase inicial para todas as espécies.

#### 4 SEÇÃO 4 – CRESCIMENTO INICIAL DE CONCO ESPÉCIES FLORESTAIS BRASILEIRAS

**RESUMO** - Informações sobre crescimento de mudas em fase de viveiro também oferecem grande suporte na escolha das espécies a serem utilizadas em programas de regeneração de áreas em processo de degradação, possibilitando a classificação de acordo com a classe sucessional, o que é determinante para a sobrevivência destas em campo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo), *Sterculia foetida* L. (chichá) em duas condições de luminosidade. A análise do crescimento inicial foi realizada no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia da UFC/CCA no período de 05 de janeiro a 15 de maio de 2015. A semeadura foi efetuada em bandejas de isopor de 128 células preenchidas com a mistura vermiculita e composto orgânico, na proporção volumétrica 2:1. A repicagem das plântulas das bandejas de isopor para os sacos de polietileno ocorreu quando as mesmas apresentavam um par de folhas definitivas. Os sacos de polietileno de 15 x 27 cm foram preenchidos com substrato constituído pela mistura de solo e composto na proporção volumétrica de 3:1. Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta (H), comprimento da raiz, número de folhas, diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e radicular (MSR), relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). As plantas mantidas em estufa apresentaram melhor crescimento quanto a altura. Com exceção da paineira, as demais espécies em sol pleno exibiram maiores valores de massa seca da raiz. Chichá, pereiro, pau d'arco roxo e ingá apresentaram melhores índices de qualidade das mudas sob condições de sol pleno enquanto na paineira o melhor desempenho foi no ambiente de estufa agrícola.

**Palavras-chave:** Produção de mudas. Restauração florestal. Sombreamento.



## INITIAL GROWTH OF FIVE BRAZILIAN FOREST SPECIES

**ABSTRACT** - Growth information seedlings in the forest nursery also offer great support in the choice of species to be used in areas of regeneration programs in the degradation process, enabling the classification according to successional class, which is crucial to the survival those species in the field. This study aimed to evaluate the initial growth of *Inga laurina* (Sw.) Willd. (“ingá”), *Aspidosperma pyriforme* Mart. (“pereiro”), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (“paineira”), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d’arco roxo), *Sterculia foetida* L. (“chichá”) into two light conditions. For the analysis of the initial growth the seeds were sown in trays of 128 cells containing vermiculite and compost mixture in the volumetric proportion 2:1. The transplanting of seedlings of polystyrene trays for polyethylene bags occurred when they had a pair of true leaves. The 15 x 27 cm polythene bags were filled with a substrate comprising the soil mix and compound the volumetric proportion of 2: 1. Were evaluated the characteristics: plant height, root length, number of leaves, stem diameter, dry weight of the above ground part and dry root weight, relationship between height and stem diameter, the relationship between height and dry weight of the above ground part and Dickson quality index (DQI). The plants kept in the greenhouse showed better growth and height. With the exception of “paineira” specie, the other species in sun showed higher dry matter values of the root. “Chichá”, “pereiro”, “pau d’arco roxo” and “ingá” showed better quality indices of seedlings in sun conditions while “paineira” had better performance at the greenhouse environment.

**Keywords:** Seedling production. Forest restoration. Shading

## 4.1 Introdução

Na atualidade, é crescente a demanda por mudas de espécies florestais de boa qualidade, no intuito de atender às necessidades de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e arborização urbana. Portanto, para satisfazer as exigências deste mercado, há a necessidade de informações sobre a tecnologia de produção das essências florestais na fase de viveiro.

Dentre os fatores que afetam o crescimento das plantas, a intensidade luminosa, a temperatura, a concentração de CO<sub>2</sub>, e a umidade do solo, são tidos como mais importantes, pois, afetam a atividade fotossintética e, conseqüentemente, influenciam no desenvolvimento das plantas (MOTA *et al.*, 2013). Dentre estes, a intensidade luminosa merece atenção especial, pois é essencial para o crescimento da planta, não só por fornecer a energia que impulsiona a fotossíntese, mas também por regular alguns fenômenos fisiológicos por meio de receptores de luz (REGO; POSSAMAI, 2006).

Nesse aspecto, informações sobre o crescimento de mudas sob condições de luminosidade distintas, fornece suporte para a escolha das espécies a serem utilizadas em programas de regeneração de áreas em processo de degradação, pois, possibilita a classificação de espécies de acordo com a classe sucessional, o que é determinante para a sobrevivência destas em campo. Lenhard *et al.* (2013) estudando o crescimento do pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) em diferentes luminosidades, identificaram, assim como Dutra *et al.* (2012) em copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) que o melhor desenvolvimento ocorreu com 50% de luminosidade, enquadrando-se de acordo com a classe sucessional, como uma espécie secundária inicial.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco roxo) e *Sterculia foetida* L. (chichá) sob condições de sol pleno e estufa.

## 4.2 Material e métodos

### 4.2.1 *Localização do experimento*

A análise do crescimento inicial foi realizada no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia da UFC/CCA no período de 05 de janeiro a 15 de maio de 2015. As coordenadas geográficas do local são: 3° 44' 16.60'' de latitude Sul, 38° 34' 22.80'' de longitude Oeste e altitude média de 19 metros.

### 4.2.2 *Instalação do experimento*

Sementes de chichá, ingá, paineira e pau d'arco roxo provenientes da safra de 2014 foram coletadas em Fortaleza-CE enquanto as sementes de pereiro da mesma safra foram oriundas de Apuiarés-CE. Em seguida, foram transportados para o NEPAU, onde foram devidamente beneficiadas, acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sobre refrigeração até a instalação dos experimentos.

Em janeiro de 2015, as sementes foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células contendo vermiculita e composto orgânico na proporção volumétrica 2:1 como substrato. As bandejas permaneceram em ambiente de estufa agrícola até a repicagem e foram irrigadas diariamente com regador para manter o suprimento adequado de umidade.

A repicagem das plântulas das bandejas de isopor para os sacos de polietileno ocorreu quando as mesmas apresentavam um par de folhas definitivas aos 20 dias após a semeadura. Os sacos de polietileno de 15 x 27 cm foram preenchidos com substrato constituído por solo e composto na proporção volumétrica de 3:1.

Para a caracterização química do substrato utilizado no crescimento inicial, retiraram-se duas amostras do montante de substrato preparado antes de sua colocação nos sacos de polietileno. Em seguida as amostras foram levadas ao Laboratório de Química e Física do Solo /CCA/UFC – Fortaleza-CE, onde se realizou as análises de fertilidade e granulométrica segundo a EMBRAPA (1997) (Tabela 7).

Tabela 6 - Análise de fertilidade e granulometria do substrato utilizado para a avaliação do crescimento inicial das cinco espécies estudadas.

Variável	Valores
pH água	5,80
CO carbono orgânico	14,04
M.O. matéria orgânica	24,20
Ca (cmolc/kg)	5,60
Mg (cmolc/kg)	3,40
K (cmolc/kg)	2,17
Na (cmolc/kg)	1,27
Al (cmolc/kg)	0,35
H (cmolc/kg)	2,79
S (Soma de Bases)	12,40
T (Capacidade de troca de cátions)	15,60
V (Saturação por bases) (%)	79,00
P assimilável (mg/kg)	172,00
Areia (g/kg)	401,00
Silte (g/kg)	117,50
Argila (g/kg)	52,50

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Água/UFC/FUNCEME, 2015.

Os sacos de polietileno foram colocados sobre a superfície de canteiros de 1,0 m de largura por 10 m de comprimento, devidamente coberta com lona de polietileno preta, nos ambientes de estufa agrícola e sol pleno. Os sacos foram dispostos a 15 cm de distância um do outro nos dois ambientes. Efetuaram-se seis avaliações, em cada um dos ambientes, a intervalos regulares de 21 dias após a repicagem (0, 21, 42, 63, 84 e 105 D.A.R.). Em cada uma das épocas foram avaliadas seis repetições sendo quatro plantas por repetição para pau d'arco roxo, paineira e ingá e duas plantas para chichá e pereiro.

### 4.2.3 Características avaliadas

A altura e o comprimento da raiz foram avaliados com o auxílio de uma régua graduada em centímetros enquanto para a mensuração do diâmetro do coleto utilizou-se um paquímetro digital Mitutoyo®. O número de folhas por planta foi obtido mediante a contagem nas plantas de cada repetição.

Para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA) e radicular (MSR) fez-se a separação destas partes nas plantas de cada unidade experimental retirando-se a terra aderida às raízes mediante lavagem em água corrente (Figura 12A e B). Em seguida as plantas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada regulada 80°C por 24h e depois pesadas em balança de precisão de 0,001g para obtenção do MSPA e MSR.

As relações entre altura e diâmetro do coleto ( $H/DC$ ), altura e massa seca da parte aérea ( $H/MSPA$ ) foram obtidas dividindo-se os valores médios destas grandezas em cada uma das repetições nas respectivas espécies.

Figura 12 - Ilustração da medição (A) e lavagem das raízes (B).



Fonte: Elaborada pelo autor.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado a partir da equação 2 abaixo proposta por Dickson, Leaf e Hosner (1960) citado por Fonseca *et al.* (2002):

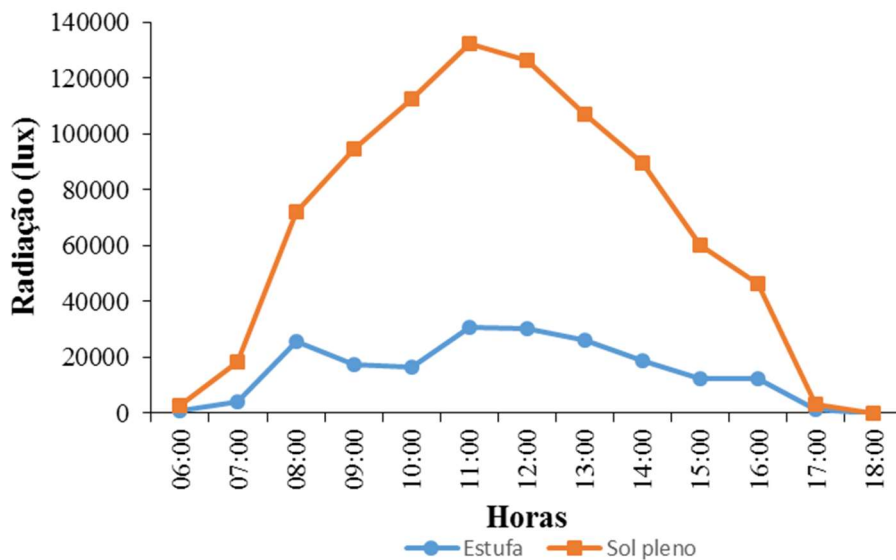
$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (2)$$

Em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; MST=massa seca total (g); H=altura (cm); DC=diâmetro do coleto (mm); MSPA=massa seda da parte aérea (g) e MSR = massa seca da raiz (g).

#### 4.2.4 Caracterização dos ambientes

Para quantificar as diferenças na intensidade de radiação solar nos diferentes ambientes fez-se o uso do luxímetro portátil modelo LD-300 da empresa Instrutherm, onde durante dois dias aleatórios registraram-se as leituras com intervalos de 60 minutos, das 6:00 h da manhã até as 18:00 h da tarde (Figura 13).

Figura 13 - Comportamento da radiação incidente nos ambientes sol pleno e estufa durante o período de avaliação.



Fonte: Elaborada pelo autor

#### 4.2.5 Procedimento estatístico

Os fatores ambiente e épocas de avaliação foram dispostos num esquema de parcelas subdivididas no tempo no modelo inteiramente casualizado com seis repetições. A análise de variância das variáveis respostas foi realizada no *software* estatístico Sisvar (FERREIRA, 2007). Quando a interação ambiente x época de avaliação foi significativa fez-se o desdobramento das épocas em cada ambiente mediante análise de regressão como recomenda Banzanto e Kronka (2009).

### 4.3 Resultados

#### 4.3.1 Paineira (*Chorisia glasiiovii* O. Kuntze)

Na análise de variância expressa da Tabela 8 observa-se interação significativa entre ambiente e tempo para todas as variáveis analisadas, evidenciando assim a dependência entre os mesmos. Os fatores isolados também apresentaram efeito significativo para todas as características estudadas.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de paineira sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios			
		ALT	DC	CR	NF
Ambiente (A)	1	3818,894**	9,307**	81,317**	85,587**
Resíduo (a)	10	14,696	0,188	2,224	1,278
Tempo (B)	5	3124,582**	178,928**	1095,188**	352,178**
Interação (AxB)	5	564,681**	1,962**	84,186**	7,995**
Resíduo (b)	50	6,278	0,230	2,700	0,500
CV <sub>(a)</sub> (%)		13,45	6,52	6,63	11,39
CV <sub>(b)</sub> (%)		8,79	7,20	7,31	7,44

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

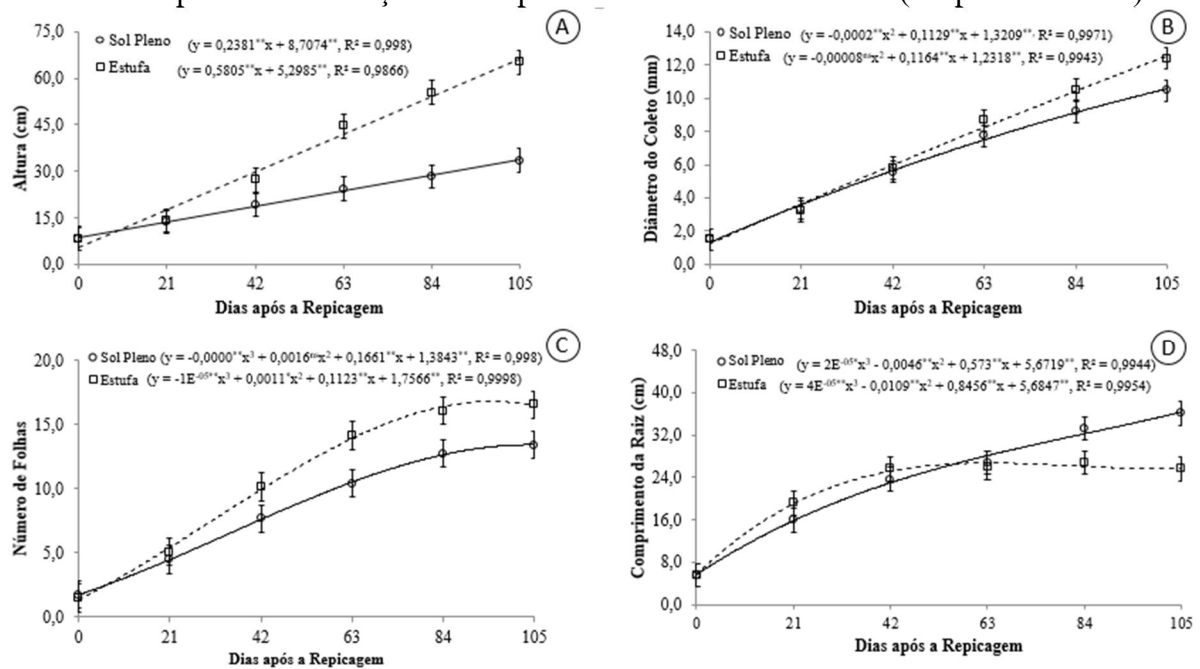
Para a altura da paineira (Figura 14A), não ocorreu diferenças dentre os ambientes, até os 21 DAR. A partir de então, as plantas mantidas em estufa apresentaram um melhor desempenho quando comparadas às de sol pleno, atingindo 65,17 mm e 33,42 mm na última avaliação. Com relação ao diâmetro do coleto (Figura 14B) as equações do 2º grau ajustadas revelam que nas três últimas épocas (63, 84 e 105 DAR) houve diferenças significativas entre os ambientes sendo maior aos 105 DAR quando a estufa (12,39mm) suplantou o sol pleno (10,48 mm).



Por sua vez os ajustes observados para o número de folhas (Figura 14C) evidenciou que a partir de 42 dias após a repicagem as plantas mantidas na estufa apresentaram mais folhas do que sob sol pleno atingindo aos 105 DAR os seguintes valores: 13,41 (sol pleno) e 16,58 (estufa).

Examinando-se a Figura 14D verifica-se que o comprimento da raiz das plantas nas duas últimas épocas foi superior em sol pleno do que na estufa. 105 dias após a repicagem os valores observados desta característica foram 25,58cm (estufa) e 36,08cm (sol pleno).

Figura 14 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de paineira em função do tempo e níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para as variáveis massa seca da parte aérea e radicular os fatores isolados e a interação entre os fatores apresentaram efeito significativo (Tabela 9).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea de 105 dias após a repicagem. (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de paineira sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios	
		MSPA	MSR
Ambiente (A)	1	145,131104**	2,178828**
Resíduo (a)	10	0,525033	0,118255
Tempo (B)	5	143,51015**	32,447711**
Interação (AxB)	5	30,702039**	1,375137**
Resíduo (b)	50	0,360823	0,144718
CV <sub>(a)</sub> (%)		20,87	23,29
CV <sub>(b)</sub> (%)		17,30	25,76

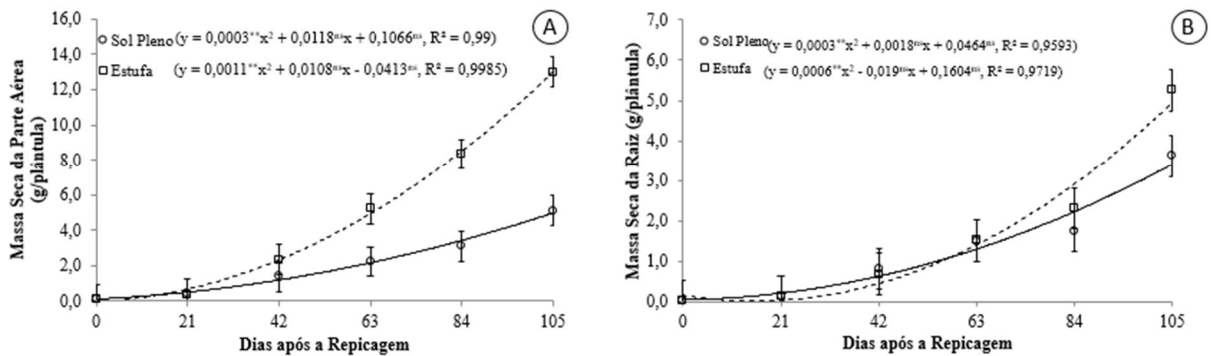
\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os ajustes quadráticos apresentados na Figura 15A mostram que a partir de 42 DAR as diferenças na massa seca da parte aérea nos ambientes começa a aparecer sendo mais expressiva na última época atingindo os seguintes valores: 5,11 (sol pleno) e 13,01g (estufa).

Quanto à massa seca da raiz as equações do 2º grau ajustadas para os dois ambientes (Figura 15B) mostram que nas duas últimas épocas nas plantas mantidas na estufa o acúmulo de biomassa na raiz foi superior do que em sol pleno. 105 dias após a repicagem os valores observados foram 3,61 (sol pleno) e 5,25 g (estufa).

Figura 15 - Massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B), de mudas de paineira em função do tempo e níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na análise de variância, expressa da Tabela 10, observa-se que não houve interação significativa entre os fatores para a relação H/MSPA. Para os fatores isolados, não houve efeito significativo do ambiente para H/MSPA e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente a relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de paineira sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios		
		H/DC	H/MSPA	IQD
Ambiente (A)	1	29,326720**	4,466418 <sup>NS</sup>	0,191447 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	10	0,304947	18,678631	0,045779
Tempo (B)	5	3,543419**	11602,207274**	7,671267**
Interação (AxB)	5	3,211128**	18,929752 <sup>NS</sup>	0,136201*
Resíduo (b)	50	0,125542	19,119422	0,041903
CV <sub>(a)</sub> (%)		12,53	16,33	28,41
CV <sub>(b)</sub> (%)		8,04	16,52	27,18

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

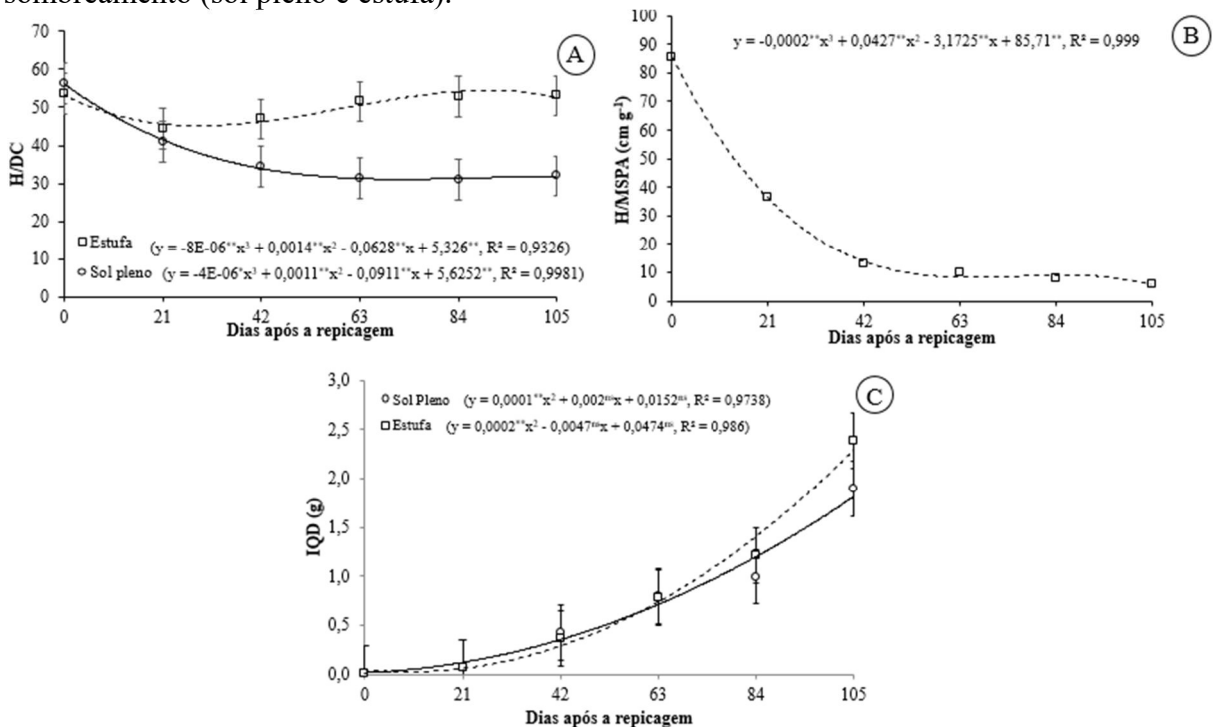
Fonte: Elaborada pelo autor.

A relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), também chamado de índice de robustez, exposta na Figura 16A mostra uma notória diferença entre os dois ambientes a partir de 42 DAR com supremacia da estufa em relação ao sol pleno. Os valores observados de H/DC aos 105 DAR nos dois ambientes foram 32 (sol pleno) e 53 (estufa).

Acerca da relação entre altura e massa seca da parte (H/MSPA) representada na Figura 16B verifica-se um decréscimo desta relação entre 0 e 42 DAR e uma estabilização no intervalo compreendido entre 63 e 105 DAR (7,9 cm.g<sup>-1</sup>).

As equações do 2º grau estimadas para o índice de qualidade de Dickson (IQD) nos dois ambientes de crescimento das mudas evidenciam que entre 0 e 84 DAR não houve diferenças significativas entre os mesmos (Figura 16C), no entanto, na última época o IDQ na estufa (2,39) foi superior ao do sol pleno (1,90).

Figura 16 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de paineira em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.3.2 Pau d'arco roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos)

Avaliando o resumo da análise de variância para as variáveis altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas (NF), exposto na Tabela 11, observa-se que a interação entre os fatores ambiente e tempo só não teve efeito significativo para a variável DC. Com relação aos fatores isolados, o fator ambiente não interferiu significativamente nas variáveis DC, CR e NF, diferente do tempo que apresentou efeito significativo para todas as características em questão.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de pau d'arco roxo sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 após a repicagem.

FV	GL	Quadrado médio			
		ALT	DC	CR	NF
Ambiente (A)	1	107,800139**	0,642789 <sup>NS</sup>	8,925312 <sup>NS</sup>	0,222222 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	10	2,684847	0,541179	2,961507	0,315278
Tempo (B)	5	683,363472**	101,329409**	1173,084035**	251,716667**
Interação (AxB)	5	11,462889**	0,6340867 <sup>NS</sup>	18,661146**	8,475278**
Resíduo (b)	50	2,818147	0,460591	3,852924	0,475278
CV <sub>(a)</sub> (%)		13,34	14,53	8,57	5,88
CV <sub>(b)</sub> (%)		13,67	13,42	9,77	7,23

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

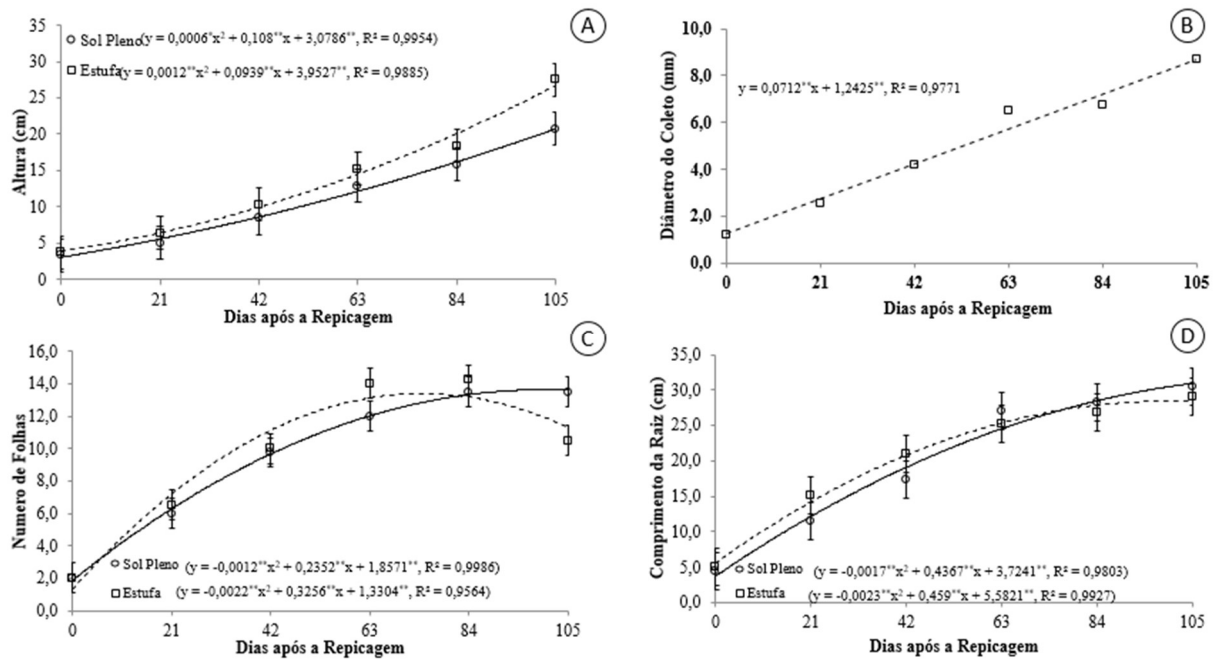
As equações ajustadas da altura nos dois ambientes foram do 2º grau (Figura 17A). Os resultados revelam que houve diferença significativa em duas épocas (63 e 105 DAR) sendo maior aos 105 dias quando a estufa (26,91mm) se sobressaiu em relação ao sol pleno (20,91 mm).

O diâmetro do coleto de pau d'arco roxo apresentou um crescimento diário de 0,07mm atingindo 8,69mm aos 105 dias após a repicagem como revela o ajuste linear desta característica em função do tempo exposto na Figura 17B.

Os ajustes obtidos para o número de folhas (Figura 17C) evidenciou diferenças significativas entre os dois ambientes nos períodos de 63, 84 e 105 DAR. Nesse período as plantas mantidas na estufa sofreram um declínio sendo superadas pelas plantas de sol pleno aos 84 dias. 105 dias após a repicagem as mudas em sol pleno apresentaram 14 folhas e as que ficaram na estufa 11 folhas.

Em se tratando do comprimento da raiz (Figura 17D), ambos ambientes proporcionaram uma resposta de tendência quadrática sendo observada diferenças significativas em duas épocas (21 e 63 DAR). Aos 105 DAR as mudas em estufa apresentavam 29 mm e as de sol pleno 30,5 mm, consideradas iguais estatisticamente.

Figura 17 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de pau d'arco roxo em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando a Tabela 11, observa-se que a interação entre os fatores ambiente e tempo proporcionaram efeito significativo para massa seca da parte e para massa seca da raiz. Este mesmo comportamento foi verificado quando os fatores foram avaliados isoladamente.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de pau d'arco roxo sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repica.

FV	GL	Quadrados médios	
		MSPA	MSR
Ambiente (A)	1	10,438642**	2,727086**
Resíduo (a)	10	0,337241	0,055460
Tempo (B)	5	47,553495**	11,612492**
Interação (AxB)	5	3,687201**	0,605522**
Resíduo (b)	50	0,491634	0,086234
CV <sub>(a)</sub> (%)		32,48	29,27
CV <sub>(b)</sub> (%)		39,41	36,50

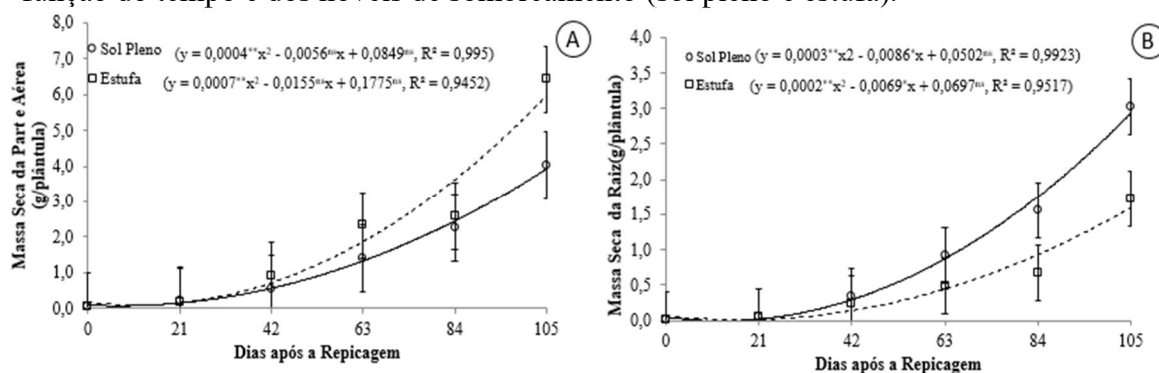
\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os ajustes quadráticos para matéria seca da parte aérea em função do tempo apresentados na Figura 18A mostram que diferenças significativas ocorreram em duas épocas (63 e 105 DAR) sendo mais expressiva na última época atingindo os seguintes valores: 3,91g (sol pleno) e 6,80g (estufa).

Quanto à matéria seca da raiz as equações do 2º grau ajustadas para os dois ambientes (Figura 18B) mostram que só houve diferença significativa nas duas últimas épocas. Em sol pleno houve um maior acúmulo de biomassa na raiz do que em estufa. 105 dias após a repicagem os valores observados foram 3,14g (sol pleno) e 2,09 g (estufa).

Figura 18 – Matéria seca da parte aérea (A) e radicular (B) de mudas de pau d'arco roxo em função do tempo e dos noveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como evidenciado no resumo da análise de variância exposto na Tabela 13, as relações H/MSPA e H/DC não apresentaram interação significativa entre os fatores estudados. Com relação aos fatores isolados, apenas a relação H/MSPA não sofreu efeito do ambiente.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de pau d'arco roxo sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios		
		H/DC	H/MSPA	IQD
Ambiente (A)	1	5,056656**	8,017149 <sup>NS</sup>	0,940970**
Resíduo (a)	10	0,107815	30,997597	0,049172
Tempo (B)	5	1,106039**	11944,988156**	5,070523**
Interação (AxB)	5	0,144868 <sup>NS</sup>	67,367213 <sup>NS</sup>	0,199441*
Resíduo (b)	50	0,072701	43,122152	0,065735
CV <sub>(a)</sub> (%)		14,43	22,30	39,88
CV <sub>(b)</sub> (%)		12,62	26,31	46,12

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

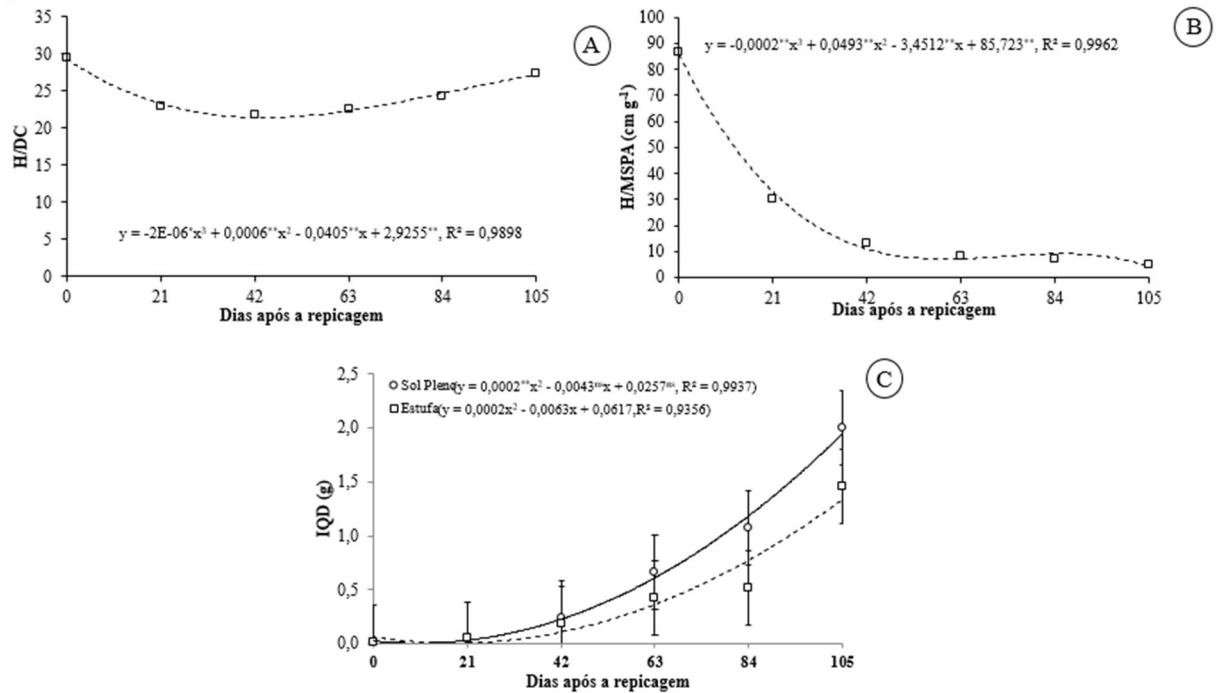
Com tendência cúbica de crescimento, a relação H/DC teve pouca variação ao longo do tempo mantendo-se estável até o final da avaliação quando apresentou em média 27,24 (Figura 19A).

Quanto à relação H/MSPA houve um decréscimo acentuado no intervalo 0 - 42 dias após a repicagem, estabilizando-se em torno de 24,66 cm g<sup>-1</sup> nos períodos subsequentes (63 a 105 DAR) como demonstra o ajuste cúbico exposto na Figura 19B.

Para o índice de qualidade de Dickson (Figura 19C) verifica-se a ocorrência de diferenças significativas somente nas duas últimas épocas (84 e 105 DAR). Nesse período sol pleno suplantou o ambiente estufa atingindo aos 105 dias aos maiores valores (1,99 em sol pleno e 1,46 em estufa).



Figura 19 – Equações ajustadas para as relações altura/diâmetro do coleto (A), altura/matéria seca da parte aérea (B) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (C) em função do tempo para pau d'arco roxo.



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; NS Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.3.3 Ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.)

Os quadrados médios e os coeficientes de variação (CV) para altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas (NF) encontram-se na Tabela 13. Nota-se que o efeito significativo da interação entre os fatores foi evidenciado apenas para as variáveis altura e comprimento da raiz. Considerando os fatores isolados, apenas as variáveis diâmetro do coleto e comprimento da raiz não tiveram efeito significativo do fator ambiente.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de ingá sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios			
		H	DC	CR	NF
Ambiente (A)	1	23,805000**	0,075661 <sup>NS</sup>	0,018368 <sup>NS</sup>	7,670139*
Resíduo (a)	10	1,152444	0,113321	12,793535	0,850694
Tempo (B)	5	231,945556**	17,651596**	2004,355035**	73,339583**
Interação (AxB)	5	10,322833**	0,030613 <sup>NS</sup>	44,585035*	2,128472 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	50	1,642828	0,092488	16,047668	0,914028
CV <sub>(a)</sub> (%)		8,37	11,87	15,22	15,76
CV <sub>(b)</sub> (%)		10,12	10,73	17,05	16,33

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; NS Não significativo, pelo teste F.

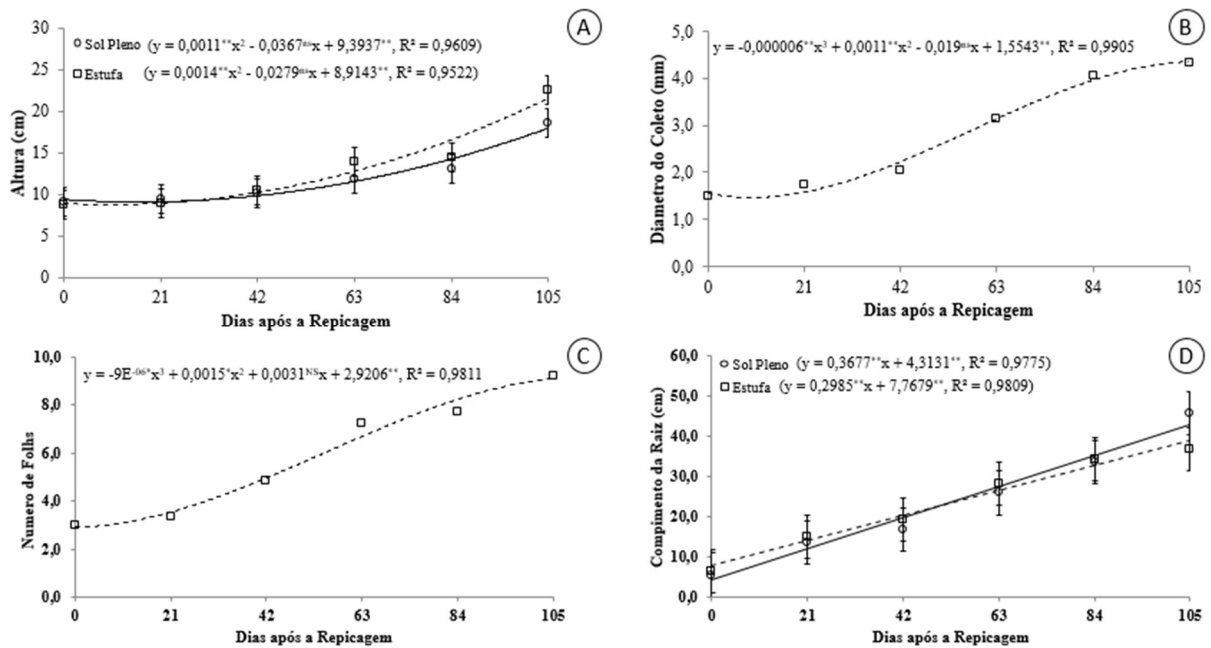
Fonte: Elaborada pelo autor.

Na altura (Figura 20A), as equações tiveram um ajuste quadrático verificando-se diferenças significativas em duas épocas (63 e 105 DAR). A maior diferença em resposta aos diferentes ambientes foram observadas ao final das avaliações (105 DAR) com maiores valores verificados nas mudas mantidas em estufa (22,5mm) enquanto as de sol pleno apresentaram 18,63mm.

Como pode ser visto na Figura 20B, o diâmetro do coleto apresentou uma tendência cúbica de crescimento, chegando ao final com média de 4,32mm. Resposta similar foi observada para o número de folhas (Figura 20C) que seguiu a mesma tendência de crescimento com média de 9,25 folhas aos 105 DAR.

O comprimento da raiz apresentou um crescimento linear nos dois ambientes, sendo a taxa diária em sol pleno (0,37 cm.dia<sup>-1</sup>) superior à da estufa (0,30 cm.dia<sup>-1</sup>), atingindo aos 105 dias após a repicagem os seguintes valores: 37,09 e 44,83cm em estufa e sol pleno, respectivamente (Figura 20D).

Figura 20 - Altura (A); diâmetro do coleto (B) número de folhas (C); comprimento da raiz (D) de mudas de ingá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise de variância da Tabela 14 mostra que a interação entre os fatores ambiente e tempo teve efeito para massa seca da raiz, o que não ocorreu para a massa seca da parte aérea. Isoladamente, todos os fatores influenciaram as variáveis analisadas, exceto a massa seca da parte aérea em relação ao ambiente.

Tabela 14 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de ingá, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios	
		MSPA	MSR
Ambiente (A)	1	0,09066 <sup>NS</sup>	0,117815 <sup>**</sup>
Resíduo (a)	10	0,089880	0,007363
Tempo (B)	5	5,939612 <sup>**</sup>	1,325542 <sup>**</sup>
Interação (AxB)	5	0,181144 <sup>NS</sup>	0,031177 <sup>**</sup>
Resíduo (b)	50	0,102150	0,007471
CV (a)		36,44	25,25
CV (b)		38,85	25,43

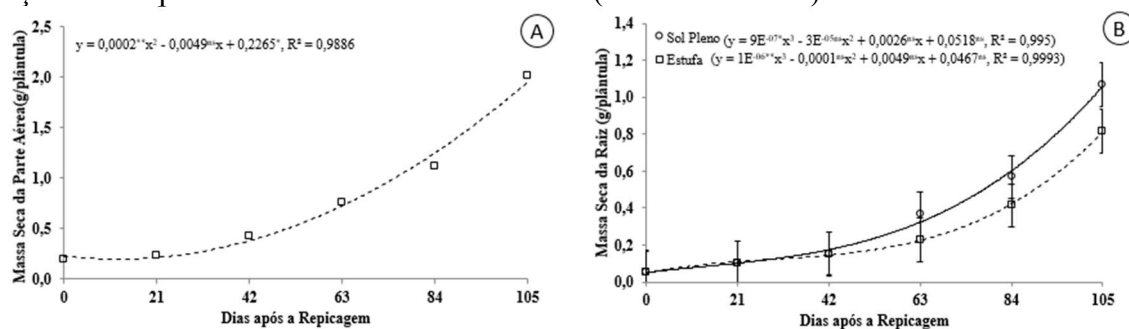
\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Acerca da massa seca da parte aérea (MSPA) apresentada na Figura 21A verifica-se um comportamento quadrático com um aumento contínuo até a última avaliação quando foi observado um valor médio de 2,02g.

Em relação a matéria seca da raiz, houve uma tendência de crescimento cúbico nos dois ambientes (Figura 21B). Diferenças significativas só foram observadas a partir dos 84 dias após a repicagem. A matéria seca da raiz aos 105 dias após a repicagem no ambiente sol pleno (1,06g) se sobressaiu sobre a estufa (0,81g).

Figura 21 –Matéria seca da parte aérea (A) e matéria seca da raiz (B) de mudas de ingá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; NS Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Autor, 2016,

Na Tabela 15 verifica-se que, entre os índices avaliados, apenas a relação H/MSPA não apresentou interação significativa. Com relação aos fatores isolados, não houve efeito significativo do ambiente na relação H/MSPA.

Tabela 15 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente á relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de ingá, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios		
		H/DC	H/MSPA	IQD
Ambiente (A)	1	2,534979*	116,735762 <sup>NS</sup>	0,041813**
Resíduo (a)	10	0,483650	26,221938	0,001210
Tempo (B)	5	9,625356**	2642,961213**	0,305207**
Interação (AxB)	5	0,681714 <sup>NS</sup>	5,672254 <sup>NS</sup>	0,009218**
Resíduo (b)	50	0,551606	35,731864	0,001837
CV <sub>(a)</sub> (%)		22,82	20,33	20,24
CV <sub>(b)</sub> (%)		19,70	23,73	24,95

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

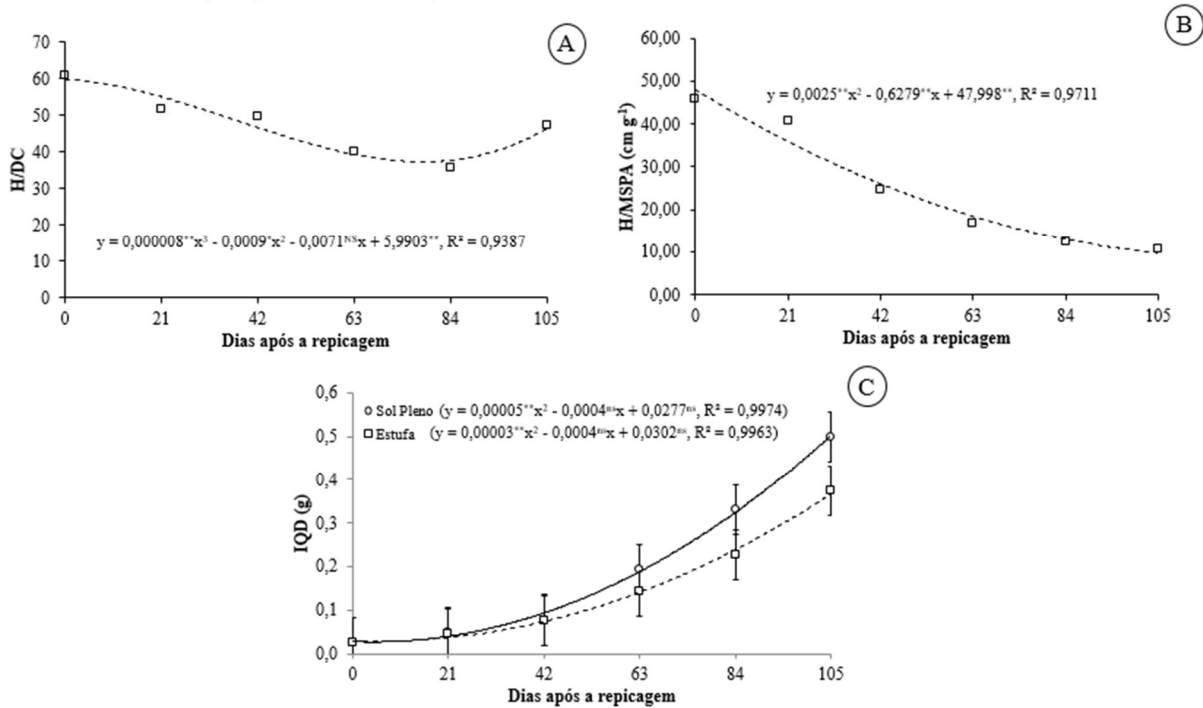
Fonte: Elaborada pelo autor.

A relação H/DC apresentou um ajuste cúbico com um suave decréscimo até 84 DAR, volta a crescer a partir deste ponto até 105 DAR quando atingiu um valor igual a 47,21 (Figura 22A).

Na relação H/MSPA houve um decréscimo ao longo do tempo atingindo aos 105 dias após a repicagem 10,62 cm.g<sup>-1</sup> (Figura 22B).

Os ajustes quadráticos apresentados pelo IQD nos dois ambientes (Figura 22C) revelam diferenças significativas apenas nas duas últimas avaliações (84 e 105 DAR) tendo o sol pleno (0,50g) suplantado a estufa (0,37g).

Figura 22 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de ingá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Autor, 2015.

#### 4.3.4 Chichá (*Sterculia foetida* L.)

Na Tabela 16 encontra-se o resumo da análise de variância para altura, diâmetro do coleto, comprimento da raiz e número de folhas de *Sterculia foetida* L. Pode-se observar que nas variáveis citadas a interação ambiente x tempo foi significativa.

Tabela 16 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de chichá, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios			
		ALT	DC	CR	NF
Ambiente (A)	1	1261,275**	1,327 <sup>NS</sup>	6,390 <sup>NS</sup>	47,531**
Resíduo (a)	10	3,743	0,413	1,967	0,584
Tempo (B)	5	1208,403**	87,954**	227,838**	229,695**
Interação (AxB)	5	207,038**	1,397**	4,186 <sup>NS</sup>	7,206**
Resíduo (b)	50	6,4559	0,343	6,547	0,497
CV <sub>(a)</sub> (%)		6,28	8,09	6,72	8,60
CV <sub>(b)</sub> (%)		9,16	7,38	12,27	7,94

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

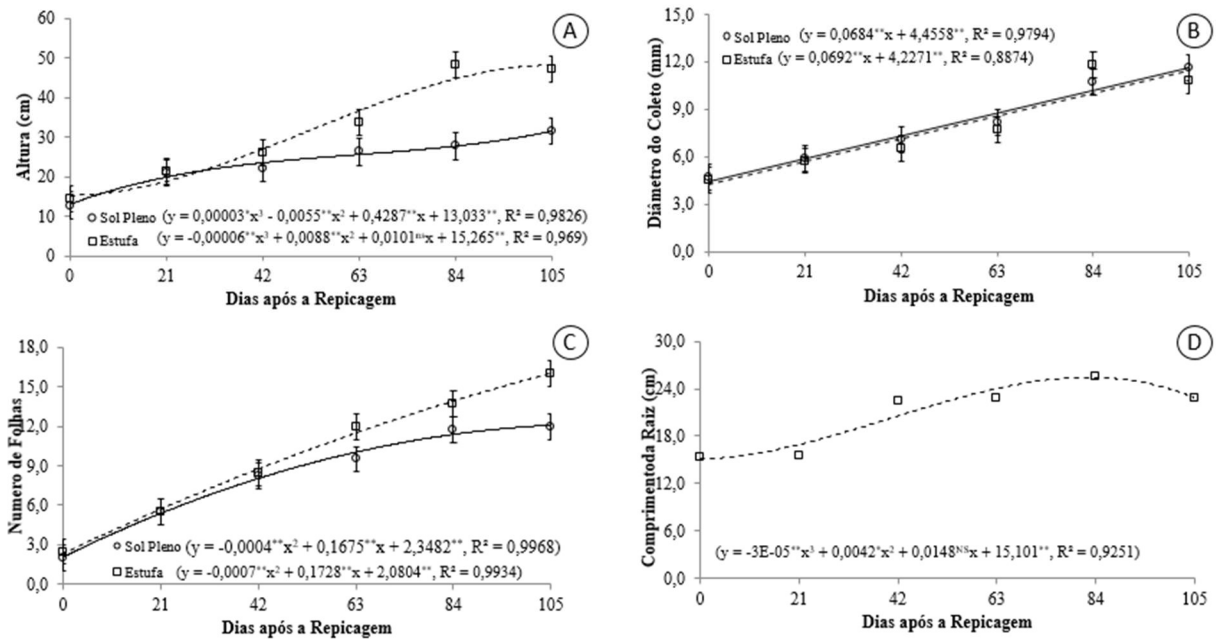
A resposta da altura em função do tempo nos dois ambientes foi semelhante até a terceira avaliação (42 DAR), tendo as plantas da estufa crescido mais do que as de sol pleno após 42 DAR, apresentando na última avaliação (105 DAR) os seguintes valores: 31,50 e 47,13 cm (Figura 23A).

O crescimento linear do diâmetro do coleto ao longo do tempo foi semelhante nos dois ambientes como se observa pela superposição das retas e os dos coeficientes angulares das mesmas (estufa – 0,069 cm.dia<sup>-1</sup> e sol pleno – 0,068 cm.dia<sup>-1</sup>) atingindo aos 105 dias 11,26 mm (Figura 23B).

O número de folhas por planta apresentou uma tendência quadrática de crescimento nos dois ambientes (Figura 23C). No intervalo de 0 a 42 DAR número de folhas por planta não diferiu estatisticamente entre si nos dois ambientes. Entretanto nas três últimas épocas de avaliação o número de folhas por planta foi superior em estufa do que no sol pleno, atingindo os seguintes valores aos 105 dias após a repicagem: 12 (sol pleno) e 16 (estufa).

Acerca do comprimento da raiz exposto na Figura 23D verifica-se um crescimento até 84 dias após a repicagem e um decréscimo após este ponto. 105 dias após a repicagem a raiz atinge 22,87 cm.

Figura 23 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de chichá em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com base na análise de variância exposta na Tabela 17, verifica-se que a interação foi significativa para massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Observa-se também a existência de efeito significativo do ambiente apenas para massa seca da raiz.

Tabela 17 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de chichá sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios	
		MSPA	MSR
Ambiente (A)	1	29,459209 <sup>NS</sup>	8,656267**
Resíduo (a)	10	6,449376	0,452210
Tempo (B)	5	180,572220**	80,966249**
Interação (AxB)	5	26,742183**	3,068650**
Resíduo (b)	50	3,902261	0,420467
CV <sub>(a)</sub> (%)		47,61	24,84
CV <sub>(b)</sub> (%)		37,03	23,25

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

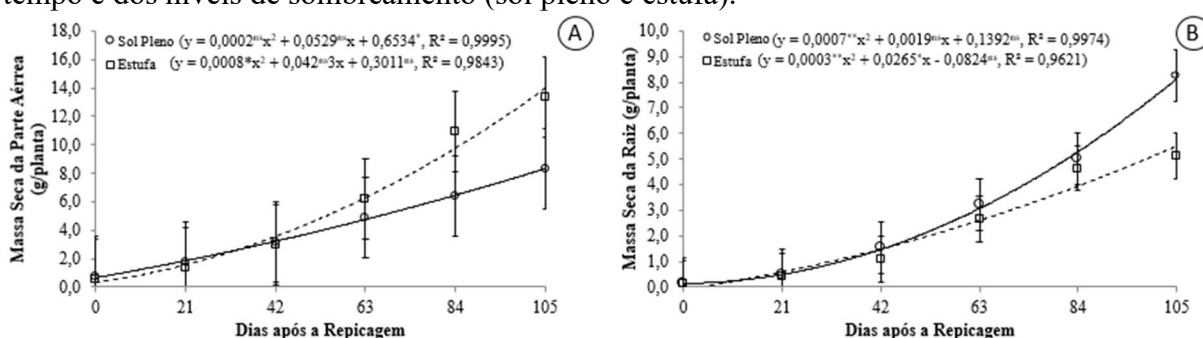
Fonte: Elaborada pelo autor.



Analisando-se a matéria seca da parte aérea (Figura 24A) verificaram-se ajustes quadráticos que só diferiram significativamente entre 84 e 105 dias após repicagem. Aos 105 DAR as mudas em estufa apresentou maior acúmulo de matéria seca na parte aérea (13,36 g) do que em sol pleno (8,33 g).

Os ajustes quadráticos da matéria seca da raiz em função do tempo nos dois ambientes (Figura 24B) mostram diferença significativa entre eles apenas na última época cujos valores observados foram: 5,55 (estufa) e 8,04 g (sol pleno).

Figura 24 – Matéria seca da parte aérea (A) e radicular (B) de mudas de chichá, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Tabela 18 verifica-se que para todas as variáveis analisadas houve efeito significativo da interação assim como nos fatores isolados.

Tabela 18 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de chichá sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios		
		H/DC	H/MSPA	IQD
Ambiente (A)	1	19,037257**	73,875902*	4,569612**
Resíduo (a)	10	0,064401	8,000012	0,098982
Tempo (B)	5	1,294528**	544,000923**	22,584045**
Interação (AxB)	5	1,194998**	21,252496**	1,112948**
Resíduo (b)	50	0,111494	4,603851	0,085625
CV <sub>(a)</sub> (%)		7,30	30,69	21,37
CV <sub>(b)</sub> (%)		9,60	23,27	19,87

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

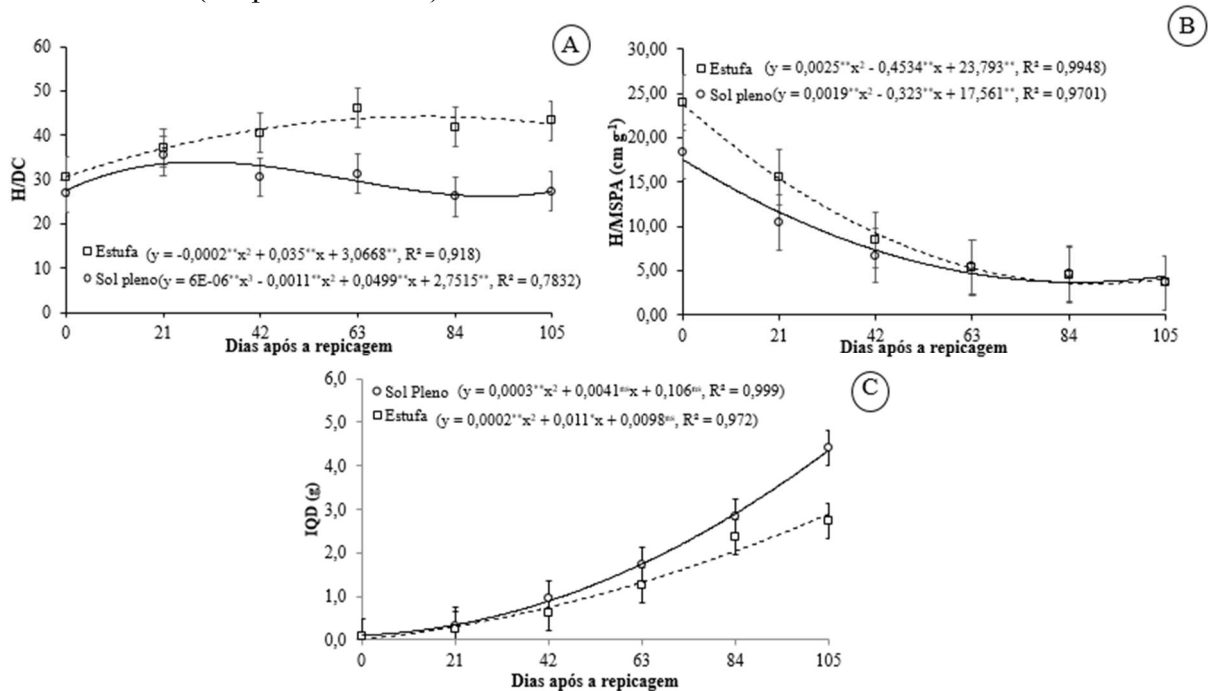
Fonte: Elaborada pelo autor.

A relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), exposta na Figura 25A mostra diferenças significativas entre os ambientes a partir de 42 DAR, tendo a estufa suplantado o sol pleno. Os valores observados de H/DC aos 105 DAR foram: 27,3 (sol pleno) e 43,3 (estufa).

Na relação H/MSPA as equações do 2º grau ajustadas nos ambientes apresentaram um decréscimo no transcurso do tempo. O ambiente da estufa foi superior ao do sol pleno apenas no início das avaliações (0 e 21 DAR) verificando-se uma estabilização da relação H/MSPA nos períodos subsequentes (42 a 105 DAR) (Figura 25B).

Com relação ao índice de qualidade de Dickson (Figura 25C), foram observadas diferenças significativas em três épocas (63, 84 e 105 DAR). A partir dos 63 dias as mudas em sol pleno apresentaram maiores IQDs do que na estufa alcançando no último período (105 DAR) 4,40 (sol pleno) e 2,72g (estufa), respectivamente.

Figura 25 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de chichá, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.3.5 *Pereiro (Aspidosperma pyrifolium Mart.)*

Analisando os dados da análise de variância referente à altura, diâmetro do coleto, comprimento da raiz e número de folhas do pereiro, expostos na Tabela 19, verifica-se que a interação só foi significativa para altura e comprimento da raiz. Isoladamente, o fator ambiente apresentou efeito significativo somente para altura e diâmetro do coleto.

Tabela 19 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR) e número de folhas de mudas de pereiro, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios			
		ALT	DC	CR	NF
Ambiente (A)	1	130,546**	5,892**	4,728 <sup>NS</sup>	5,556 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	10	12,184	0,267	5,601	4,393
Tempo (B)	5	592,562**	36,985**	700,724**	170,206**
Interação (AxB)	5	16,977**	0,915 <sup>NS</sup>	15,853**	0,264 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	50	3,346	0,387	3,408	3,063
CV <sub>(a)</sub> (%)		27,40	13,46	13,60	30,99
CV <sub>(b)</sub> (%)		14,36	16,21	16,21	25,88

\* Significativo ao nível de 5%; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

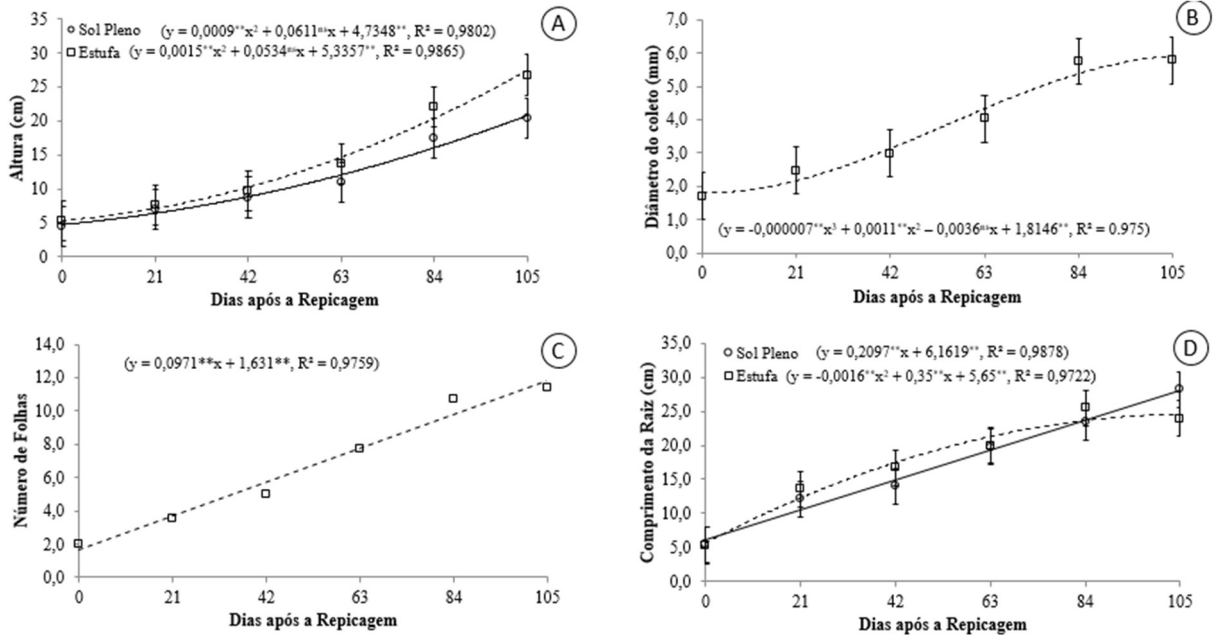
Fonte: Elaborada pelo autor.

Os ajustes quadráticos estimados da altura nos dois ambientes ao longo do tempo (Figura 26A) revelou diferenças significativas nos três últimos períodos (63, 84 e 105 DAR), tendo as mudas mantidas em sol pleno apresentado maiores valores médios do que na estufa. As mudas atingiram aos 105 dias após a repicagem o seguinte tamanho: 20,45 (estufa) e 26 cm (sol pleno), respectivamente.

O diâmetro do coleto apresentou um ajuste cúbico em função do tempo atingindo um valor de 5,79 mm aos 105 DAR (Figura 26B). Já o número de folhas esboçou um crescimento linear a taxa constante de 0,0971 folhas.dia<sup>-1</sup> tendo a muda última avaliação (105 DAR) apresentado 11,38 folhas.

Examinando-se a Figura 26D verifica-se que o comprimento da raiz apresentou ajustes distintos nos dois ambientes, ou seja, linear em sol pleno e quadrático na estufa. 105 dias após a repicagem os valores observados desta característica foram 24,41 cm (estufa) e 27,91 cm (sol pleno).

Figura 26 - Altura (A), diâmetro do coleto (B), número de folhas (C), comprimento da raiz (D) de mudas de pereiro, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

No resumo da análise de variância exposto na Tabela 20, verifica-se que o efeito da interação só foi significativo pra MSR. Quanto aos fatores isolados, o ambiente não apresentou efeito significativo sobre a MSPA.

Tabela 20 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de pereiro, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios	
		MSPA	MSR
Ambiente (A)	1	0,178503 <sup>NS</sup>	0,854778**
Resíduo (a)	10	0,147628	0,013238
Tempo (B)	5	10,622916**	1,332858**
Interação (AxB)	5	0,214589 <sup>NS</sup>	0,189377**
Resíduo (b)	50	0,115942	0,012374
CV <sub>(a)</sub> (%)		37,09	35,05
CV <sub>(b)</sub> (%)		32,87	33,89

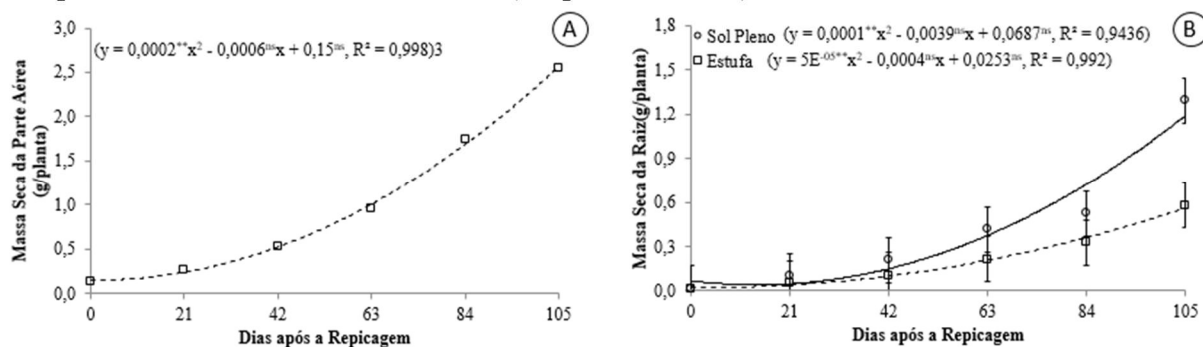
\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A relação funcional entre MSPA e o tempo foi uma equação do 2º grau exibindo um crescimento a taxas crescentes atingindo o máximo (2,55g/planta) aos 105 dias após a repicagem (Figura 27A).

Quanto à matéria seca da raiz (MSR), observaram-se ajustes quadráticos nos dois ambientes (Figura 27B). Entre 0 e 42 dias após a repicagem a MSR exibiu comportamento semelhante nos dois ambientes, tendo as diferenças se acentuado a partir de 63 DAR com melhor desempenho no sol pleno. A diferença da matéria seca da raiz das mudas mantidas em sol pleno (1,27g) sobre as da estufa (0,57g) foi da ordem 0,7 g na última avaliação (105 DAR).

Figura 27 – Matéria seca da parte aérea (A) e radicular (B) de mudas de pereiro, em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Elaborada pelo autor.

O resumo da análise de variância apresentado na Tabela 21 mostra que a interação foi significativa para H/DC e IQD enquanto em H/MSPA apenas o tempo mostrou-se significativo.

Tabela 21 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente á relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de pereiro, sob condições de sol pleno e estufa avaliadas em seis períodos ao longo de 105 dias após a repicagem.

FV	GL	Quadrados médios		
		H/DC	H/MSPA	IQD
Ambiente (A)	1	21,507420**	3012,008943 <sup>NS</sup>	0,405726**
Resíduo (a)	10	1,029130	82,645939	0,007353
Tempo (B)	5	2,779848**	1667,986252**	0,461657**
Interação (AxB)	5	1,922815**	29,867214 <sup>NS</sup>	0,081294**
Resíduo (b)	50	0,470775	26,57283	0,007114
CV <sub>(a)</sub> (%)		30,53	45,58	40,41
CV <sub>(b)</sub> (%)		20,65	20,85	39,75

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste F.

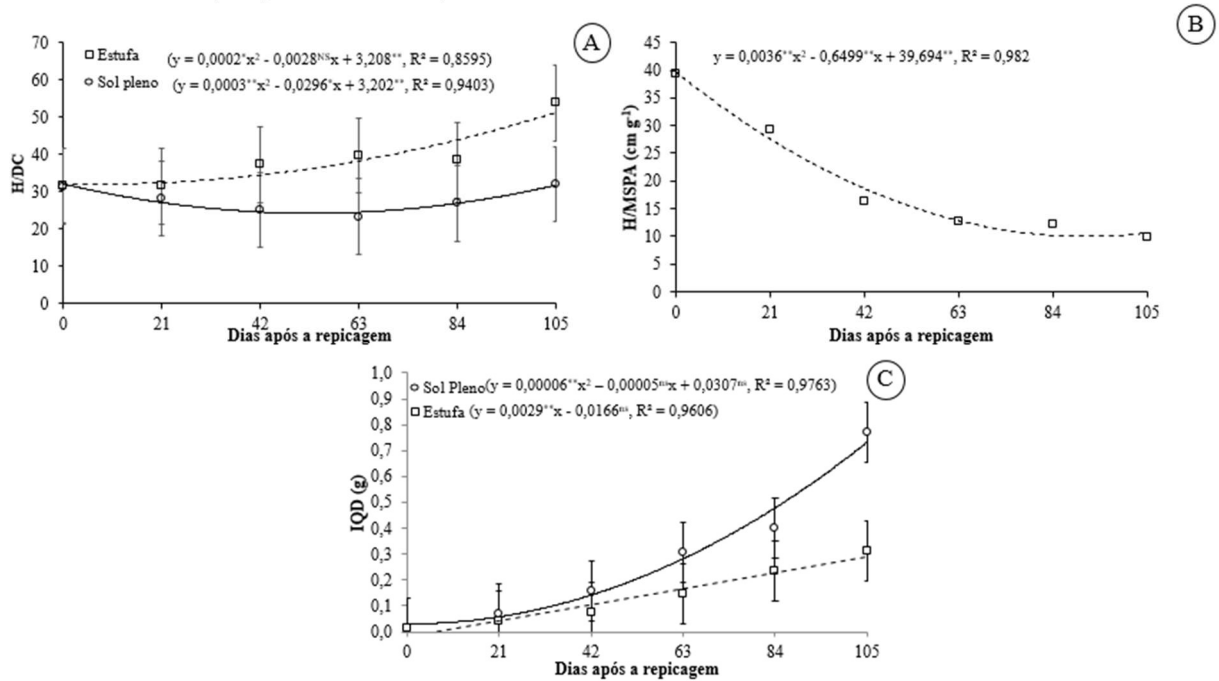
Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados para a variável H/DC (Figura 28A) revelam que houve diferença significativa aos 42, 63, 84 e 105 DAR sendo maior na última avaliação quando a estufa (53,8mm) se sobressaiu sob o sol pleno (32,20 mm).

Com ajuste quadrático a relação H/MSPA (Figura 28B), verifica-se um decréscimo dos valores até os 63 DAR mantendo-se estável o restante do período de análise apresentando ao final do período de avaliação um valor de 9,80 cm g<sup>-1</sup>.

As equações do 2º grau ajustadas para o índice de qualidade de Dickson (IQD) nos dois ambientes apresentaram diferenças significativas a partir da quarta época (63 DAR) com melhor desempenho para as mudas em sol pleno. Na última avaliação (105 DAR) o valor do IQD no sol pleno foi 2 vezes ao observado na estufa.

Figura 28 - Relação entre altura e diâmetro do coleto (A), relação entre altura e matéria seca da raiz (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de pereiro em função do tempo e dos níveis de sombreamento (sol pleno e estufa).



\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste t.

Fonte: Autor, 2016

#### 4.4 Discussão

A baixa disponibilidade de luz em estufa provavelmente foi o fator que determinou a maior altura para todas as espécies estudadas nesse ambiente (paineira, ipê, ingá, chicha e pereiro). Para Moraes Neto (2000), o crescimento acelerado das espécies em ambiente sombreado nada mais é do que um mecanismo de adaptação tido como uma estratégia importante para atenuar os efeitos da baixa disponibilidade de luz. Esta estratégia também possibilita a sobrevivência de espécies que se desenvolvem em ambientes com alta competição por luz tornando-as capazes de aumentar o crescimento da parte aérea quando submetidas a estas condições (TAIZ; ZEIGER, 2017). Mota *et al.* (2012) e Mota *et al.* (2013) trabalhando com *Dipterix alata* Vog. e *Anadenathera falcata* Benth Speg. verificaram maior altura de mudas submetidas a 50% e 70% de sombreamento, respectivamente.

Com relação ao diâmetro do coleto, observaram-se tendências distintas para algumas espécies estudadas. A paineira, por exemplo, obteve melhor desempenho em estufa, característica que permite classificar esta espécie como secundária quanto a esta variável. Dutra *et al.* (2012), em seu trabalho com copaíba e Lenhard *et al.* (2013) trabalhando com pau-ferro, também verificaram um maior diâmetro do coleto nas mudas em ambientes mais sombreados. O chichá, por sua vez, apresentou melhor desempenho em sol pleno. Este evento pode ser explicado pelo fato de que, em níveis maiores de luminosidade, há uma maior produção de fotoassimilados e reguladores de crescimento em função da maior atividade fotossintética, o que reflete em um maior desenvolvimento da espessura do caule (MOTA *et al.*, 2013).

O pau d'arco roxo e o ingá não sofreram interferência do ambiente para o diâmetro do coleto. Pierezan *et al.* (2012) e Roweder *et al.* (2015) trabalhando com jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e mogno (*Swietenia macrophylla*), respectivamente, também observaram comportamento indiferente das mudas ao nível de luminosidade.

No número de folhas, os resultados obtidos para paineira e chichá mostraram que as mudas em estufa se sobressaíram sobre as de sol pleno. De acordo com Feitosa (2013), trata-se de um comportamento esperado, uma vez que, em ambiente sombreado, as plantas tendem a aumentar o número de folhas a fim de disponibilizar uma maior área foliar para melhor aproveitar as condições restritas de luminosidade.

Trabalhando com *Piptadenia stipulacea* (Benth.) e *Anadenathera colubrina* (Vell.), Ferreira *et al.* (2012) constataram que o aumento no nível de sombreamento proporcionou uma



maior produção de folhas nas referidas espécies. Em ipê verificou-se que a redução do número de folhas a partir de 63 DAR das mudas em estufa, superada pelo sol pleno na última avaliação, pode estar associado ao ataque de um agente patogênico não identificado que provou a queda prematura das folhas. Comportamento parecido foi detectado por Feitosa (2013) que verificou o ataque de psilídeo promovendo a queda no número de folhas de *Chloroleucon dumosus* em casa de vegetação aos 98 DAR.

Quanto ao comprimento da raiz, o comportamento da paineira, do ipê, do ingá e do pereiro, que apresentaram melhor desempenho em sol pleno, pode ser explicado pelo fato de que, sob condições extremas de luminosidade, as plantas tendem a apresentar uma maior taxa de evapotranspiração e, por consequência, tendem a investir mais em raiz como uma forma de promover um melhor aproveitamento da água disponível no sistema. Resultados distintos foram atestados por Girão (2013) em quimiotipos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão.) , sugerindo que as maiores temperaturas em casa de vegetação proporcionam condições que favorecem o crescimento das raízes. Apenas o chichá não apresentou efeito significativo do fator ambiente, sugerindo que seja tolerante ao sombreamento podendo ser classificada como uma espécie secundária. Roweder *et al.* (2015) também observaram esse mesmo comportamento em mudas de mogno submetidos a diferentes níveis de luminosidade.

Para a matéria seca da parte aérea (MSPA), a paineira, o ipê e o chichá expressaram a mesma tendência da altura, apresentando maiores médias em casa de vegetação, mostrando uma boa adaptabilidade aos ambientes com restrição luminosa. Estas informações corroboram com Brito (2012) que, em *Acnistus arborescens* (L.) Schltdl., observou um maior acúmulo de massa seca nas folhas e no caule das mudas acondicionadas a 90% de sombreamento. Resultados distintos foram observados por Oliveira e Perez (2012) trabalhando com *Tabebuia aurea* visto que o maior acúmulo de matéria seca foi obtido pelas plantas cultivadas em maiores intensidades luminosas. As demais espécies (ingá e pereiro), não tiveram MSPA afetada pelo ambiente. Boeger *et al.* (2009), trabalhando com *Mikania glomerata* Spreng., *Bauhinia forficata* Link., *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss e *Vitex Megapotamica* (Spreng.) Moldenke, verificaram que a primeira apresentou maiores valores para plantas crescidas na sombra.

Por outro lado, as três últimas não apresentaram diferenças significativas entre indivíduos crescendo em maior ou menor luminosidade.

Diferente da MSPA, a maioria das espécies (ipê, ingá, chichá e pereiro) apresentaram maiores médias de massa seca da raiz (MSR) em sol pleno, acompanhando a

mesma tendência do comprimento da raiz. A teoria que propõe a existência de uma hierarquia para a redistribuição da energia produzida pelas plantas, proposta por Larcher (2004), Taiz e Zeiger (2017) busca explicar esse comportamento. Segundo os autores as folhas localizadas na base do caule suprem a raiz, centro de crescimento mais próximo, com carbono. Desta forma, além do sombreamento causado pelas folhas superiores, as folhas basais são ainda mais afetadas pelo sombreamento artificial.

Para Fonseca *et al.* (2002), a causa da diminuição do peso radicular sob sombreamento deve-se ao fato de que as mudas produzidas a pleno sol, por estarem sujeitas à restrição hídrica, induzem ao acúmulo de massa seca no sistema radicular, em detrimento do acúmulo de assimilados na parte aérea. Pode-se inferir que a planta esteja se preparando para condições com maior demanda transpiratória ou condições oligotróficas, nas quais a presença de luminosidade intensa sugere um ambiente com menos nutrientes e água.

A relação H/DC constitui-se um parâmetro relevante na avaliação da qualidade das mudas a serem levadas a campo, uma vez que pode estar relacionado com o crescimento desordenado da planta (CESAR *et al.* (2014). Para Melo *et al.* (2008) índices elevados estão relacionados ao desequilíbrio entre o crescimento da parte aérea e o diâmetro do coleto. Os maiores valores de H/DC observados para paineira, chichá e pereiro em estufa podem estar relacionados a esse desequilíbrio, tendo como provável causa o estiolamento proporcionado pela restrição de luz. Aguiar *et al.* (2011) observou comportamento semelhante em mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) obtendo maiores relações a partir de 40% de sombreamento.

Semelhante ao H/DC, o H/MSPA também é um índice influenciado pelo desequilíbrio no crescimento da planta. Os resultados observados para chichá, que teve maiores médias até os 63 DAR, indicam que o tempo foi favorável a produção de mudas em que ambos os ambientes apresentaram os menores valores com pouca diferença entre si ao final do experimento. As demais espécies seguiram esta mesma tendência, porém os ambientes não diferiram entre si.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) tem sido tratado como um dos principais parâmetros a serem considerados quando se fala de qualidade de mudas, pois é um forte indicativo de robustez e equilíbrio na distribuição de biomassa (FONSECA *et al.*, 2002). Para este índice, a qualidade da muda é diretamente proporcional ao seu valor. Com exceção da paineira, todas as outras espécies estudadas apresentaram maiores índices em condições de sol

pleno. Resultados semelhantes foram observados por Mota *et al.* (2013) em *Anadenanthera falcata* Benth. Speg. e por Santos *et al.* (2013) em *Erythrina velutina* Willd. que apresentaram maiores valores de IQD em sol pleno.

#### 4.5 Conclusões

O ambiente pleno sol proporcionou o melhor desenvolvimento de mudas de pau d'arco roxo, ingá, chichá e pereiro.

O ambiente de estufa agrícola favoreceu o crescimento inicial de paineira.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

Em geral, todas as espécies apresentaram distribuição de frequência assimétrica para as características biométricas. O ingá apresentou germinação hipógea e as demais espécies apresentaram germinação epígea. O ambiente pleno sol proporcionou um melhor desenvolvimento das mudas das espécies, com exceção da paineira, que se desenvolveu melhor em estufa.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. *et al.* Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 4, p. 563-569, 2009.
- ALVES, E. U. *et al.* Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 877-885, 2005.
- AMORIM, I. L. *et al.* Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) HS Irwin & Barneby Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 507-516, 2008.
- AGUIAR, F. F. A. *et al.* Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.
- BAO, X. *et al.* Carbocyclic fatty acids in plants: Biochemical and molecular genetic characterization of cyclopropane fatty acid synthesis of *Sterculia foetida*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 14, n. 99, p. 7172-7, 2002.
- BARROZO, L. M. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de ingá em função da secagem. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 645-654, 2014.
- BOEGER, M. R. T. *et al.* Variação estrutural foliar de espécies medicinais em consórcio com erva-mate, sob diferentes intensidades luminosas. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 215 - 225, 2009.
- BRAZ, M. S. S. *et al.* Caracterização morfológica do fruto, semente, plântula e planta jovem e germinação de *Inga ingoides* (Rich) Willd. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 353-360, 2012.
- BRAZ, M. S. S. *et al.* Morphologic characterization of fruits, seeds and seedlings of Jacaranda Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth) Leguminosae-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 67-71, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.
- BRITO, S. F. **Biometria, morfologia, armazenamento e crescimento inicial de *Acnistus arborescens* (L.) Schldtl.** 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.
- CAMPOS, A. C. A. L. *et al.* Levantamento florístico e fitossociológico da mata ciliar do Rio das Mortes em São João del-Rei, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 1177-1179, 2008.

- CANUTO, T. M. *et al.* Caracterização físico-química da amêndoa de Chichá. **Departamento de Química, UEPB**, p.2. 2006.
- CARVALHO, P. E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Floresta, 1. ed, 2003, 1039p.
- CARVALHO, P. S.; MIRANDA, S. C.; SANTOS, M. L. Germinação e dados biométricos de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Leguminosae - Caesalpinoideae) - Jatobá-do-Cerrado. **Revista Ananguera**, v. 6, p. 101-116, 2005.
- CÉSAR, F. R. C. F. *et al.* Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciência Florestal**, v.24, n. 2, p. 357-366, 2014.
- COSMO, N. L. *et al.* Morfologia do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, p. 389-397, 2009.
- COSMO, N. L. *et al.* Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, Euphorbiaceae. **Floresta**, v. 40, n. 2, 2010.
- CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) AC Smith-cumaru-Leguminosae-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Fruit and seed biometry and germination of *Micropholis cf. venulosa* Mart. & Eichler (Sapotaceae). **Acta Amazonica**, v. 33, n. 3, p. 389-398, 2003.
- CRUZ, E. D.; MARTINS, F. de O.; CARVALHO, J. E. U. Fruit and seed biometry and germination of jatoba-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.
- CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) AC Smith-cumaru-Leguminosae-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.
- DUTRA, T. R. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FEITOSA, R. C. **Biometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas de 5 espécies da caatinga**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar-verção 5.0: UFLA, 2007.

FERREIRA, W. N. *et al.* Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 408-414, 2012.

FONSECA, E. P. *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FARIA, J. M. R.; VAN LAMNEREN, A. A. M.; HILHORST, H.W. M.; Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seed of *Inga vera* subsp. affins. **Seed Science Research**, v.14, p.165- 178, 2004.

FREITAS, T. P. *et al.* Morfologia e caracterização da germinação em função da posição das sementes no fruto de sabiá. **Scientia Plena**, v. 9, n. 3, 2013.

GIRÃO, K. T. **Biometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas de quimiotipos de *Myracrodun urudeuva* Allemão**. 2013. 118 f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze)(Malvaceae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, 2013.

GUEDES, R. S.; ALVES, E.U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

GUIMARÃES, I. P. *et al.* Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 137-142, 2013.

HARPER, J. L.; BENTON, R. A. The behaviour of seeds in soil: II. The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. **Journal of Ecology**, v.54, n.1, p.151-166, 1966.

HALISKI, S. L. *et al.* Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de sementes de *Casearia decandra*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 253-259, 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1.ed. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p

LEONHARDT, C. *et al.* Morfologia de desenvolvimento de plântulas de 29 espécies nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 63, n. 1, p. 5-14. 2008.

LENHARD, N. R. *et al.* Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.



LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – Faveiro-de-Wilson (Fabaceae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 96-101, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 367 p.

LUCENA, R. F. P. *et al.* Local uses of native plants in an area of caatinga vegetation (Pernambuco, NE Brazil). **Ethnobotany Research and Applications**, v. 6, p. 3-13, 2008.

MARTINS, G. DE A. **Estatística geral e aplicada**. 2 ed. São Paulo, 2002. 424 p.

MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores e Arbustos e Suas Utilidades**. 2 ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413p.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MELO, R. R. *et al.* Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 138-144, 2008.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**. v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 655-663, 2013.

MORAIS, M. G. A. *et al.* Diversidade e Estrutura de nove Fragmentos de Mata Ciliar Semidecidual no Alto São Francisco. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p.543-545, 2008.

MORAES NETO, S. P. *et al.* Crescimentos de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

MUSEU NACIONAL. Horto Botânico/ UFRJ. **Chichá (*Sterculia foetida*)**. Disponível em: <http://www.museunacional.ufrj.br/hortobotanico/paginas/arvoresearbustos/sterculiafoetida.htm>. Acesso em: 19 de dez. 2015.

NOGUEIRA, Narjara Walessa *et al.* Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 466-472, 2012.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três níveis de luminosidade. **Ciências florestais**, v. 22, n. 2, p. 263 – 273, 2012.

OLIVEIRA, A. K. M.; GUALTIERI, S. C. J. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas em solo arenoso. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 475-484, 2012.

OLIVEIRA, D. M. T.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 1, p. 91-100, 1994.

OLIVEIRA, D. M. T.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 1, p. 91-100, 1994.

PAOLI, A. A. S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (SAPINDACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p.146-155, 2008.

PENNINGTON, T. D. The genus *Inga* botany. Royal Botanic Gardens, Kew. 1997. 844p,

PEREIRA, S. R. *et al.* Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 141-148, 2011.

PIEREZAN, L.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne, Lavras**, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.

PINTO, M. M; SADER, R; BARBOSA, J. M. Influência do tempo de secagem e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de ipê-rosa. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n. 1, p. 37-47, 1986.

POSSETTE, R.; RODRIGUES, F. da S.; Antônio, W. The genus *Inga* Mill. (Leguminosae-Mimosoideae) in Paraná state, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 354-368, 2010.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 53, p. 179, 2006.

RODRIGUES, A. C. C. *et al.* Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*anadenanthera colubrina* (vell.) brenan var. *cebil* (griseb.) altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 08, 2006.

RODRIGUES, C. M. *et al.* Germinação de embriões de duas espécies de *Inga* (Mimosaceae). **Revista Brasileira de Biociência**, v. 5, supl. 2, p. 561-563, 2007.

ROWEDER, C.; DE SOUZA NASCIMENTO, M.; SILVA, J. B. Produção de mudas de mogno sob diferentes substratos e níveis de luminosidade. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n. 3, 2015.

SABBI, L. B. C.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v. 65, n. 2, 2014.

SAMPAIO, E. V. S. B. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Associação Plantas do Nordeste, 2005.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571-577, 2013.

SANTOS, P. B. **Contribuição ao estudo químico, bromatológico e atividade biológica de Angico - *Anadenanthera colubina* (Vell.) Brenan Var. cebil (Gris.) Alts. e Pereiro - *Aspidosperma pyrifolium* Mart. 2010. 58 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-Árido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.**

SANTOS, R. S.; MATIAS, J. R. Qualidade Fisiológica de Diferentes Lotes Armazenados de Sementes de Pereiro e Catingueira-verdadeira. *In: Anais do IV Workshop de Sementes e Mudas da Caatinga*. 2014. p. 87.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.1-6, 2004

SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex AP de Candolle, na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2000.

SILITONGA, A. S. *et al.* Production of biodiesel from *Sterculia foetida* and its process optimization. **Fuel**, v.111, p.478-484, 2013.

SILVA, A.C. *et al.* Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais, Brasil. **Revista brasileira de botânica**, v. 32, n. 2, p. 283-297, 2009.

SOUSA, D. M. M. *et al.* Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L.-Leguminosae: caesalpinioideae. **Revista Árvore**, v.34, n.6, p.1009-1015, 2010.

SOUZA, L. A. **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: Toda palavra, 279p., 2009.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 888p.