



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

KAREN THOMENY GIRÃO

**BIOMETRIA DE SEMENTES, MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO
INICIAL DE MUDAS DE QUIMIOTIPOS DE *Myracrodruon urundeuva* Allemão.**

**FORTALEZA
2013**

KAREN THOMENY GIRÃO

BIOMETRIA DE SEMENTES, MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO
INICIAL DE MUDAS DE QUIMIOTIPOS DE *Myracrodruon urundeuva* Allemão.

Dissertação submetida à coordenação
do Programa de Pós-graduação em
Agronomia/Fitotecnia da Universidade
Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do título de
mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Marcos
Esmeraldo Bezerra

FORTALEZA
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- G432B Girão, Karen Thomeny.
Biometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas de quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão / Karen Thomeny Girão. – 2013.
77 f., il., enc.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Fitotecnia.
Orientação: Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra.
1. Aroeira. 2. Sementes. 3. Germinação. I. Título.

KAREN THOMENY GIRÃO

BIOMETRIA DE SEMENTES, MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO
INICIAL DE MUDAS DE QUIMIOTIPOS DE *Myracrodruon urundeuva* Allemão.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração Fitotecnia.

Aprovado em ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Dr^a. Diva Correia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

FORTALEZA
2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por me dar forças e consolo em todos os momentos da minha vida;

Aos meus pais, por sempre terem apoiado e incentivado toda a minha vida acadêmica;

As minhas irmãs, Karine, Helainne e Priscila, por sempre acreditarem que eu era capaz de chegar até aqui;

As minhas amigas, Paloma e Liliane, que são muito mais que amigas, por todo consolo, apoio, incentivo, momentos de diversão, por sempre estarem ao meu lado independente do momento;

Ao meu cunhado Karlo David pelo apoio e por toda a ajuda na correção da dissertação;

A Universidade Federal do Ceará e em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela formação e oportunidade de realizar este trabalho;

Ao professor Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra pelas orientações, cobranças, paciência e amizade;

Ao professor Dr. Edilberto Rocha Silveira por ter colaborado com a coleta das sementes e pela caracterização dos quimiotipos;

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela concessão de bolsa de estudo durante o Curso de Pós – graduação;

A todos os amigos que fiz no NEPAU, por toda a ajuda prestada por todos ao longo da pesquisa e apoio nos momentos de dificuldade;

Agradecimento especial aos meus amigos Moisés e Arnaldo, Ramon, Dionis, Paulinha, Magnum, que sempre estiveram por perto nos momentos de maior dificuldade;

RESUMO

A espécie *Myracrodruon urundeuva* Allemão possui elevado valor econômico devido à sua larga utilização na indústria e na medicina popular, além de apresentar um grande potencial para ser utilizada em programas de reflorestamento. Este trabalho teve como objetivo gerar informações quanto à morfobiometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas de quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), do Departamento em Fitotecnia CCA/UFC, em Fortaleza-CE. O estudo biométrico das sementes teve como objetivo estudar as características morfológicas externas e a quantificação do peso de mil sementes de cada quimiotipo. Utilizou-se uma amostra de 100 sementes, onde foram observadas as seguintes características: biometria, cor, forma, textura e o peso de mil sementes. Quanto à morfologia não houve distinção entre os quimiotipos. Os quimiotipos denominados por CE3, RN3, RN2 e RN2' apresentaram diâmetro médio, respectivamente, de 3,80 mm, 3,35 mm, 3,79 mm e 3,15 mm. A caracterização morfológica da germinação de plântulas objetivou estudar a morfologia da germinação dos quatro quimiotipos. Para tal estudo, foram semeadas 100 sementes de cada quimiotipo em copos plásticos de 300 ml preenchidos pela mistura de vermiculita e húmus. Todos os quimiotipos apresentaram epicarpo membranáceo e germinação epígea fanerocotiledonar, exibindo um maior desenvolvimento da parte radicular em relação à parte aérea. O ensaio experimental de crescimento inicial teve como objetivo avaliar o efeito de dois ambientes em oito períodos de avaliação de quatro quimiotipos de aroeira. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizados (DIC), em parcelas sub-subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos ambientes (casa de vegetação e sol pleno), as subparcelas os quimiotipos (CE3, RN3, RN2 e RN2'), e as sub-subparcelas, os períodos de avaliação (0, 14, 28, 42, 56, 70, 80 e 98 dias após a repicagem). As variáveis avaliadas foram: comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, diâmetro do coleto, peso seco da parte aérea e peso seco da raiz. O presente estudo mostrou que o ambiente pleno sol é o mais indicado para o cultivo dos quimiotipos analisados.

Palavras-chave: Aroeira. Morfobiometria de sementes. Morfologia da germinação. Crescimento inicial.

ABSTRACT

The species *Myracrodruon urundeuva* Allemão has high economic value due to its wide use in industry and in folk medicine, in addition to presenting a great potential to be used in reforestation programs. This study aimed to generate information regarding morfolobiometria seed, seedling morphology and seedling growth of four chemotypes *M. urundeuva* Allemão. The research was conducted at the Center for Teaching and Research in Urban Agriculture (NEPAU), Department of Plant Science in CCA/UFC, Fortaleza - CE. The biometric study of seeds aimed to study the external morphology and quantification of thousand seed weight of each chemotype. We used a sample of 100 seeds, where the following characteristics were observed: biometrics, color, shape, texture and thousand seed weight. About the morphology, it was not detected distinction between the chemotypes. The chemotypes called by CE3, RN3, RN2 and RN2' showed an average diameter of, respectively, 3.80 mm, 3.35 mm, 3.79 mm and 3.15 mm. The morphological characterization of germination of seedlings aimed to study the morphology of germination of the four chemotypes. For this study, 100 seeds of each chemotype were seeded in 300 ml plastic cups filled by mixture of vermiculite and humus. All chemotypes showed membranous epicarp and epigeal phanerocotylar showing further development of roots in relation to shoot. The experimental testing of initial growth aimed to evaluate the effect of two environments in eight periods of the four mastic chemotypes. The experiment was conducted in completely randomized design (CRD) in sub-split plots with plots consisting of the environments (greenhouse and full sun), the split the chemotypes (CE3, RN3, RN2 and RN2'), and sub-subplots, the evaluation periods (0, 14, 28, 42, 56, 70, 80 and 98 days after transplanting). The variables evaluated were: shoot length, root length, leaf number, stem diameter, dry weight of shoot and root dry weight. The present study showed that the environment full sun is best suited to the cultivation of chemotypes analyzed.

Keywords: Aroeira. Biometric seeds. Morphology of germination. Initial growth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ilustração das características biométricas mensuradas. -----	27
Figura 2 – Ilustração das sementes (A) e do pireno (B) de <i>Myracrodruon urundeuva</i> . -----	28
Figura 3 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo CE3. -----	29
Figura 4 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo CE3. -----	29
Figura 5 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo RN3. -----	30
Figura 6 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo RN3. -----	31
Figura 7 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo RN2. -----	31
Figura 8 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo RN2. -----	32
Figura 9 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo RN2'. -----	33
Figura 10 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo RN2'. -----	33

Figura 11 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo CE3: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo). ----- 42

Figura 12 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo RN3: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo). ----- 44

Figura 13 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo RN2: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = apicarpo). ----- 45

Figura 14 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo RN2': A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo). ----- 47

Figura 15 – Comportamento das temperaturas máximas (A) e mínimas (B) nos ambientes sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante os oito períodos de avaliação. -----	60
Figura 16 – Comportamento da umidade relativa nos ambientes sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante os oito períodos de avaliação. -----	60
Figura 17 – Comportamento da radiação nos ambientes sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante os seis dias observados ao longo dos oito períodos de avaliação. -----	61
Figura 18 – Altura (ALT) em quatro quimiotipos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> cultivados em condições de pleno sol (A) e de casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. -----	63
Figura 19 – Comprimento da raiz (CR) em quatro quimiotipos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> cultivados em condições de pleno sol (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. -----	64
Figura 20 – Diâmetro do coleto (DC) em quatro quimiotipos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> cultivados em condições de pleno sol (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. -----	65
Figura 21 – Número de folhas (NF) em quatro quimiotipos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> cultivados sob condições de pleno sol (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. -----	66
Figura 22 – Peso seco da parte aérea (PSPA) em quatro quimiotipos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> cultivados em condições de pleno sol (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. -----	68
Figura 23 – Peso seco da raiz (PSR) em quatro quimiotipos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> cultivados em condições de pleno sol (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. -----	69

Figura 24 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de pleno sol (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem. ----- 70

Figura 25 – Xilopódio no sistema radicular de *Myracrodruon urundeuva*. ----- 73

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Localização geográfica dos quimiotipos da espécie *Myracrodruon urundeuva*. ----- 26
- Tabela 2 – Análise de fertilidade e granulométrica do substrato utilizado para o crescimento inicial dos quatro quimiotipos estudados. ----- 59
- Tabela 3 – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* em ambiente de sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante oito períodos após a repicagem. ----- 62
- Tabela 4 – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente ao peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco da raiz (PSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* em ambiente de sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante oito períodos após a repicagem. ----- 67

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA -----	14
1 INTRODUÇÃO -----	14
2 REVISÃO DE LITERATURA -----	15
2.1 <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão -----	15
2.2 Quimiotipo -----	17
2.3 Morfologia de sementes e de plântulas -----	17
2.4 Influência dos fatores ambientais no crescimento inicial do vegetal -----	18
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	20
CAPÍTULO 2 - BIOMETRIA DE FRUTOS-SEMENTE DE QUATRO QUIMIOTIPOS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão -----	23
RESUMO -----	23
ABSTRACT -----	24
1 INTRODUÇÃO -----	25
2 MATERIAL E MÉTODOS -----	26
2.1 Coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes -----	26
2.2 Biometria dos frutos-semente -----	26
3. RESULTADOS -----	28
3.1 Aspectos morfológicos da semente de <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão -----	28
3.2 Quimiotipo CE3 -----	28
3.3 Quimiotipo RN3 -----	30
3.4 Quimiotipo RN2 -----	31
3.5 Quimiotipo RN2' -----	32
4 DISCUSSÃO -----	34
5 CONCLUSÕES -----	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	36
CAPÍTULO 3 - MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO E DE PLÂNTULAS DE QUATRO QUIMIOTIPOS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão -----	37
RESUMO -----	37
ABSTRACT -----	38

1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
3 RESULTADOS	41
3.1 Quimiotipo CE3	41
3.2 Quimiotipo RN3	43
3.3 Quimiotipo RN2	44
3.4 Quimiotipo RN2'	46
4 DISCUSSÃO	49
5 CONCLUSÕES	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

CAPÍTULO 4 - CRESCIMENTO INICIAL DE QUATRO QUIMIOTIPOS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão EM DOIS AMBIENTES DISTINTOS	53
RESUMO	53
ABSTRACT	54
1 INTRODUÇÃO	55
2 MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1 Análise do crescimento inicial de mudas	57
2.2 Caracterização do substrato	58
2.3 Caracterização dos ambientes	59
2.4 Procedimento experimental	61
3 RESULTADOS	62
4 DISCUSSÃO	71
5 CONCLUSÃO	75
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

No Estado do Ceará, 10% das áreas da Caatinga já se encontram em estágio avançado de desertificação. Além do desmatamento os principais fatores responsáveis por este processo são: exploração irracional das espécies que possuem características madeireiras, as queimadas desordenadas, a exploração de lenha para carvão, a erosão e a salinização dos solos que impedem o desenvolvimento e estabelecimento de uma nova floresta. Associado à degradação ambiental, o uso irracional de essências florestais nativas com fins farmacêuticos, industriais e medicinais, através da exploração das folhas, cascas, raízes e frutos, pode levar ao desaparecimento destas espécies. Na Caatinga, as espécies aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), jacarandá (*Jacaranda rugosa*), cumaru (*Amburana cearensis*) e ipê amarelo (*Tabebuia selachidentata*) já integram a lista de espécies ameaçadas de extinção (PEREIRA *et al.*, 2011).

Myracrodruon urundeuva Allemão, também conhecida como aroeira, aroeira-do-sertão, urundeúva, etc., é uma espécie que apresenta grande uso farmacológico. Sua entrecasca possui propriedades antiinflamatórias, adstringentes, antialérgicas e cicatrizantes (VIANA *et al.*, 1995). As raízes são usadas no tratamento de reumatismo e as folhas são indicadas para o tratamento de úlceras (ALMEIDA *et al.*, 1998). Além disso, sua madeira, em função da durabilidade e dificuldade de putrefação, é muito usada na construção civil como postes ou dormentes para cercas, na confecção de móveis de luxo e adornos torneados (ALMEIDA *et al.*, 1998; LORENZI *et al.*, 2008).

A produção de mudas com qualidade é indispensável para que programas como o de reflorestamento obtenham êxito no estabelecimento destas mudas em campo. Qualidade esta que depende, dentre outros fatores, das condições ambientais impostas, da variabilidade genética da espécie e também da interação genótipo e ambiente.

Este trabalho tem como objetivo fornecer conhecimentos quanto à caracterização morfobiométrica de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas, em dois ambientes distintos, de quatro quimiotipos da espécie *Myracrodruon urundeuva* Allemão, a saber, CE3, RN3, RN2, RN2'.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Myracrodruon urundeuva* Allemão

Myracrodruon urundeuva Allemão é conhecida popularmente como aroeira, aroeira-do-sertão, aroeira-da-serra, aroeira-preta, urundeúva, urindeúva, arendiúva, etc. (LORENZI *et al.*, 2008). Esta espécie faz parte de uma das nove espécies da família Anacardiaceae que são vulgarmente conhecidas como aroeira¹ (MATOS *et al.*, 2004). A *M. urundeuva* ocorre na Caatinga e matas secas, desde o Ceará até os estados do Paraná e Mato-Grosso do Sul, especialmente no lado oeste dos estados da Bahia, Minas Gerais, São Paulo e no sul dos estados do Mato-Grosso do Sul, Mato-Grosso e Goiás, sendo mais frequente no Nordeste (VIANA *et al.*, 1995).

É uma árvore de 5 a 10 m de altura, podendo o seu caule atingir mais de 1 metro de diâmetro e possuindo uma madeira densa e durável. Sua copa é ampla, com folhas compostas, alternas, imparipenadas, com 5 a 7 pares de folíolos ovados obtusos. É classificada como uma planta dioica, cujas flores masculinas e femininas são pequenas e dispostas em grandes panículas pendentes. Os frutos são drupáceos, globoso-ovais e levemente apiculados (MATOS *et al.*, 2004). A separação das sementes dos frutos é praticamente impossível, sendo o fruto-semente a unidade utilizada para a semeadura (LORENZI *et al.*, 2008).

Sua propagação é comumente realizada por sementes, porém pode ser feita também por micropropagação. Por ser uma espécie lenhosa, apresenta alta oxidação *in vitro*. Para a obtenção de brotos de 40 cm, que apresenta idêntica composição química da entrecasca, a altura de corte deve ser de 15 cm do solo, sendo o primeiro corte aos seis meses e cortes sucessivos a cada quatro meses (MATTOS *et al.*, 2007).

A *M. urundeuva* possui uma madeira excelente para obras externas (postes, moirões, caibros, etc.) devido a sua alta densidade (1,19 g/cm³) e sua durabilidade. Pela beleza de sua copa, aproximadamente piramidal, é indicada para a arborização em geral

¹ As nove espécies conhecidas vulgarmente por aroeira são: *Schinus terebenthifolius* Raddi (aroeira-da-praia), *Schinus mole* L. (aroeira-falsa), *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (aroeira-branca), *Lithraea brasiliensis* March. (aroeira de bugre), *Schinus weinmaniaefolius* Mart. M. S. S. (aroeira-do-campo), *Schinus lenticifolius* (L.) March. (aroeira-do-rio-grande), *Astronium graveolens* Jacq. (aroeirão), *Apterocarpus gardneri* Rizz. (aroeira-mole).

(LORENZI *et al.*, 2008). Esta espécie é uma planta medicinal e é largamente usada pela medicina popular como antiinflamatório e cicatrizante. Sua entrecasca é muito rica em tanino e outras substâncias fenólicas. Estudos farmacêuticos pré-clínicos comprovaram suas ações adstringente, antiinflamatória, antialérgica, cicatrizante e discreta ação antibacteriana contra *Staphylococcus* (MATTOS *et al.*, 2007).

A *M. urundeuva* possui elevado valor econômico devido à sua larga utilização na indústria e na medicina popular, em decorrência dessa ampla utilidade e exploração ilegal, a espécie foi incluída na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção elaborada pela Fundação Biodiversitas sob os auspícios do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008).

A exploração predatória dessa espécie tem levado ao comprometimento de suas populações naturais e requer estudos para garantir a sua conservação. De acordo com Pereira *et al.* (2011), a *M. urundeuva* apresenta crescimento satisfatório em condições de viveiro e tem grande resistência na fase de estabelecimento no campo, sendo indicada para o plantio em áreas abertas na primeira fase do reflorestamento ou em programas de enriquecimento da vegetação.

2.2 Quimiotipo

Quimiotipo ou raça química é a forma de classificação química, biológica e botânica de acordo com o componente químico majoritário do óleo essencial. Esta classificação depende diretamente de condições específicas da espécie em estudo, como o país, clima, solo, exposição da planta, fatores fitossociológicos e período de colheita, que podem influenciar a composição do óleo essencial. Sendo assim, dentro de uma única espécie botânica, essa variação química nos permite definir especificamente a natureza da sub-espécies, variedades, cultivares e táxons de plantas aromáticas (ZHIRI; BAUDOUX, 2005).

Tanto a composição quanto a concentração dos constituintes do óleo essencial são resultados dos muitos processos metabólicos que ocorrem na planta (MATTOS *et al.*, 2007), os quais variam quantitativamente e qualitativamente em função das relações ecológicas da espécie com o meio, mudando continuamente com o tempo e o espaço (CASTRO *et al.*, 2004). Além dos fatores ambientais que influenciam na produção e composição do óleo, vários trabalhos revelam que há uma enorme variabilidade em relação à produção de compostos químicos dentro da espécie. Hennebelle *et al.* (2008) citaram a ocorrência de sete

tipos químicos (quimiotipos) na espécie da erva-cidreira, cuja variabilidade foi identificada a partir da análise dos constituintes químicos majoritários do óleo essencial e rotas metabólicas.

A maioria dos pesquisadores estuda óleos essenciais, por método de análise convencional, isto é, cromatografia gasosa, e associada, na maioria dos casos, à espectrometria de massa. A composição do óleo essencial é muito variável, sugerindo a existência de um alto número de quimiotipos.

Aquino (2013) realizou a caracterização de seis quimiotipos da espécie *M. urundeuva* de acordo com os seus componentes majoritários: CE3 (Δ -3-careno), RN3 (α -pineno), RN2 (mirceno), RN2' (limoneno), GA5' ((E)- β -ocimeno) e GA7 ((Z)- β -ocimeno). A caracterização dos compostos foi realizada a partir do óleo essencial retirado das folhas por ressonância magnética nuclear (RMN) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM), a quantificação foi realizada por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC).

2.3 Morfologia de sementes e de plântulas

O estudo de sementes e plântulas é imprescindível para a compreensão do ciclo ontogenético das plantas. O conhecimento da sua morfologia tem grande importância na botânica sistemática, nas investigações de filogenia, no armazenamento de sementes, na conservação e regeneração de florestas, na recuperação de áreas degradadas, etc. (SOUZA, 2009).

Os estudos morfológicos das sementes e de plântulas auxiliam a identificação botânica da espécie, a interpretação dos testes de laboratório e o reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas em formações florestais. Estas análises contribuem para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie (MELO *et al.*, 2004). Além do conhecimento morfológico das estruturas vegetativas e reprodutivas classicamente utilizadas na taxonomia, as características de sementes e da fase que precede a germinação até o completo desenvolvimento da planta jovem são subsídios que podem facilitar a identificação mais precisa das espécies, especialmente aquelas presentes nos ecossistemas florestais (GURGEL *et al.*, 2012).

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

No que diz respeito às sementes, uma grande quantidade de características taxonômicas e filogenéticas são fornecidas por estas (CUNHA; FERREIRA, 2003). O tamanho e as características das sementes são de grande importância para o estudo de uma espécie (SANTOS *et al.*, 2009). Sendo assim, a caracterização biométrica de frutos e sementes pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de espécies do mesmo gênero (CRUZ *et al.*, 2001).

O reconhecimento das espécies pelas suas plântulas conduz a pelo menos três direções: contribuir para um melhor conhecimento da biologia; ampliar estudos taxonômicos das espécies, individualizando-as desde a fase semente; fundamentar trabalhos de levantamento ecológico nos aspectos da regeneração das espécies, por semente, em condições naturais, e no da ocupação e estabelecimento ambiental, por qualquer espécie. (SALLES *et al.*, 1987). Os citados autores ainda afirmam que o entendimento ecológico das relações entre clima (microclima), solo e planta, implicam no conhecimento das características da germinação da semente e do desenvolvimento da plântula; ambas as fases são consideradas críticas na vida vegetal. A demanda por manuais de identificação de plântulas é crescente, principalmente para fins de manejo e conservação (GURGEL *et al.*, 2012)

A identificação de plantas, no estágio juvenil, é tarefa árdua que dificilmente é completada. Isto porque os caracteres morfológicos externos de uma planta, nos estádios iniciais de desenvolvimento, podem ser diferentes daqueles observados no indivíduo adulto (AMORIM *et al.*, 2008). Portanto, é imprescindível um bom conhecimento da espécie que se deseja trabalhar. Entretanto, para a maioria das espécies nativas do Brasil, são escassas as informações disponíveis na literatura sobre as características dos frutos e das sementes, bem como do desenvolvimento de plântulas e testes germinativos (ARAÚJO NETO *et al.*, 2002).

2.4 Influência dos fatores ambientais no crescimento inicial de mudas

Existe uma grande quantidade de fatores abióticos ambientais que influenciam de uma forma direta ou indireta o desenvolvimento e o crescimento inicial das plantas. Dentre os principais, podemos citar a intensidade da luz solar, a temperatura e a água disponível. Segundo Rego e Possamai (2006), o estudo da luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial das espécies arbóreas em programas de revegetação, pois a disponibilidade da luz constitui um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento.

A luz é um dos fatores que influenciam o crescimento dos vegetais por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese, as quais são afetadas de forma complexa pela

irradiância em todas as etapas do crescimento (SILVA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2011). O ambiente de luz em que a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a este ambiente depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiente seja utilizada da maneira mais eficiente possível.

A radiação afeta o desenvolvimento de inúmeras maneiras através da formação de clorofila, na determinação da direção do crescimento, iniciando os diferentes estágios do desenvolvimento no curso da vida da planta, na diferenciação celular e nos ritmos endógenos; ações conhecidas como fotoestimulação, fototropismo, fotoindução, fotomorfogênese e fotoperiodismo, respectivamente (LARCHER, 2006).

Segundo Brunini *et al.* (1976), a temperatura do ar é a principal causa do desenvolvimento e crescimento vegetal. A variação diária da temperatura influi na fotossíntese e na respiração dos vegetais (TAIZ *et al.*, 2009). A taxa fotossintética frequentemente apresenta desempenho segundo diferentes faixas de temperatura do ar, podendo ter uma redução significativa para temperaturas acima de 35°C. A respiração vegetal tem sua taxa dobrada com um aumento de 10°C na temperatura do ar. Acima de 45°C ocorre um declínio acentuado na respiração devido ao dano no mecanismo da planta (BELTRÃO *et al.*, 2006). Taiz e Zeiger (2009) ressaltam que as mudanças funcionais no aparelho fotossintético, em respostas às temperaturas predominantes em seu ambiente, têm um efeito importante sobre a capacidade das plantas em viver em diferentes ambientes.

Por sua vez, a quantidade de água no solo durante a fase de crescimento intenso influencia o crescimento vegetal (NAZARENO *et al.*, 2003). A produtividade de plantas, limitada pela água depende da quantidade disponível deste recurso e da eficiência do seu uso pelo organismo. A indisponibilidade desta pode causar várias respostas no vegetal, dentre elas a diminuição na área foliar, a queda das folhas, o aprofundamento das raízes em solos úmidos, fechamento dos estômatos, aumenta o depósito de cera sobre a superfície foliar, etc. (TAIZ; ZEIGER, 2009).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. P. *et al.* Crescimento inicial de plantas de *Cryptocariaa schersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v.34, n.31, p. 83-88. 2004.

AMORIM, Isaac Lucena *et al.* Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.03, p. 507-516. 2008.

AQUINO, Nayara Coriolano. **Aplicação de técnicas espectrométricas e cromatográficas na caracterização de seis tipos químicos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. Alemão (Aroeira-do-sertão)**. 2013. Dissertação (Mestrado em química). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. 111p.

ARAÚJO NETO, João Correia *et al.* Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 1, p.203-211. 2002.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macedo *et al.* Produção de flores e frutos em função da temperatura noturna e área foliar em dois genótipos de mamona. In: **2º Congresso Brasileira de Mamona**, Aracajú. 2006.

BRUNINI, O. *et al.* Temperatura-base para alface cultivar “White Boston” em um sistema de unidades térmicas. **Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**, v.35, n.16, p.213-219.1979.

CASTRO, H. G. de *et al.* **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: UFV, 2004. 113 p.

CRUZ, Eniel David; MARTINS, Fádua de Oliveira; CARVALHO, José Edmar Urano. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.02, p. 161-165, 2001.

CUNHA, Maria do Carmo Learth; FERREIRA, Robério Anastácio. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A. C. Smith – Cumaru – Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.04, p. 89-96, 2003.

GURGEL, Ely Simone Cajueiro *et al.* . Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1. 2012.

HENNEBELLE, Thierry *et all.* Ethnopharmacology of *Lippia alba*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 116, p. 211-222, 2008.

LACHER, Walter. **As influências do ambiente sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento**. In:____. Ecofisiologia Vegetal, p. 295-340. 2006.

LORENZI, Harri. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. v. 1, ed. 5, Instituto Plantarum, 384p. 2008.

MATOS, Francisco José de Abreu. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais**. Editora UFC, 448p. 2004.

MATTOS, S. H. *et al.* **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará: tecnologia de produção e óleos essenciais**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. p. 61-63.

MELO, Maria da Glória Gonçalves; MENDONÇA, Marília Silva; MENDES, Âgela Maria da Silva. Análise de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermédia* Duck var. *adenotricha* (Duck) Lee & Lang) (Leguminosaeae-caesapinioidaeae). **Acta Amazônica**, vol. 34, n.01, p. 9-14. 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**. Portaria n.º.37-N de Setembro de 2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf. Acesso em: jul. de 2013.

NAZARENO, Rodrigo, Barbosa *et al.* Crescimento inicial do cafeeiro em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.08, p.903-910. 2003.

PEREIRA, M. S. **Manual técnico Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, p.07-08. 2011.

REGO, Gizelda Maia; POSSAMAI, Edilberto. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisas Florestais**, n.53, p.179-194. 2006

RODRIGUES, Ana Carolina da Cunha *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 científica eletrônica de engenharia florestal**, v.04, n.08, p. 1-15. 2006.

VIANA, Glauce Socorro de Barros. **Aroeira-do-sertão: estudo botânico, farmacognóstico e farmacológico**. Editora UFC, 164p. 1995.

SALES, Heliane Gonofre. Expressão morfológica de sementes e plântulas *Cephalocereus fluminensis* (MIQ) BRITTON E ROSE (*Cactaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.09, n.01, p. 73-81. 1987.

SANTOS, Fabiana Silva *et al.* Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v.37, n.82, p.163-173. 2009.

SILVA, *et al.* Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma gradiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazônica**, v.35, n.03, p.365-370. 2007.

SOUZA, Luiz Antonio. **Sementes e Plântulas: Germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: TODAPALAVRA. 279 p. 2009.

SOUZA, Natália Hilgert *et al.* Produção de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes substratos e luminosidade. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v.13, n.03, p.276-281. 2011.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 819p.

ZHIRI, Abdesselam; BAUDOUX, Dominique. **Chemotyped Essencial Oils and their synergies**. Inspir development S.A. Luxembourg. 2005. 80p.

CAPÍTULO 2 - BIOMETRIA DE FRUTOS-SEMENTE DE QUATRO QUIMIOTIPOS DE *Myracrodruon urundeuva* Allemão

RESUMO

O estudo da morfologia e da biometria das sementes fornece informações que nos ajudam a compreender o processo reprodutivo das espécies, servem de subsídio para a produção de plântulas, como também auxiliar na a identificação e diferenciação das espécies. Objetivou-se neste trabalho descrever a morfologia externa dos frutos-semente e os aspectos biométricos de quatro quimiotipos da espécie *Myracrodruon urundeuva* Allemão: CE3, RN3, RN2 e RN2'. As sementes foram coletadas de árvores matrizes, beneficiadas e devidamente armazenadas em sacos de polietileno transparente. Os sacos foram mantidos em câmara fria com temperatura média de 10°C e umidade relativa de 60% por dois anos. Para cada quimiotipo foi retirado uma amostra de 100 sementes, para a realização das avaliações biométricas, onde foi mensurado seu comprimento e diâmetro mediante a utilização de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm. Foram observadas suas características morfológicas externas: cor, forma e consistência do tegumento. Também fora retirada amostras para a realização do peso de mil sementes. Todos os quimiotipos em estudo possuem frutos-semente do tipo drupa globosa com epicarpo membranáceo, rugoso e de coloração castanha escura. A semente é piriforme, com tegumento membranáceo.

Palavras-chave: Aroeira. Drupa globosa. Morfobiometria.

CHAPTER 2 - BIOMETRY OF SEEDS FOUR QUIMIOTYPES OF *Myracrodruon urundeuva* Allemão

ABSTRACT

The study of morphology and biometry of seeds provides information that helps us understand the reproductive process of the species and it serves as input for the production of seedlings, as well as assists in the identification and differentiation of the species. The objective of this paper is to describe the external morphology of the fruit-seed and biometric features of four chemotypes of *Myracrodruon urundeuva* Allemão species: CE3, RN3, RN2 and RN2'. Seeds were collected from mother trees, processed and properly stored in transparent polyethylene bags. The bags were kept in a cold chamber with an average temperature of 10°C and relative humidity of 60 % for two years. For each chemotype was removed a sample of 100 seeds for the performance of biometric evaluations, where he measured its length and diameter by using a digital caliper with a resolution of 0.01 mm. Color, shape and consistency of the integument: their external morphology were observed. Also it was withdrawal samples for conducting the thousand seed weight. All chemotypes have studied fruit-seed type globose drupe with membranous, rough and dark brown coloring epicarp. The seed is pyriform, with membranous integument.

Keywords: Aroeira. Globose drupe. Biometric.

1 INTRODUÇÃO

A semente tem como papel biológico a conservação e a propagação da espécie, devendo germinar quando as condições são adequadas para a manutenção do crescimento da plântula e subsequente desenvolvimento da planta (DEMINICIS *et al.*, 2008). Apesar das sementes 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, através da cor, forma e tamanho (ABUD *et al.*, 2010).

O estudo da morfologia de sementes contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para uma melhor compreensão do processo de estabelecimento da planta em condições naturais da floresta (GUERRA *et al.*, 2006; MATHEUS *et al.*, 2008). Assim, informações básicas sobre a morfoanatomia e fisiologia das sementes são fundamentais para o plantio de espécies em geral (PAOLI *et al.*, 2008).

Portanto, o conhecimento das características morfológicas e ecofisiológicas das sementes, visando uma posterior produção de mudas para recuperar e/ou enriquecer áreas degradadas, resultantes da exploração desordenada dos recursos naturais, é importante para a manutenção da biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Estudos morfológicos de sementes são importantes para facilitar pesquisas sobre banco de sementes do solo, bem como para auxiliar na identificação de espécies em estudos de regeneração natural de áreas degradadas (ARAUJO NETO *et al.*, 2002). Do mesmo modo, estes estudos podem ser empregados para outros fins como análise em laboratório, identificação e diferenciação de espécies em viveiros e reconhecimento da planta no campo, havendo, portanto, a necessidade de estímulos a esses estudos básicos (AMORIM *et al.*, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo fornecer informações sobre os aspectos morfobiométricos de frutos-semente de quatro quimiotipos (CE3, RN3, RN2, RN2') de *Myracrodruon urundeuva* Allemão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes

As sementes foram coletadas em 2011 pelo professor e pesquisador Doutor Edilberto Rocha Silveira, que através de estudos preliminares verificou que a espécie *Myracrodruon urundeuva* possuía diferentes quimiotipos e para nomeá-los ele utilizou a localização geográfica como critério. A localização geográfica para cada quimiotipo encontra-se na Tabela 1. O beneficiamento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza-CE, onde as sementes foram devidamente embaladas em sacos plásticos, em seguida, armazenadas em câmara com temperatura média de 10°C e umidade relativa de 60% por dois anos.

Tabela 01 – Localização geográfica dos quimiotipos da espécie *Myracrodruon urundeuva*.

Quimiotipo	Coordenadas		Local
	Latitude sul	Longitude oeste	
CE3	04°43.370'	38°05.182'	Quilômetro 05 da BR-116 do estado do Ceará.
RN3	05°00.928	037°47.817'	Quilômetro 15 da CE-105 do estado Ceará.
RN2	05°01.356'	037°43.371'	Quilômetro 10 da RN- 15 do estado do Rio Grande do Norte.
RN2'	05°02.259'	037°41.768'	Quilômetro 7.3 da RN-15 do estado do Rio Grande do Norte.

Fonte: Dr. Edilberto Rocha Silveira

2.2 Biometria dos frutos-semente

A descrição da morfologia externa dos frutos-semente de cada quimiotipo foi realizada no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia da UFC/CCA durante o mês de março de 2012, onde foi utilizada uma amostra de 100 frutos-semente, escolhidas aleatoriamente, observando a forma, a coloração e o peso de mil frutos-semente. Para a realização do peso de mil sementes seguiu-se a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009A).

Na avaliação da biometria das sementes de cada quimiotipo, utilizou-se de amostra composta por 100 sementes para as mensurações do comprimento e diâmetro. A aferição do comprimento foi realizada na região compreendida entre a base e o ápice das

sementes. Para a largura, as sementes foram medidas na região mediana central (Figura 1). As medições foram realizadas mediante a utilização de um paquímetro digital com resolução de 0,01mm.

Figura 1 - Ilustração das características biométricas mensuradas.



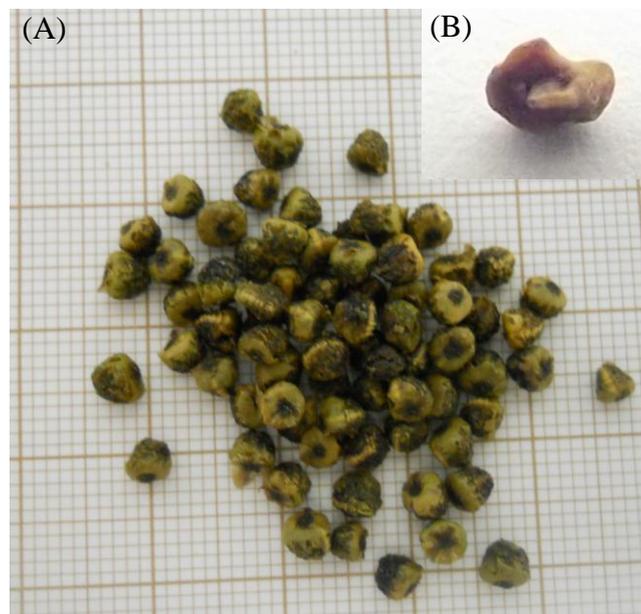
Segundo Silva *et al.* (1999) a análise dos dados de biometria foi realizada através de histogramas e polígonos de frequência, e em auxílio à referida representação gráfica da distribuição das variáveis biométricas foram construídos gráficos em boxplot.

3 RESULTADOS

3.1 Aspectos morfológicos da semente de *Myracrodruon urundeuva*

O fruto-semente é uma drupa globosa ou ovoide, com um cálice persistente. O epicarpo é castanho-escuro e rugoso (Figura 2A). O pireno (semente com endocarpo) é córneo-cartilaginoso, castanho-claro, tetra-anguloso, com ângulos salientes e irregulares (Figura 2B).

Figura 2 – Ilustração das sementes (A) e do pireno (B) de *Myracrodruon urundeuva*.



Fonte: Autor, 2013

3.2. Quimiotipo CE3

O peso de mil sementes apresentou média de 14,56 g; logo em 1 kg tem-se aproximadamente 68.681 sementes.

A representação gráfica do histograma e do polígono de frequência revelou uma distribuição bimodal para o comprimento (Figura 3A), com picos representados pelos pontos médios 3,53 mm e 3,65 mm. A curva, para tal característica, teve um comportamento assimétrico negativo, apresentando um índice quartílico de assimetria igual à $-0,24$. O

comprimento das sementes variou entre 3,11 mm e 4,3 mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com comprimento até 3,45 mm, para o 2º quartil (50%) amostras com comprimento até 3,58 mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com comprimento até 3,66 mm (Figura 3B). Desvio padrão igual a 0,18 mm e coeficiente de variação igual a 5,04%.

Figura 3 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo CE3.

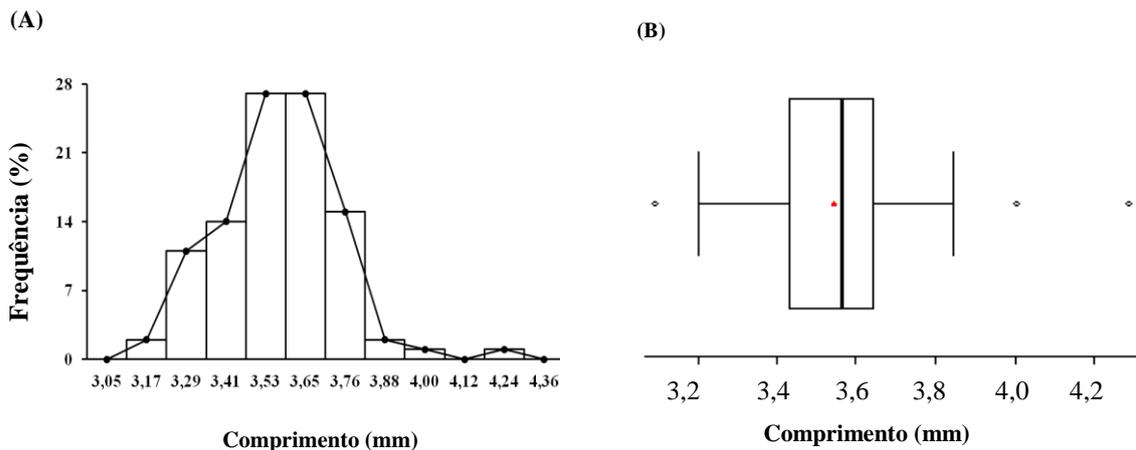
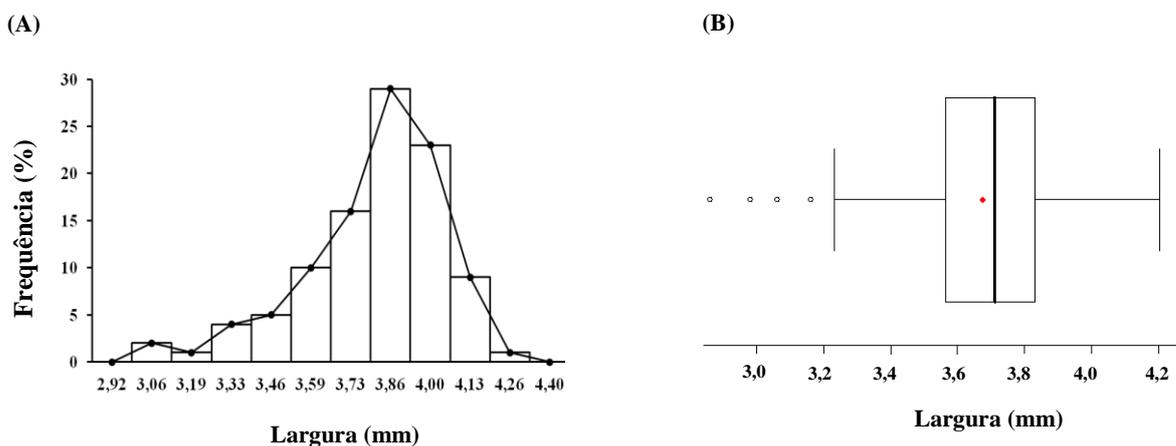


Figura 4 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo CE3.



Para a largura, observou-se uma distribuição unimodal, com pico no ponto médio 3,86 mm (Figura 4A). A curva, para tal característica, teve um comportamento assimétrico negativo, apresentando um índice quartílico de assimetria igual à $-0,10$. Foram encontrados valores mínimo e máximo iguais a 2,99 mm e 4,33 mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com largura até 3,69 mm, para o 2º quartil (50%) amostras com largura até 3,84 mm,

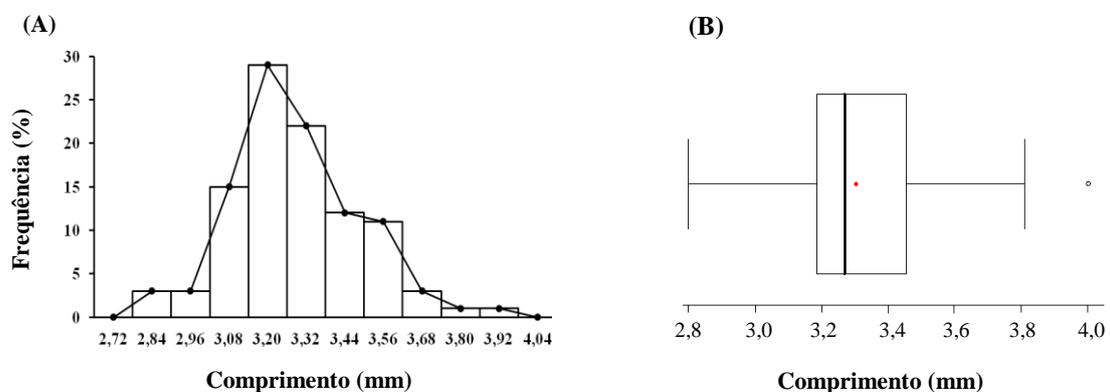
e para o 3º quartil (75%) amostras com largura até 3,96 mm (Figura 4B). O desvio padrão foi igual a 0,23 mm e o coeficiente de variação igual a 6,16%.

3.3 Quimiotipo RN3

O peso de mil sementes apresentou média de 15,05 g, logo em 1 kg tem-se aproximadamente 66.455 sementes.

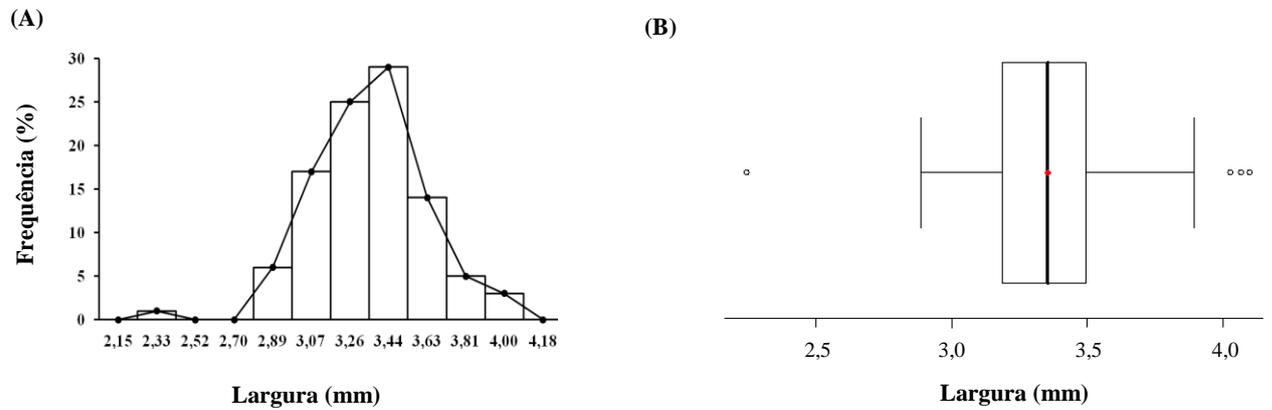
A representação gráfica do histograma e do polígono de frequência revelou uma distribuição unimodal para o comprimento (Figura 5A), com pico representado pelo ponto médio 3,20 mm. O comportamento desta curva foi assimétrico positivo forte. O comprimento das sementes variou entre 2,78 mm e 3,98 mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com comprimento até 3,16 mm, para o 2º quartil (50%) amostras com comprimento até 3,25 mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com comprimento até 3,44 mm (Figura 5B). O desvio padrão foi igual a 0,21 mm e o coeficiente de variação igual a 6,31%.

Figura 5 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo RN3.



Para a largura, observou-se uma distribuição unimodal, com pico no ponto médio 3,44 mm (Figura 6A). Sua curva se mostrou assimétrica positiva com um índice quartílico igual a 0,36. Foram encontrados valores mínimo e máximo iguais a 2,24 mm e 4,09 mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com largura até 3,18 mm, para o 2º quartil (50%) amostras com largura até 3,35 mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com largura até 3,49 mm (Figura 6B). O desvio padrão foi igual a 0,27 mm e o coeficiente de variação igual a 8,15%.

Figura 6 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo RN3.

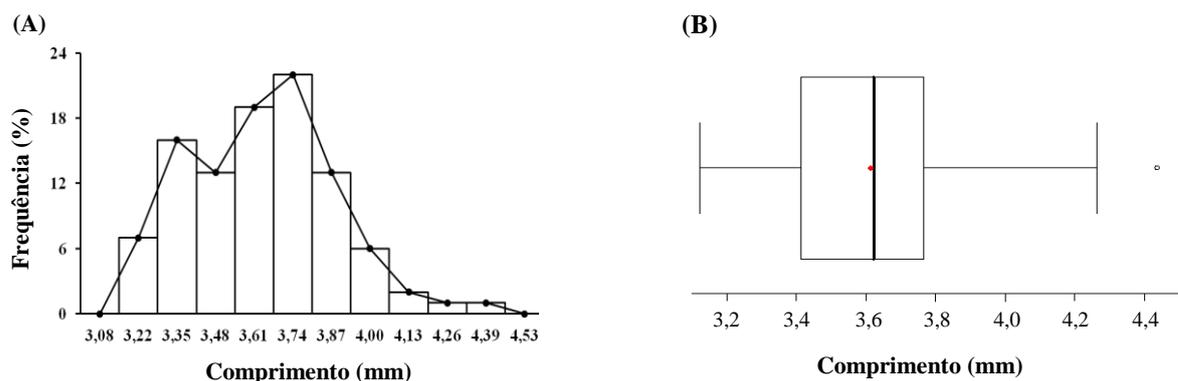


3.4 Quimiotipo RN2

O peso de mil sementes apresentou média de 15,17 g, logo em 1 kg tem-se aproximadamente 65.920 sementes.

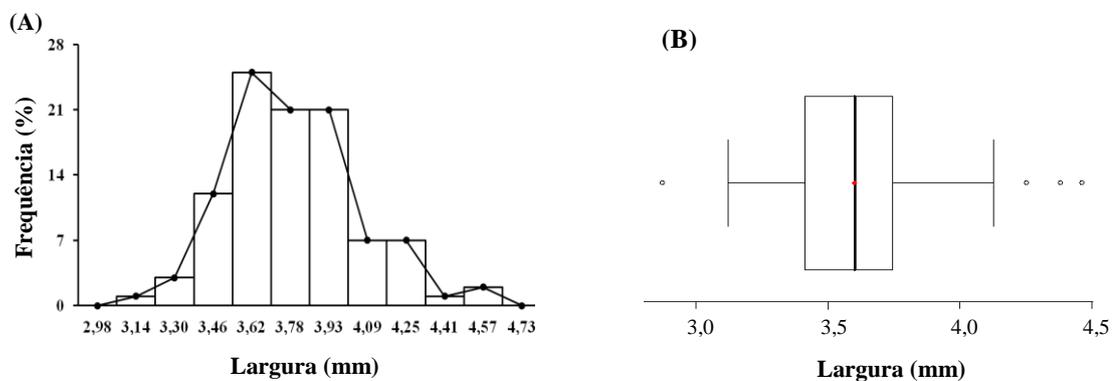
A representação gráfica do histograma e do polígono de frequência revelou uma distribuição unimodal, assimétrica negativa moderada para o comprimento (Figura 7A). O comprimento das sementes variou entre 3,15 mm e 4,46 mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com comprimento até 3,44 mm, para o 2º quartil (50%) amostras com comprimento até 3,65 mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com comprimento até 3,79 mm (Figura 7B). O desvio padrão foi igual a 0,25 mm e o coeficiente de variação igual a 6,82%.

Figura 7 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo RN2.



Observou-se uma distribuição unimodal, assimétrica negativa fraca para a largura (Figura 7B), com um índice quartílico igual a $-0,21$. Foram encontrados valores mínimo e máximo iguais a $3,06$ mm e $4,65$ mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com largura até $3,60$ mm, para o 2º quartil (50%) amostras com largura até $3,79$ mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com largura até $3,94$ mm (Figura 8B). O desvio padrão foi igual a $0,28$ mm e o coeficiente de variação igual a $7,32\%$.

Figura 8 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo RN2.

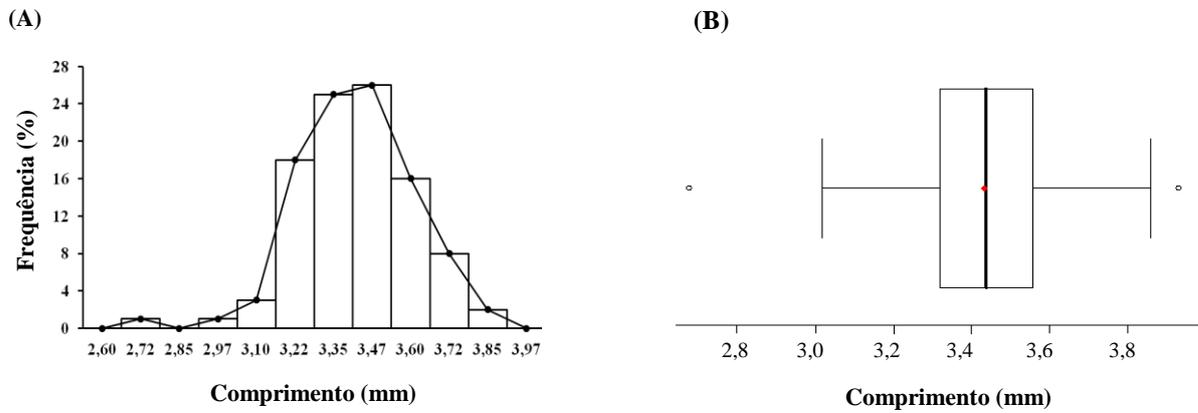


3.5 Quimiotipo RN2'

O peso de mil sementes apresentou média de $12,93$ g, logo em 1 kg tem-se aproximadamente 77.340 sementes.

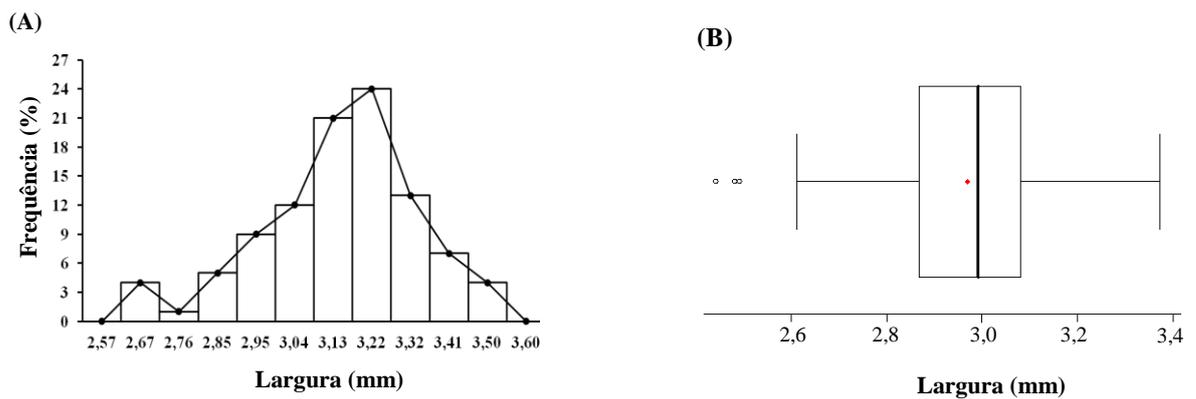
O índice quartílico de assimetria para o comprimento foi igual a zero, caracterizando assim a curva da distribuição de frequência como simétrica. Essa distribuição é unimodal e apresenta seu pico no ponto médio $3,47$ mm (Figura 9A). O comprimento das sementes variou entre $2,66$ mm e $3,91$ mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com comprimento até $3,30$ mm, para o 2º quartil (50%) amostras com comprimento até $3,42$ mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com comprimento até $3,54$ mm (Figura 9B). O desvio padrão foi igual a $0,19$ mm e o coeficiente de variação igual a $5,62\%$.

Figura 9 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) do comprimento de 100 sementes do quimiotipo RN2’.



A distribuição das classes para largura é unimodal com pico no ponto médio 3,22 mm (Figura 10A). A curva dessa distribuição apresenta um comportamento assimétrico negativo fraco. Os valores mínimo e máximo observados foram iguais a 2,62 mm e 3,55 mm, tendo-se para o 1º quartil (25%) amostras com largura até 3,04 mm, para o 2º quartil (50%) amostras com largura até 3,17 mm, e para o 3º quartil (75%) amostras com largura até 3,27 mm (Figura 10B). O desvio padrão foi igual a 0,19 mm e o coeficiente de variação igual a 6,20%.

Figura 10 – Histograma e polígono de frequência (A) e Blox Plot (B) da largura de 100 sementes do quimiotipo RN2’.



4 DISCUSSÃO

Características morfológicas como cor, textura e tamanho das sementes dependem da interação entre o ambiente e seu material genético. Observou-se que não houve diferença entre os quimiotipos quanto à morfologia. Esta observação, provavelmente, se deve ao fato de todos os quimiotipos pertencerem à mesma espécie, possuindo provavelmente o mesmo material genético. Barroso *et al.* (2000) fizeram uma descrição semelhante do fruto-semente, caracterizando-o como globoso, com mesocarpo resinoso de consistência firme, perfeitamente individualizado, que pode ser separado em duas partes.

O peso de mil sementes nos permite inferir o tamanho e o número de sementes. Este parâmetro está intrinsecamente ligado ao teor de água das sementes, que é influenciado pela idade e tempo de colheita da semente. Andrade (2012), estudando *Myracrodruon urundeuva*, encontrou um valor de 14,49 g para o peso de mil sementes, valor próximo ao encontrado para o quimiotipo CE3, de 14,56g.

As sementes podem possuir estruturas que facilitam a sua dispersão pelo vento como alas e plumas, devendo ser colhidas ainda na árvore, com os frutos fechados (WETZEL *et al.*, 2011). Logo, o estudo da morfologia, tamanho e peso das sementes permitem conhecer o tipo de dispersão das sementes e conseqüentemente qual o melhor método de colheita para se realizar o beneficiamento. Os frutos-semente da *Myracrodruon urundeuva* são facilmente dispersados pelo vento, uma vez que seus frutos são pequenos, leves e possuem cálice persistente. Portanto a coleta desses frutos deve ser realizada diretamente da árvore.

A etapa de separação no trabalho de beneficiamento é extremamente exigente quanto às características morfobiométricas das sementes. Durante esta etapa vários critérios da morfobiometria são levados em consideração, como por exemplo a cor, a textura e o tamanho das sementes. Levando em consideração o comprimento das sementes, os quimiotipos CE3 e RN2' apresentaram 75% das suas sementes um comprimento inferior a 3,64 mm, portanto, seriam indicados uma peneira de crivo circular e diâmetro de 3,50 mm. Os quimiotipos RN3 e RN2 apresentaram 75% das suas sementes um comprimento inferior a 3,42 mm, sendo indicados uma peneira de crivo circular e diâmetro 3,30 mm. Andrade (2012) sugere uma peneira de crivos circulares com diâmetros entre 3,35 e 4,35 mm, pois 90% da massa destas sementes ficariam retidas nessas peneiras, adotando a largura como referência.

Os quatro quimiotipos apresentaram baixos valores para o desvio padrão e coeficiente de variação, permitindo-nos inferir que as características biométricas avaliadas ocorreram em baixa dispersão absoluta e relativa.

5 CONCLUSÕES

Morfológicamente não houve distinção entre os frutos-semente dos quimiotipos CE3, RN3, RN2 e RN2'. O fruto-semente é uma drupa globosa, com coloração castanho-escuro e superfície rugosa. O pireno é córneo-cartilaginoso, castanho-claro, tetra-anguloso, com ângulos salientes e irregulares,

A biometria dos frutos-sementes mostrou que estes podem ser classificados, de acordo com o seu tamanho, como pequenos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, Haynna Fernandes *et al.* Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265. 2010.
- ANDRADE, Israel Lopes. **Morfologia de sementes, plântulas e crescimento inicial de cinco espécies da caatinga**. 2012, 70p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- AMORIM, Isaac Lucena de *et al.* Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.3, p.507-516. 2008.
- ARAÚJO NETO, João Correia *et al.* Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 1, p.203-211. 2002.
- BARROSO, Graziela Maciel; MORIM, Marli Pires; PEIXOTO; Ariane Luna; ICHASO, Carmen Lúcia Falcão. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/CLAV, 2009, 362p.
- DEMINICIS, B. B. *et al.* Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de zootecnia**, vol. 58(R), p. 36, 2008.
- GUERRA, Maria Elane de Carvalho; FILHO, Sebastião Medeiros; GALLÃO, Maria Izabel. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, v. 12, n. 04, p. 322-328. 2006.
- MATHEUS, Miele Tallon; LOPES, José Carlos. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 3, p. 08-17. 2007.
- OLIVEIRA, Ademir Kleber Morbeck de; SCHLEDER, Eloty Dias; FAVERO, Silvio. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p. 25-32, 2006.
- PAOLI, Adelita Aparecida Sartori; BIANCONI, André. 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.
- SILVA, Ermes Medeiros *et al.* **Estatística para os cursos de: economia, administração e ciências contábeis**. 3ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999. 189p.
- WETZEL, Maria Magaly Velloso da Silva *et al.* **Semeando o Bioma Cerrado: beneficiamento, embalagem e armazenamento de sementes**. Brasília. 2011. 32p.

CAPÍTULO 3 - MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO E DE PLÂNTULAS DE QUATRO QUIMIOTIPOS DE *Myracrodruon urundeuva* Allemão

RESUMO

O estudo dos aspectos morfológicos da germinação e de plântulas contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais. Serve de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para uma melhor compreensão do processo de estabelecimento da espécie em condições naturais da floresta. Este trabalho teve por objetivo descrever os aspectos morfológicos da germinação e de plântulas de quatro quimiotipos da espécie *Myracrodruon urundeuva*: CE3, RN3, RN2 e RN2'. Foram semeadas 100 sementes, para cada quimiotipo, em copos plásticos de 300 ml, preenchidos com substrato composto pela mistura de vermiculita e húmus de minhoca na proporção volumétrica de 3:1. Após a realização da semeadura, foram feitas observações diariamente, durante 30 dias a fim de acompanhar todo o processo de germinação e desenvolvimento das plântulas dos quimiotipos em estudo. As observações foram registradas mediante fotografias digitais que posteriormente sofreram tratamento com a utilização do *software* GIMP 2.8 e em seguida foram dispostas de forma sequenciada para melhor visualização dos processos de desenvolvimento ocorridos durante o estudo. Todos os quimiotipos avaliados apresentam germinação do tipo epígea fanerocotiledonar. Observou-se que os quimiotipos analisados, na fase de plântula, investem mais no crescimento das raízes do que da parte aérea.

Palavras-chave: Aroeira. Plântula. Epígea fanerocotiledonar.

CHAPTER 3 - GERMINATING MORPHOLOGY AND SEEDLINGS OF FOUR OF SPECIES CHEMOTYPES *Myracrodruon urundeuva* Allemão

ABSTRACT

The study of the morphological aspects of germination and seedling helps us to improve knowledge of the reproductive process of the plant species. Can help in the production of seedlings, as well as being essential for a better understanding of the process of establishment of the species in natural forest conditions. This study aimed to describe morphological aspects of germination and seedling four chemotypes of *Myracrodruon urundeuva* species: CE3, RN3, RN2 and RN2'. One hundred seeds were sown for each chemotype in 300 ml plastic cups, filled with a substrate composed of the mixture of vermiculite and worm humus in the volumetric ratio of 3:1. Upon completion of seeding, observations were made daily for 30 days to monitor the entire process of germination and seedling development of chemotypes studied. The observations were recorded by digital photographs that subsequently suffered treatment using GIMP 2.8 software and were then arranged so sequenced for better visualization of the development processes occurred during the study. All reviews chemotypes present germination are or the type epigeal phanerocotylar. It was observed that the chemotypes analyzed at seedling stage, invest more in growth of roots than of shoots.

Keywords: Aroeira. Seedling. Epigaeous phanerocotylar.

1 INTRODUÇÃO

Para vários autores o grande empecilho de se estudar a morfologia e o comportamento das espécies em seu habitat é sua correta identificação. Portanto, o estudo da morfologia de sementes e de plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento contribui para avançar o conhecimento da biologia reprodutiva das espécies vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para uma melhor compreensão do estabelecimento da espécie em condições naturais da floresta (GUERRA *et al.*, 2006).

Segundo Abud *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 morfo-anatômico integral da espécie. Muitas vezes, a longa duração do período de germinação e/ou o lento desenvolvimento inicial das plântulas, são comportamentos próprios das espécies, pouco conhecidos e, portanto, não considerados no planejamento e no processo de produção (LEONHARDT *et al.*, 2008).

Cunha e Ferreira (2003) afirmam que o reconhecimento de plantas, a partir de plântulas, é uma tarefa que dificilmente é completada, uma vez que os caracteres externos nos estádios iniciais de desenvolvimento podem ser diferentes daqueles observados no indivíduo adulto ou em plantas de espécies e gêneros afins. Logo, o estudo da morfologia do desenvolvimento pós-seminal fornece importantes informações sob o ponto de vista taxonômico, no que diz respeito ao conhecimento das estruturas essenciais da plântula ao longo de seu desenvolvimento, possibilitando a caracterização da espécie (SILVA *et al.*, 2007).

No Brasil, apesar do número crescente de trabalhos, devido à riqueza da flora, há ainda carência de pesquisas que proporcionem o conhecimento das espécies nativas, principalmente em seus estádios iniciais de desenvolvimento, e que possam servir de referência e subsídio para os programas de recuperação e manejo de áreas naturais (LEONHARDT *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009).

Devido à importância e a escassez de informações sobre a morfologia da germinação e dos estádios iniciais de plântulas de quimiotipos dessa espécie, esse trabalho teve como objetivo caracterizar a morfologia da germinação e de plântulas de quatro quimiotipos da espécie *M. urundeuva*: CE3, RN3, RN2 e RN2'.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia da UFC/CCA durante os meses de janeiro e fevereiro de 2012.

Para a realização da morfologia de plântulas, procedeu-se a semeadura utilizando 100 sementes para cada quimiotipo. No processo de semeadura, foram utilizados copos plásticos de capacidade de 300 ml e uma semente por copo. Os copos foram perfurados ao fundo e preenchidos com substrato composto pela mistura de vermiculita média (Urimamã Mineração®) e húmus de minhoca (Fértil vida®) na proporção volumétrica de 3:1 (v/v), os quais permaneceram em casa de vegetação com nebulização intermitente no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza-CE, durante 30 dias.

Para a realização da caracterização morfológica das plântulas das espécies em estudo, foram feitas avaliações diárias registradas por fotografias digitais, imagens que foram tratadas através da utilização do *software* GIMP 2.8 e dispostas de forma sequenciada para melhor visualização do processo de germinação e formação das plântulas. As descrições morfológicas foram realizadas segundo o procedimento citado por Souza (2009).

3 RESULTADOS

3.1 Quimiotipo CE3

O epicarpo é membranáceo, facilmente hidratado em meio à solução do substrato, e não necessita de tratamento pré-germinativo. A largura e o comprimento, após a embebição, passaram a medir, respectivamente, 3,73 mm e 3,93 mm (Figura 11A).

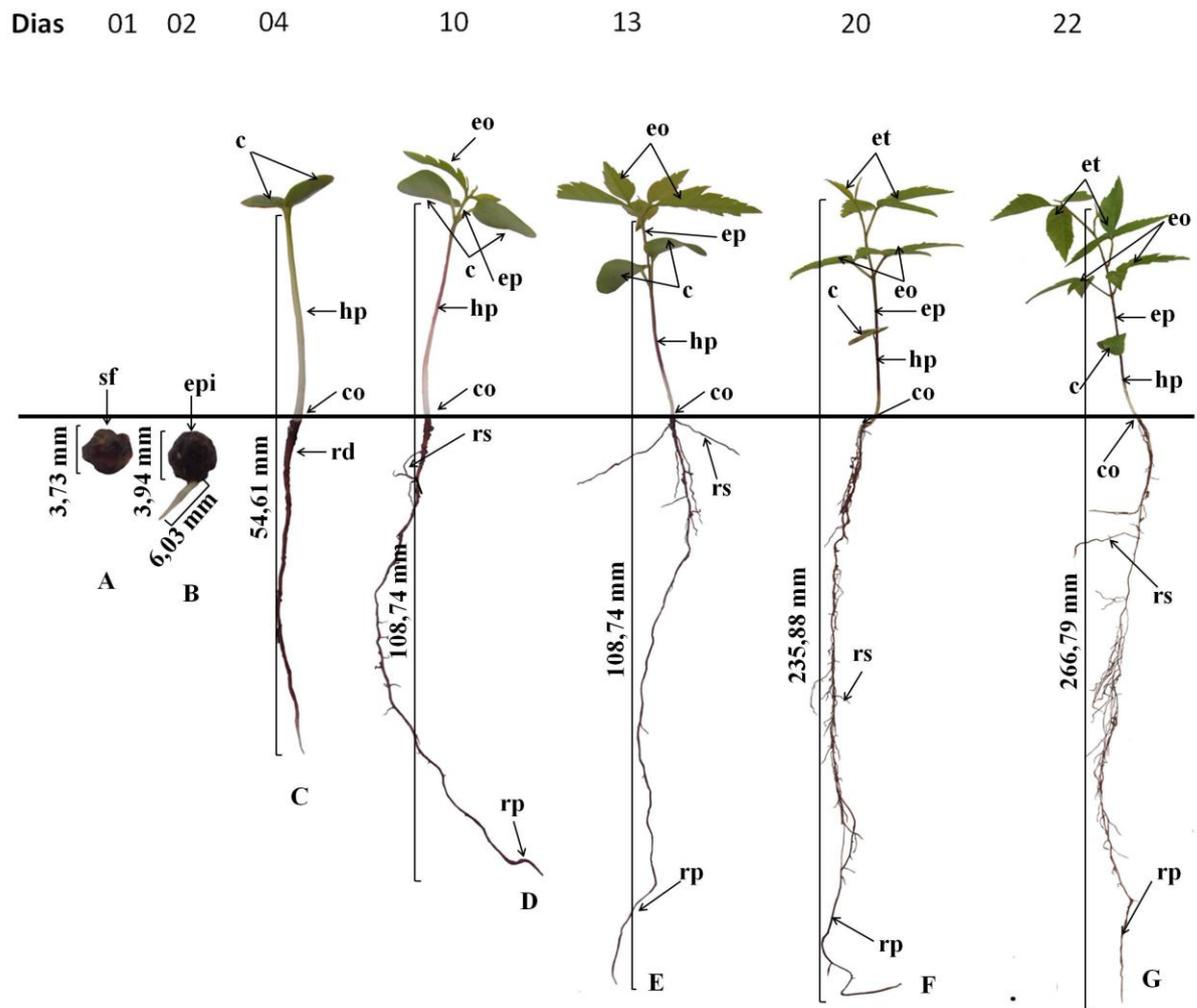
A germinação foi do tipo epígea fanerocotiledonar, observada ao 2º dia após a sementeira. A radícula apresentou coloração esbranquiçada, cilíndrica e lisa, com 6,03 mm de comprimento (Figura 11B).

A diferença de coloração entre o hipocótilo (esbranquiçado) e a raiz primária (roxa) permitiu a fácil visualização do colo (Figura 11C). O hipocótilo com formato cilíndrico e superfície lisa exibiu na região mais próxima da superfície uma coloração esbranquiçada e na região cotiledonar apresentou uma pigmentação que variou de verde claro (nos primeiros dias após a sementeira) a verde escuro.

Os cotilédones são peciolados, foliáceos, formato parabólico com ápice obtuso, superfície e margem lisa, permanecendo até a fase de tirodendro. Completamente acima da superfície apresentou comprimento de 4,95 mm e largura de 4,18 mm (Figura 11C). O epicótilo (formato cilíndrico, superfície lisa e coloração verde escura) apareceu no 10º dia após a sementeira, marcando o aparecimento do primeiro eófilo (Figura 11D). Os eófilos constituídos por folhas pecioladas e compostas trifoliadas. Os folíolos possuem formato lanceolado, com ápice agudo e margens denteadas (Figura 11E). A plântula apresentou, ao 13º dia após a sementeira, seu segundo eófilo e a parte aérea atingiu 33,99 mm de altura (Figura 11E).

A fase de tirodendro se iniciou ao 20º dia após a sementeira e formação completa do primeiro eófilo do tirodendro (Figura 11F). O segundo eófilo do tirodendro apareceu ao 22º dia, completando a fase de tirodendro (Figura 11G). O tirodendro mostrou filotaxia oposta cruzada e aos 22 dias após a sementeira possuía as seguintes medidas: 1,01 mm de diâmetro do colo, 62,89 mm de comprimento da parte aérea e 203,90 mm de comprimento da raiz, com um comprimento total de 266,79 mm. Não houve distinção morfológica entre seus eófilos.

Figura 11 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo CE3: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo).



3.2 Quimiotipo RN3

A largura e o comprimento, após a embebição, passaram a medir, respectivamente, 3,27 mm e 2,68 mm (Figura 12A).

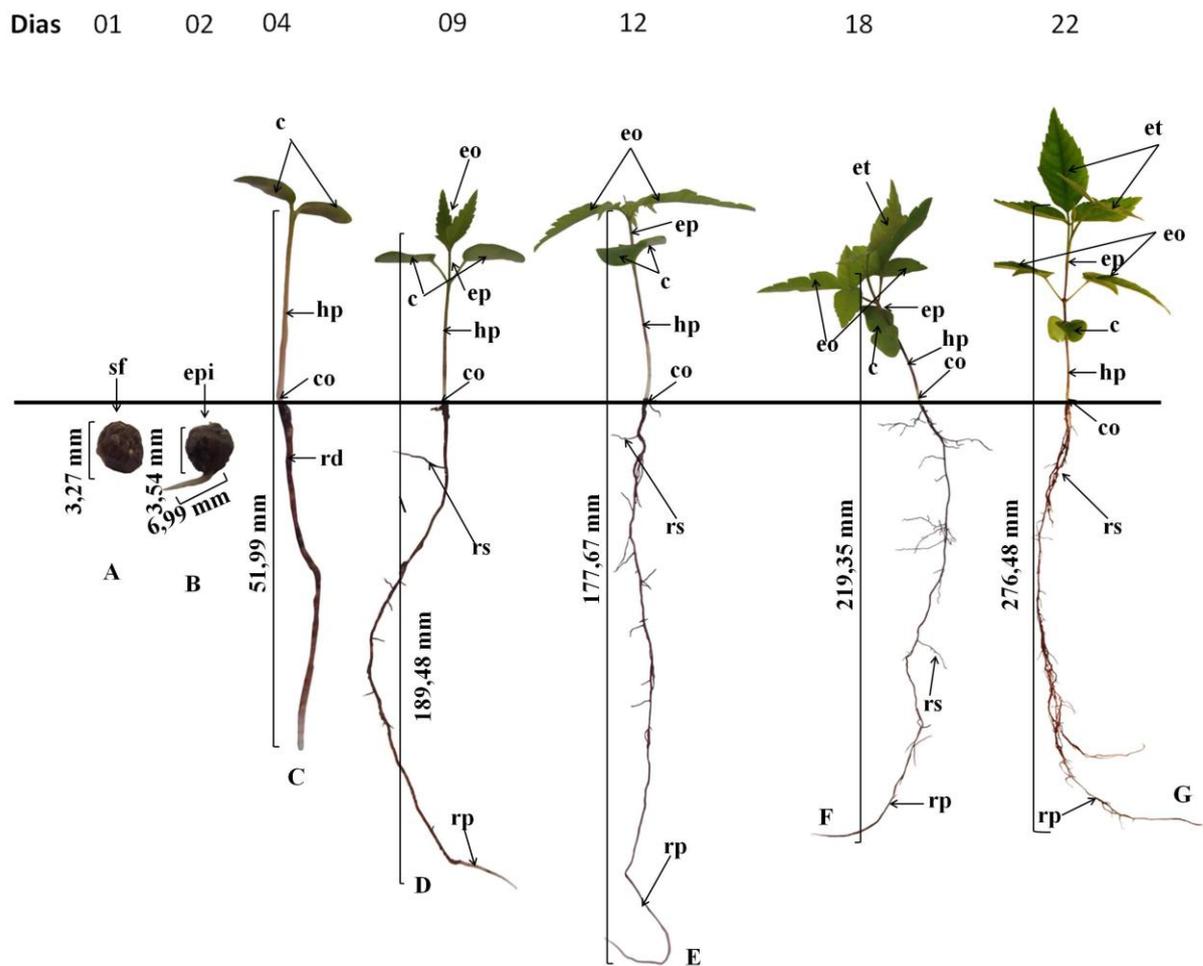
A germinação foi do tipo epígea fanerocotiledonar, observada ao 2º dia após a sementeira. A radícula apresentou coloração esbranquiçada, cilíndrica e lisa, com 6,99 mm de comprimento (Figura 12B).

A diferença de coloração entre o hipocótilo (esbranquiçado) e a raiz primária (roxa) permitiu a fácil visualização do colo (Figura 12C). O hipocótilo com formato cilíndrico e superfície lisa exibiu na região mais próxima da superfície uma coloração esbranquiçada e na região cotiledonar apresentou uma pigmentação que variou de verde claro (nos primeiros dias após o sementeira) a verde escuro.

Os cotilédones são peciolados, foliáceos, formato parabólico com ápice obtuso, superfície e margem lisa, permanecendo até a fase de tirodendro; completamente acima da superfície apresentou comprimento de 4,50 mm e largura de 3,15 mm (Figura 12C). O epicótilo (formato cilíndrico, superfície lisa e coloração verde escura) apareceu no 9º dia após o sementeira, marcando o aparecimento do primeiro eófilo (Figura 12D). Os eófilos constituídos por folhas pecioladas e compostas trifoliadas. Os folíolos possuem formato lanceolado, com ápice agudo e margens denteadas (Figura 12E). A plântula apresentou, no 12º dia após a sementeira, seu segundo eófilo e a parte aérea atingiu 34,89 mm de altura (Figura 12E).

A fase de tirodendro se iniciou ao 18º dia após a sementeira e formação completa do primeiro eófilo do tirodendro (Figura 12F). O segundo eófilo do tirodendro apareceu ao 22º dia, completando a fase de tirodendro (Figura 12G). O tirodendro mostrou filotaxia oposta cruzada e aos 22 dias após a sementeira possuía as seguintes medidas: 1,16 mm de diâmetro do colo, 67,48 mm de comprimento da parte aérea e 209 mm de comprimento da raiz, com um comprimento total de 276,48 mm. Não houve distinção morfológica entre seus eófilos.

Figura 12 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo RN3: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo).

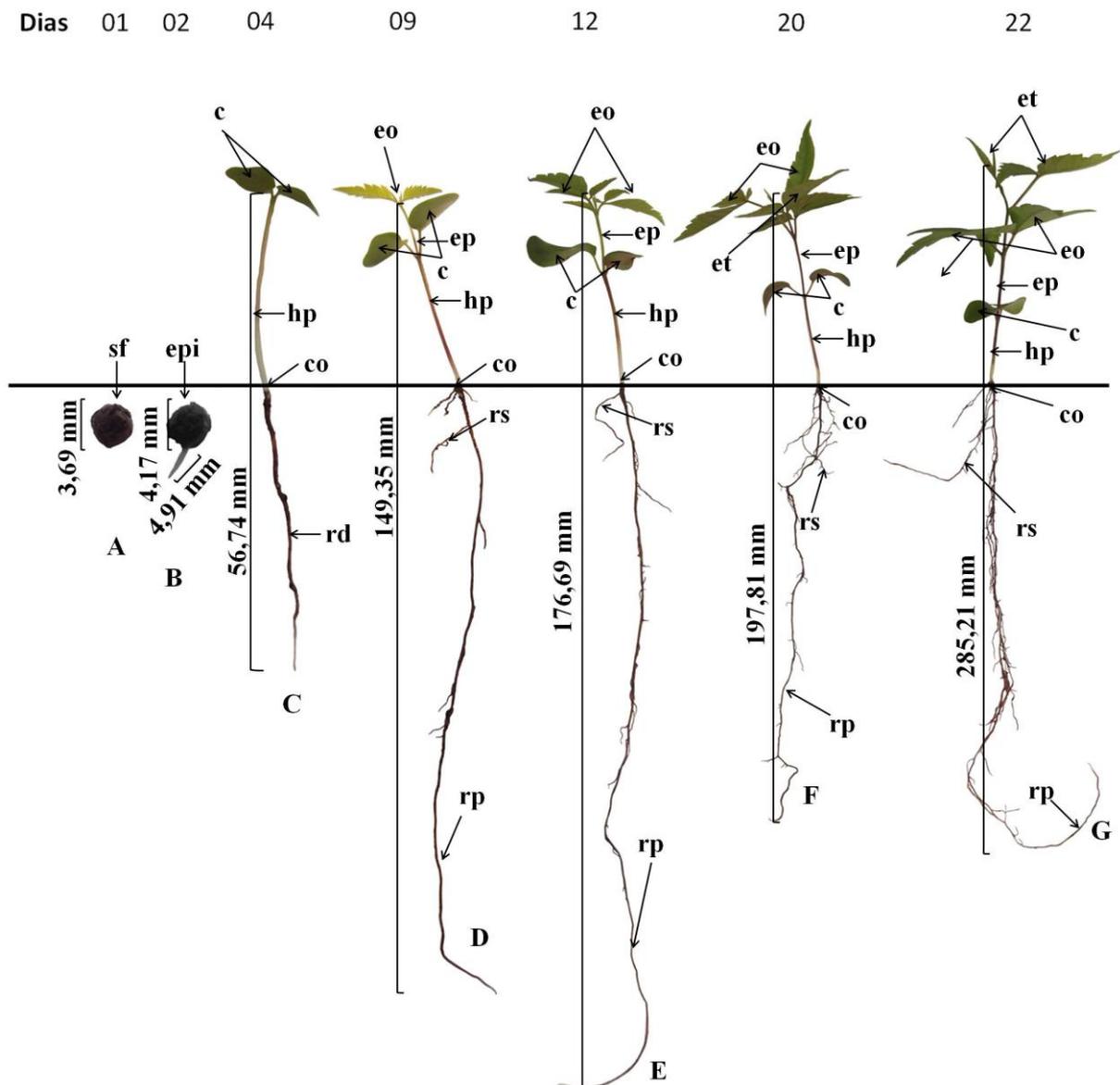


3.3 Quimiotipo RN2

A largura e o comprimento, após a embebição, passaram a medir, respectivamente, 3,69 mm e 3,90 mm (Figura 13A).

A germinação foi do tipo epígea fanerocotiledonar, observada ao 2º dia após a semeadura. A radícula apresentou coloração esbranquiçada, cilíndrica e lisa, com 6,99 mm de comprimento (Figura 13B).

Figura 13 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo RN2: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo).



A diferença de coloração entre o hipocótilo (esbranquiçado) e a raiz primária (roxa) permitiu a fácil visualização do colo (Figura 13C). O hipocótilo com formato cilíndrico e superfície lisa exibiu na região mais próxima da superfície uma coloração esbranquiçada e

na região cotiledonar apresentou uma pigmentação que variou de verde claro (nos primeiros dias após a sementeira) a verde escuro.

Os cotilédones são peciolados, foliáceos, formato parabólico com ápice obtuso, superfície e margem lisa, permanecendo até a fase de tirodendro; completamente acima da superfície apresentou comprimento de 5,70 mm e largura de 5,68 mm (Figura 13C). O epicótilo (formato cilíndrico, superfície lisa e coloração verde escura) apareceu no 9º dia após a sementeira, marcando o aparecimento do primeiro eófilo (Figura 13D). Os eófilos constituídos por folhas pecioladas e compostas trifoliadas. Os folíolos possuem formato lanceolado, com ápice agudo e margens denteadas (Figura 13E). A plântula apresentou, no 12º dia após a sementeira, seu segundo eófilo e a parte aérea atingiu 35,39 mm de altura (Figura 13E).

A fase de tirodendro se iniciou ao 20º dia após a sementeira e formação completa do primeiro eófilo do tirodendro (Figura 13F). O segundo eófilo do tirodendro apareceu ao 22º dia, completando a fase de tirodendro (Figura 13G). O tirodendro mostrou filotaxia oposta cruzada e aos 22 dias após a sementeira possuía as seguintes medidas: 1,26 mm de diâmetro do colo, 65,25 mm de comprimento da parte aérea e 221 mm de comprimento da raiz, com um comprimento total de 285,21 mm. Não houve distinção morfológica entre seus eófilos.

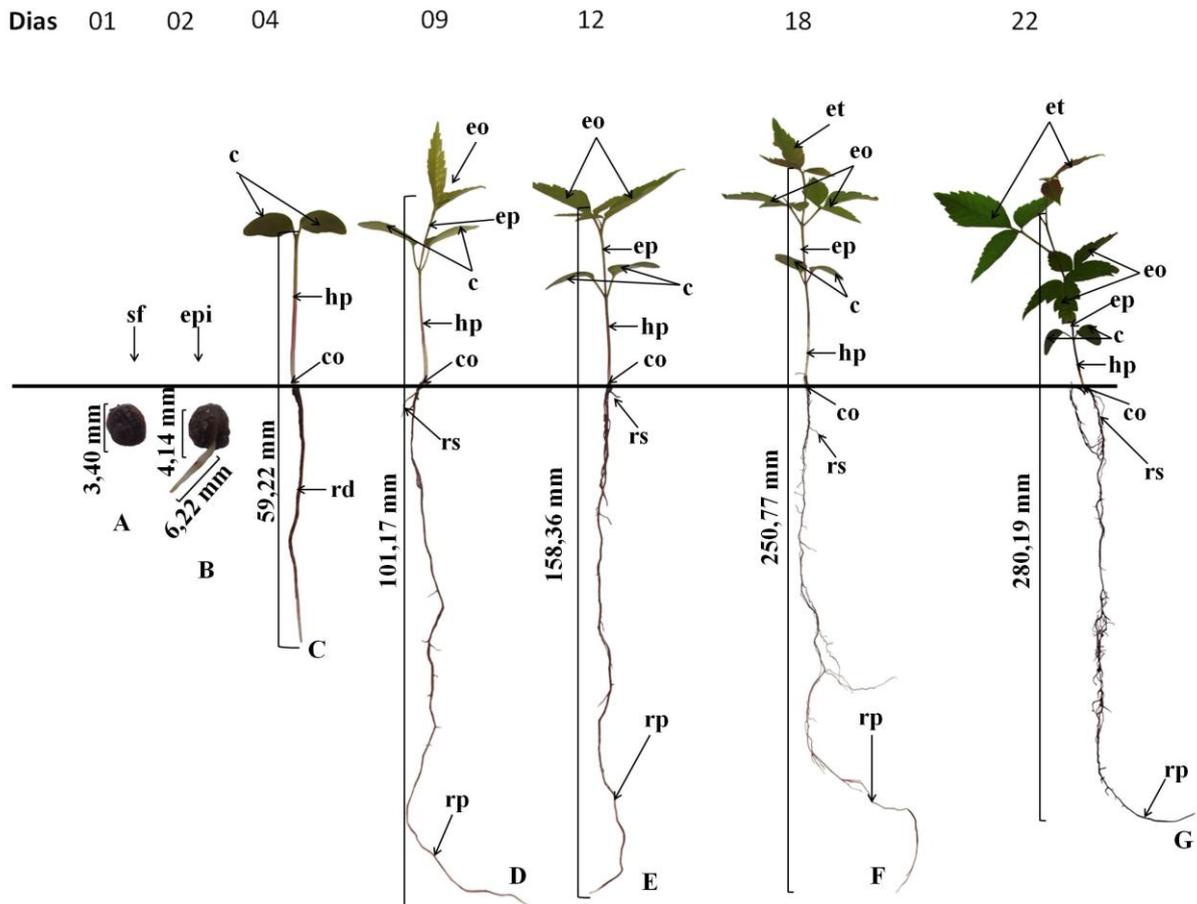
3.4 Quimiotipo RN2'

A largura e o comprimento, após a embebição, passaram a medir, respectivamente, 3,40 mm e 2,59 mm (Figura 14A).

A germinação foi do tipo epígea fanerocotiledonar, observada ao 2º dia após a sementeira. A radícula apresentou coloração esbranquiçada, cilíndrica e lisa, com 6,22 mm de comprimento (Figura 14B).

A diferença de coloração entre o hipocótilo (esbranquiçado) e a raiz primária (roxa) permitiu a fácil visualização do colo (Figura 14C). O hipocótilo com formato cilíndrico e superfície lisa exibiu na região mais próxima da superfície uma coloração esbranquiçada e na região cotiledonar apresentou uma pigmentação que variou de verde claro (nos primeiros dias após a sementeira) a verde escuro.

Figura 14 – Aspectos morfológicos da germinação e de plântula de *Myracrodruon urundeuva* do quimiotipo RN2: A – semente embebida, B – semente em processo de germinação, C – semente germinada, D e E – plântula em várias fases de desenvolvimento, F e G – tirodendro em várias fases de desenvolvimento. (c = cotilédone; co = colo; eo = eófilo; ep = epicótilo; et = eófilo do tirodendro; hp = hipocótilo; rd = radícula; rp = raiz principal; rs = raiz secundária; sf = semente-fruto; epi = epicarpo).



Os cotilédones são peciolados, foliáceos, formato parabólico com ápice obtuso, superfície e margem lisa, permanecendo até a fase de tirodendro; completamente acima da superfície apresentou comprimento de 4,95 mm e largura de 4,18 mm (Figura 14C). O epicótilo (formato cilíndrico, superfície lisa e coloração verde escura) apareceu no 9º dia após a semeadura, marcando o aparecimento do primeiro eófilo (Figura 13D). Os eófilos constituídos por folhas pecioladas e compostas trifoliadas. Os folíolos possuem formato lanceolado, com ápice agudo e margens denteadas (Figura 14E). A plântula apresentou, no 12º dia após a semeadura, seu segundo eófilo e a parte aérea atingiu 33,91 mm de altura (Figura 14E).

A fase de tirodendro se iniciou ao 18º dia após a sementeira e formação completa do primeiro eófilo do tirodendro (Figura14F). O segundo eófilo do tirodendro apareceu ao 22º dia, completando a fase de tirodendro (Figura 14G). O tirodendro mostrou filotaxia oposta cruzada e aos 22 dias após a sementeira possuía as seguintes medidas: 0,92 mm de diâmetro do colo, 63,29 mm de comprimento da parte aérea e 216,90 mm de comprimento da raiz, com um comprimento total de 280,19 mm. Não houve distinção morfológica entre seus eófilos.

4 DISCUSSÃO

A plântula é a fase mais crítica no ciclo de vida da planta, cuja sobrevivência está diretamente ligada à capacidade de germinar e aprofundar rapidamente as raízes no solo, durante a estação chuvosa. Logo, estratégias sobre o crescimento inicial das essências florestais são importantes para a produção de mudas e seu aproveitamento em programas de reflorestamento, principalmente quando se trata de espécies da Caatinga, ecossistema exclusivamente brasileiro, cientificamente menos conhecido e pouco protegido (FIGUEIRÔA *et al.*, 2004).

A deficiência hídrica geralmente é considerada um fator limitante da germinação de sementes não-dormentes, afetando a percentagem, a velocidade e a uniformidade da germinação (MARCOS FILHO, 2005). As sementes dos quimiotipos estudados não possuem dormência, apresentam tegumento membranáceo, possuindo assim, uma grande facilidade e rapidez de embebição. As sementes ortodoxas são tolerantes a desidratação, conseguindo assim, sobreviver em condições adversas como o stress hídrico. Segundo Medeiros *et al.* (2000), as sementes de *M. urundeuva* podem ser classificadas, fisiologicamente, como ortodoxas pois toleram a desidratação a aproximadamente 6,0% e conservação a baixas temperaturas.

A germinação observada foi do tipo epígea fanerocotiledonar, ou seja, os cotilédones são expostos após a germinação, permitindo assim, que os cotilédones participem das atividades fotossintéticas. A espécie apresentou cotilédones foliáceos e fotossintéticos que persistem até a fase de tirodendro. Característica esta, que se torna essencial durante o processo de adaptação e sobrevivência da plântula em ambiente natural. Figueirôa *et al.* (2004) constatou que os cotilédones da *M. urundeuva* persistem até os 90 dias de idade e, ressalta que unido ao rápido crescimento da raiz principal garante a sobrevivência da muda em seu habitat.

Os quimiotipos apresentaram um rápido crescimento da raiz quando comparadas a parte aérea. *M. urundeuva* é uma espécie nativa da Caatinga, bioma que é característico pela escassez de chuvas. Segundo Taiz e Zeiger (2009), o balanço funcional entre absorção de água e fotossíntese pela parte aérea é alterado com o déficit hídrico, causando assim um aumento preferencial das raízes em direção a zonas do solo que permanecem úmidas. Portanto o maior razão entre raiz/parte aérea pode ser considerada como uma adaptação da espécie ao déficit hídrico.

As folhas de sol e sombra possuem várias diferenças morfológicas e anatômicas, dentre elas o tamanho, as folhas de sol possuem folhas menores (TAIZ; ZEIGER, 2009). As folhas compostas, por serem subdividas em folíolos, são menores, característica que diminui a área foliar exposta ao sol, diminuindo o superaquecimento das folhas. A menor área foliar em climas quentes também diminui a taxa de transpiração, evitando a perda excessiva de água. Os eófilos da *Myracrodruon urundeuva* são folhas compostas trifoliadas, outra estratégia de sobrevivência dessa espécie para as altas temperaturas da Caatinga.

5 CONCLUSÕES

A germinação das sementes de todos os quimiotipos estudados é epígea fanerocotiledonar.

Todos os quimiotipos tiveram sua germinação a partir do 2º dia após a semeadura e atingiram o estágio de tirodendro ao 22º dia. Somente o quimiotipo CE3 apresentou seu primeiro eófilo ao 10º dia após a semeadura, nos demais o surgimento do primeiro eófilo aconteceu no 9º dia.

O crescimento da parte radicular se mostrou mais rápido que o crescimento da parte aérea durante todo o desenvolvimento da plântula, sendo esse padrão similar nos quatro quimiotipos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, Haynna Fernandes; REIS, Rodrigo de Góes Esperon; TEÓFILO, Elizita Maria. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista de Ciência Agronômica**, v.40, n.04, p.563-569. 2009.
- CUNHA, Maria do Carmo Learth; FERREIRA, Robério Anastácio. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A. C. Smith – Cumaru – Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.04, p. 89-96, 2003.
- FIGUEIROA, Joselma Maria de; BARBOSA, Dilosa Carvalho de Alencar; SIMABUKURO, Eliana Akie. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica. Brasília**, v.18, n.03, p. 573-580. 2004.
- GUERRA, Maria Elane de Carvalho; FILHO, Sebastião Medeiros; GALLÃO, Maria Izabel. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, v. 12, n. 04, p. 322-328. 2006.
- LEONHARDT, Cristina *et al.* Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, v. 63, n. 01, p.5-14. 2008.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piraccaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MEDEIROS, Antonio C. de S. *et al.* Comportamento fisiológico de sementes de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* fr. All.), em condições de armazenamento. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 40, jan./jun, p.85-98, 2000.
- SILVA, Lígia Maria de Medeiros; AGUIAR, Ivor Bergemann; TERTULIANO, Sylvia Sátyro Xavier. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Cnidoscopus juercifolius* Pax & K. Hoffm (Euphorbiaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.07, n.02, p.83-92. 2007.
- SILVA; Maria Maricélia Félix da; BASTOS; Maria de Nazaré do Carmo; GURGEL; Ely Simone Cajueiro. Aspectos taxonômicos e morfológicos do processo germinativo e da plântula de *Peltogyne venosa* subsp. *densiflora* (Spruce ex Benth.) M.F. Silva (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v.04, n.03, p.291-302. 2009.
- SOUZA, Luiz Antonio. **Sementes e Plântulas: Germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: TODAPALAVRA. 279 p. 2009.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 819p.

CAPÍTULO 4 - CRESCIMENTO INICIAL DE QUATRO QUIMIOTIPOS DE *Myracrodruon urundeuva* Allemão EM DOIS AMBIENTES DISTINTOS

RESUMO

O conhecimento sobre os fatores que alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das plântulas, durante a fase de viveiro e no campo são decisivos em programas de reflorestamento, implantação, recomposição e revitalização de florestas nativas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de quatro quimiotipos (CE3, RN3, RN2 e RN2') da espécie *Myracrodruon urundeuva* Allemão, em dois ambientes, casa de vegetação e sol pleno. O trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), do Departamento em Fitotecnia/CCA/UFC – Fortaleza-CE. As sementes foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células. As plântulas foram repicadas com 29 dias após a semeadura para sacos de polietileno contendo solo e húmus na proporção de 3:1 (v/v). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em parcelas sub-subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos ambientes, as subparcelas pelos quimiotipos e as sub-subparcelas, pelos períodos de avaliação. As variáveis avaliadas foram: comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, diâmetro do coleto, peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Os maiores valores para a altura da parte aérea, comprimento de raiz, número de folhas e peso seco da parte aérea foram obtidos em casa de vegetação. Entretanto, os maiores valores para diâmetro do coleto, peso seco da raiz e para o índice de qualidade de Dickson foram obtidos em pleno sol. Uma vez que o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, que maiores valores para a largura do coleto garantem maior sustentação das mudas em campo e que maiores valores para o peso seco da raiz podem indicar xilopódios com mais capacidade de reserva de água, pode-se inferir que o ambiente sol pleno é o mais indicado para a produção de mudas dos quimiotipos CE3, RN3, RN2 e RN2' da *Myracrodruon urundeuva*.

Palavras-chave: Aroeira. Plântula. Desenvolvimento.

CHAPTER 4 - INITIAL GROWTH OF FOUR CHIMOTYPES OF SPECIE *Myracrodruon urundeuva* Allemão IN TWO DIFFERENT ENVIRONMENTS

ABSTRACT

The knowledge of the factors that affect the survival and initial seedling development during the nursery and in the field is decisive in reforestation, implementation, restoration and revitalization of native forest programs. The present study was aimed to evaluate the seedling growth of four chemotypes (CE3, RN3, RN2 and RN2') of the species *Myracrodruon urundeuva* Allemão in two environments, greenhouse and full sun. The study was conducted at the Teaching and Research in Urban Agriculture (NEPAU), Department for Plant Production/CCA/UFC - Fortaleza - CE. Seeds were sown in trays with 128 cells. The seedlings were transplanted at 29 days after sowing to polythene bags containing soil and humus in the proportion of 3:1 (v/v). The experiment was conducted in completely randomized design (CRD) in sub-split plots with plots consisting of the environments, the chemotypes subplots and sub-subplots, the evaluation periods. The variables evaluated were: shoot length, root length, leaf number, stem diameter, dry weight of shoot, root dry weight and Dickson quality index (DCI). The highest values for shoot height, root length, leaf number and dry weight of shoots were obtained in a greenhouse. However, the highest values for diameter, root dry weight and the Dickson quality index were obtained in full sun. Once the Dickson quality index is a good indicator of quality seedlings, higher values for the width of the collar provide greater support of the seedling and that higher values for the root dry weight may indicate xilopodium more capacity water supply, it can be inferred that the environment full sun is best suited to the production of seedlings of chemotypes CE3, RN3, RN2 and RN2' of *Myracrodruon urundeuva*.

Keywords: Aroeira. Seedling. Development.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios na recomposição de florestas nativas é a produção de mudas de espécies que possam suprir programas de reflorestamento (JÚNIOR *et al.*, 2007). Fonseca *et al.* (2002) ressaltam que determinar quais fatores, durante a fase de viveiro, alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial de mudas no campo e quais características do vegetal se correlacionam melhor com essas variáveis. Sendo assim, a produção de mudas com qualidade é um fator limitante para o sucesso destas em programas de reflorestamento, uma vez que são mais vantajosas na competição por recursos naturais como água, luz e nutrientes.

Dentre os vários fatores que influenciam o desenvolvimento das plântulas, a luz é considerada uma das mais importantes, por ser fonte primária de energia para a fotossíntese dos vegetais. A luz controla o desenvolvimento durante a emergência das plântulas a partir do solo. Todo o complexo processo de transição entre condição heterotrófica (planta estiolada) e condição autotrófica é controlada pela luz (KERBAUY, 2008).

O sombreamento artificial é uma técnica utilizada que visa obter a ganhos aos diferentes fatores do ambiente, em especial a luz e sua relação com a ação danosa dos raios solares, especialmente em períodos com alta disponibilidade energética, bem como contribui igualmente para amenizar a temperatura do vegetal (CARON *et al.*, 2010). Para Santos *et al.* (2013) o estudo do efeito da intensidade da luz sobre as plantas se torna necessário, uma vez que, a luminosidade controla os processos responsáveis pelo acúmulo de matéria seca, contribuindo assim para o crescimento das plantas.

Frequentemente as análises do crescimento de mudas são utilizadas para prever o grau de tolerância das diferentes espécies ao sombreamento (SCALON *et al.*, 2003). Variáveis de crescimento como diâmetro do coleto, altura da parte aérea, comprimento da raiz, entre outras, têm sido utilizadas para avaliar o comportamento das mudas de espécies florestais em relação à luz, sendo a altura e o diâmetro de caule as variáveis usadas com maior frequência. Um caule robusto, ou seja, com um grande diâmetro se torna uma característica desejável em mudas, pois garante maior sustentação da muda (SCALON *et al.*, 2001).

De acordo com Scalon *et al.* (2003) várias pesquisas sobre a propagação, a emergência e o desenvolvimento de plantas nativas têm sido realizadas no Brasil. Segundo este autor *et al.* (2008), o crescimento inicial e a qualidade das mudas são decisivos em programas de reflorestamento, implantação, recomposição e revitalização de florestas nativas,

os quais só terão sucesso garantido quando os fatores que alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas, durante a fase de viveiro e no campo, forem conhecidos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de quatro quimiotipos (CE3, RN3, RN2, RN2') da espécie *M. urundeuva* Allemão em dois ambientes: casa de vegetação e sol pleno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Análise do crescimento inicial de mudas

A análise do crescimento inicial foi realizada no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) do Departamento de Fitotecnia da UFC/CCA durante os meses de março a julho de 2012, em Fortaleza-CE.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor de 128 células, com três sementes por células. A mistura de vermiculita média e húmus de minhoca, na proporção volumétrica 1:1, constituiu o substrato utilizado para o preenchimento das bandejas. A irrigação destas era realizada diariamente em casa de vegetação por nebulização.

Dois dias antes da repicagem, foi realizado um desbaste nas células que havia mais de uma plântula por célula. A repicagem das plântulas foi realizada 29 dias após a semeadura para sacos de polietileno (12 x 24 cm). Os sacos foram preenchidos pela mistura de solo e húmus de minhoca na proporção volumétrica de 3:1 e dispostos em ambientes de sol pleno e em casa de vegetação. As mudas que ficaram em sol pleno, nos cinco primeiros dias, ficaram protegidas por uma cobertura construída com folhas de coqueiro para a aclimação. A irrigação das plantas em sol pleno era realizada diariamente, duas vezes ao dia, por aspersão.

No momento da repicagem, 29 dias, definido como marco inicial, efetuou-se a retirada de 24 plântulas de cada quimiotipo para a avaliação das seguintes características: altura, comprimento da raiz, número de folhas, diâmetro do coleto, peso seco da parte aérea e peso seco da raiz. A altura e o comprimento da raiz foram mensurados, com a utilização de uma régua graduada em cm. A altura medida entre o colo da planta até a gema apical da parte aérea da planta. O comprimento da raiz é referente à região que compreende o colo da planta até o ápice do sistema radicular. O número de folhas foi contado de forma manual e o peso seco da parte aérea e da raiz foi aferido em balança digital com precisão de 0,001 g.

Com base nos dados obtidos das características supracitadas, foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON *et al.*, 1960 apud MELO e CUNHA, 2008):

$$IQD = \frac{PST}{\frac{H}{DC} + \frac{PSPA}{PSR}}$$

Em que, IQD é o índice de qualidade de Dickson, em g; PST é o peso seco total, em g; H é a altura da parte aérea em cm; PSPA é o peso seco da parte aérea em g; DC é o diâmetro do coleto em cm; PSR é o peso seco da raiz, em g.

Após a repicagem foram retiradas 24 plantas a cada 14 dias, até o 98º dia, para a realização das mesmas avaliações supracitadas.

2.2 Caracterização do substrato

Para a caracterização do substrato utilizado na avaliação de crescimento inicial das plantas, retirou-se uma amostra de cada substrato, os quais foram analisados nos Laboratórios de Química e Física do Solo do Departamento de Ciências do Solo/CCA/UFC – Fortaleza-CE. Foram realizadas as análises de fertilidade e granulometria segundo EMBRAPA, 1997 (Tabela 2).

Taiz e Zeiger (2009) consideram que solos levemente ácidos (pH entre 5,5 e 6,5) possuem uma maior capacidade de troca catiônica (CTC) e o crescimento das raízes é favorecido. O pH observado está um pouco acima do ideal, entretanto, a decomposição da matéria orgânica promoverá a redução do pH, com a liberação de H^+ .

A alta saturação por base (V) indicou um solo eutrófico, ou seja, rico em nutrientes. O substrato, quanto à granulometria possui uma textura de areia média. A baixa capacidade de troca catiônica (T) observada, deve-se à textura do solo e ao pH quase neutro. Entretanto, a decomposição da alta quantidade de matéria orgânica observada diminuirá o pH aumentando capacidade de troca catiônica.

Tabela 2 – Análise de fertilidade e granulométrica do substrato utilizado para o crescimento inicial dos quatro quimiotipos estudados.

Variável	Valores
pH água	6,60
CO carbono orgânico (g/kg)	13,34
M.O. matéria orgânica (g/kg)	22,95
Ca (cmolc/kg)	3,80
Mg (cmolc/kg)	5,60
K (cmolc/kg)	0,17
Na (cmolc/kg)	0,45
Al (cmolc/kg)	0,20
H (cmolc/kg)	3,00
S (Soma de Bases)	10,02
T (Capacidade de troca catiônica)	13,22
V (Saturação por base) (%)	75,80
P assimilável (mg/kg)	6,08
Areia (g/kg)	710,00
Silte (g/kg)	171,00
Argila (g/kg)	119,00

Fonte: Laboratório de Análises de Solos e Água/UFC/FUNCEME, 2012.

2.3 Caracterização dos ambientes

O ambiente sol pleno caracterizou-se como uma área aberta sem nenhum anteparo que interferisse na incidência dos raios solares sobre as plantas em análise. O ambiente casa de vegetação, por sua vez, constitui-se por uma estrutura metálica com dimensões de 10x24 metros, com teto em forma de arco, coberto por filme agrícola U.V.A. com espessura de 0,15 milímetros; pé direito de 3,5 metros, onde se encontra um sombrite de 50% de sombra que recobre toda a superfície da estufa. Fechada lateralmente e frente/fundo com sombrite de 50% de sombra.

Os fatores abióticos utilizados para a caracterização dos dois ambientes foram a temperatura média, umidade relativa do ar e a intensidade da radiação solar.

No ambiente casa de vegetação as temperaturas máxima e mínima e a umidade relativa foram coletadas diariamente através de um thermo-higrômetro (modelo MT-241 da empresa Minipa). No ambiente sol pleno, esse dados foram coletados através do Laboratório de Energia Alternativa (LEA), que é localizado ao lado da área experimental. Os dados referentes à intensidade da radiação solar, nos dois ambientes, foram coletados utilizando-se um luxímetro portátil modelo LD-300 da empresa Instrutherm. Para tais dados foram escolhidos seis dias aleatórios durante a execução do experimento e realizadas leituras em intervalos de 60 min., iniciando-se às 6:00 horas e terminando às 18:00 horas. Os gráficos das

figuras 15, 16 e 17 representam, respectivamente, os valores observados da temperatura média, umidade relativa do ar e radiação de ambos os ambientes.

Figura 15 – Comportamento das temperaturas máximas (A) e mínimas (B) nos ambientes sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante os oito períodos de avaliação.

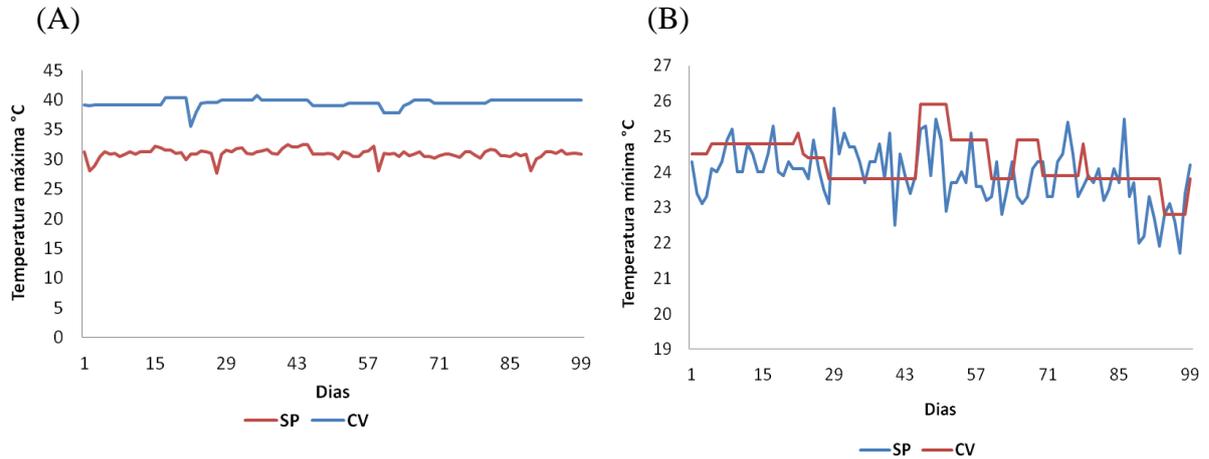


Figura 16 – Comportamento da umidade relativa nos ambientes, sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante os oito períodos de avaliação.

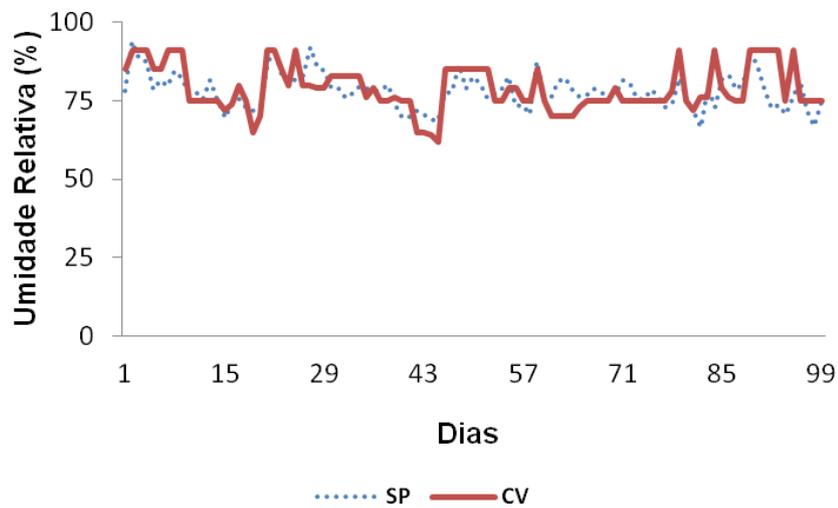
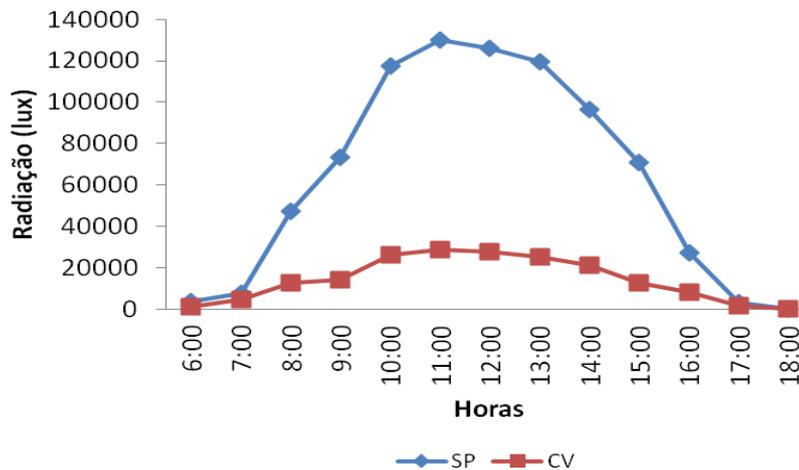


Figura 17 – Comportamento da radiação nos ambientes, sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante os seis dias observados ao longo dos oito períodos de avaliação.



2.4 Procedimento experimental

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo com parcelas subdivididas, sendo as parcelas correspondentes ao fator ambiente (sol pleno e casa de vegetação), as subparcelas os quatro quimiotipos da espécie *Myracrodouon urundeuva* (CE3, RN3, RN2 e RN2'), e as subsubparcelas referentes aos períodos de análise (0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 e 98 dias após a repicagem). As 24 plantas foram distribuídas em seis repetições composta por quatro plantas cada.

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificação dos efeitos isolados e da interação entre fatores. Os dados relativos aos períodos de análise e suas interações significativas foram desdobrados em análise de regressão, sendo o modelo escolhido pelo R^2 ajustado. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR), desenvolvido por Ferreira (2000).

3 RESULTADOS

A análise de variância para a altura (ALT), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) está representada na Tabela 3. Observou-se efeito significativo dos fatores isolados (ambiente, quimiotipo e período de avaliação) e da interação dupla em todas as variáveis. Dentre a interação triplas avaliada, somente a variável CR não apresentou significância pelo teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade.

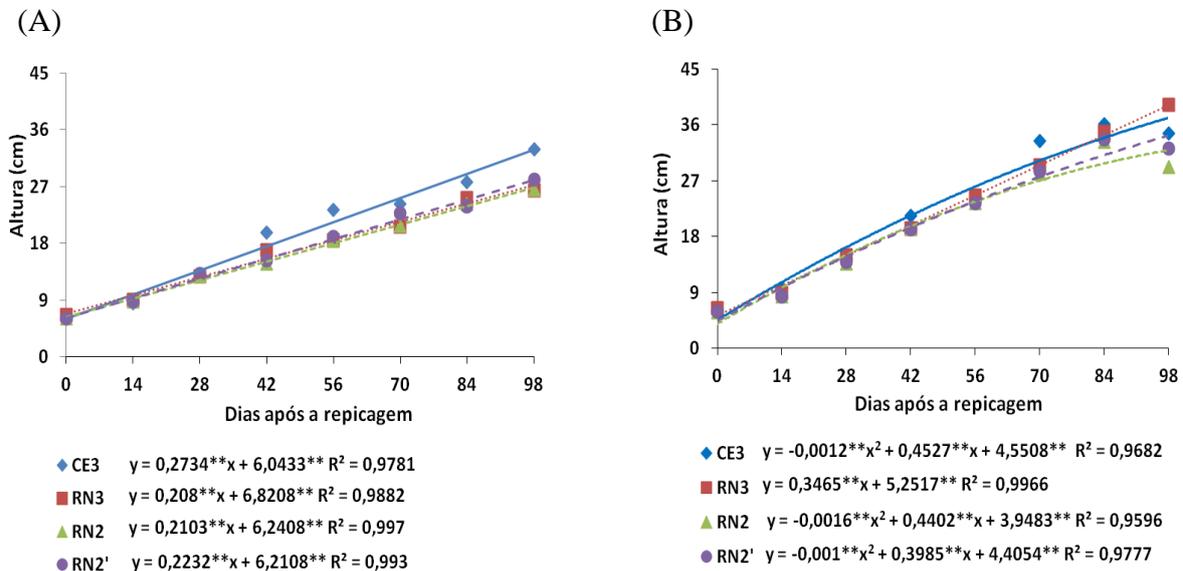
Tabela 3 – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente à altura (ALT), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* em ambiente de sol pleno (SP) e de casa de vegetação (CV) durante oito períodos após a repicagem.

FV	GL	QM			
		ALT	CR	DC	NF
Ambiente (A)	1	1413,351276**	106,144719**	16,405200**	611,933757**
Resíduo (a)	10	2,380430	1,273534	0,058513	3,584928
Quimiotipo (B)	3	126,040291**	58,667457**	1,074015**	22,662489**
Interação AxB	3	21,587928**	17,809796*	0,363470**	15,900336**
Resíduo (b)	30	2,028575	4,431913	0,043664	1,400293
Período (C)	7	4246,744620**	4363,773877**	100,061062**	905,308757**
Interação AxC	7	142,500887**	12,429769**	1,873409**	109,716495**
Interação BxC	21	12,644579**	21,708053**	0,381298**	2,660009*
Interação AxBxC	21	12,441974**	5,946859 ^{ns}	0,230508**	5,513928**
Resíduo (c)	280	2,594027	4,438469	0,069988	1,613193
CV _(a) (%)	-	7,93	4,89	8,83	17,59
CV _(b) (%)	-	7,32	9,12	7,63	11,00
CV _(c) (%)	-	8,28	9,12	9,65	11,80

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Em sol pleno a altura da parte aérea aumentou linearmente ao longo dos períodos de avaliação nos quatro quimiotipos (Figura 18A). No ambiente casa de vegetação essa variável não diferiu estatisticamente entre os quimiotipos até os 56 DAR (Figura 18B). Durante os períodos 70 e 84 DAR o quimiotipo CE3 apresentou as maiores médias, entretanto aos 98 DAR o quimiotipo RN3 se sobressaiu dos demais com média de 39,21 cm. O ambiente casa de vegetação ao longo dos 98 dias de cultivo obteve nos quatro quimiotipos médias superiores para a variável altura.

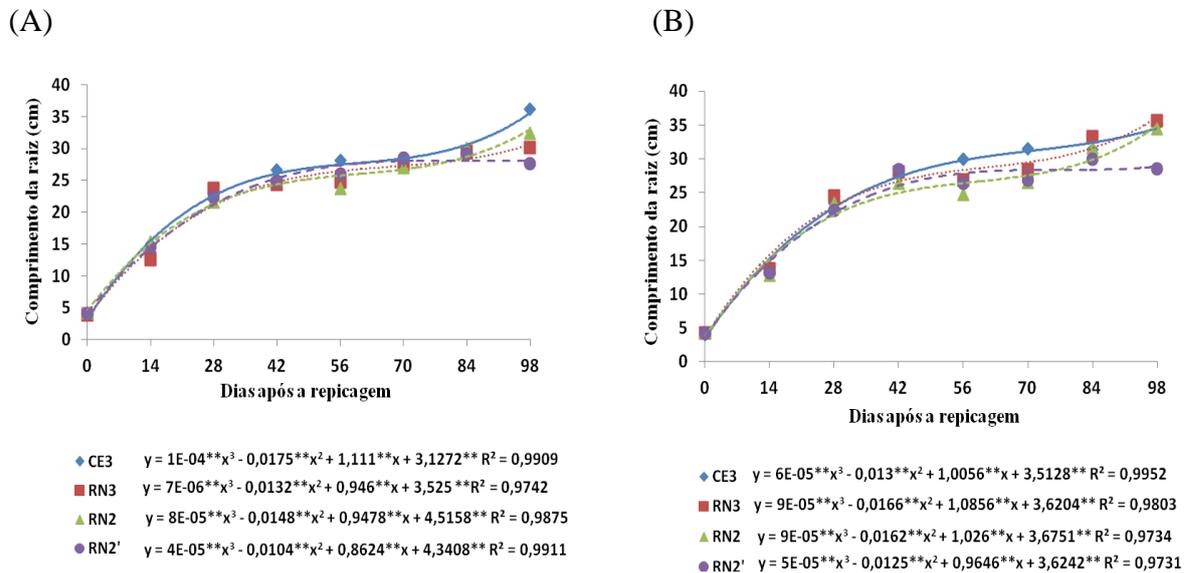
Figura 18 – Altura (ALT) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de sol pleno (A) e de casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem, ao longo de 98 dias de cultivo.



** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

O comprimento da raiz apresentou ajuste cúbico para os quatro quimiotipos nos dois ambientes (Figura 19). Em sol pleno, houve distinção estatística entre os quimiotipos apenas durante os períodos 56 DAR e 98 DAR, sendo o CE3 o quimiotipo que apresentou as maiores médias nesses períodos com 28,09 cm e 36,16 cm, respectivamente (Figura 19A). No ambiente casa de vegetação, o quimiotipo CE3 apresenta médias superiores durante os períodos 56 DAR e 70 DAR e não difere estatisticamente dos quimiotipos RN3 e RN2 nos próximos períodos de avaliação (Figura 19B). Os quimiotipos CE3 e RN3 no ambiente casa de vegetação tiveram um melhor desenvolvimento com médias superiores as demais, entretanto não houve diferença significativa para os quimiotipos RN2 e RN2' entre os dois ambientes de estudo.

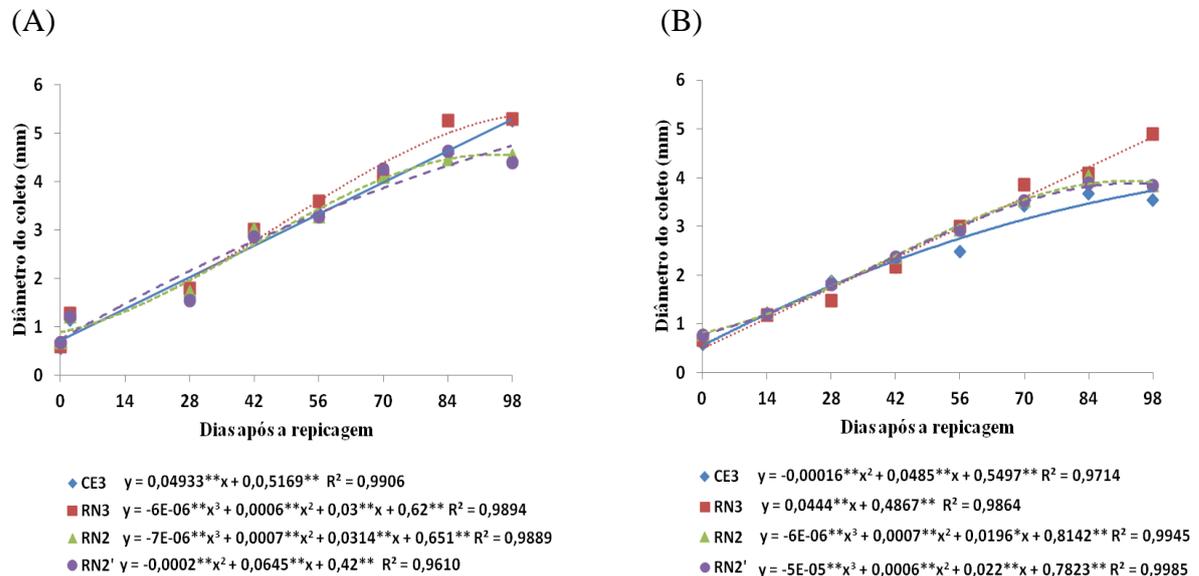
Figura 19 – Comprimento da raiz (CR) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de sol pleno (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem.



** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Em sol pleno, o diâmetro do coleto apresentou comportamento cúbico para os quimiotipos em estudo e não apresentou diferença significativa até o período 70 DAR. O quimiotipo RN3 diferiu estatisticamente dos demais no período 84DAR com média igual a 5,2 mm (Figura 20A). Em casa de vegetação, durante o período 28 DAR os quimiotipos CE3 e RN2 não diferiram estatisticamente apresentando os maiores valores, entretanto, durante o período 56 DAR o quimiotipo CE3 teve a menor média (Figura 20B). O quimiotipo RN3 para essa variável mostrou resultados superiores tanto em sol pleno como em casa de vegetação (Figura 20). Os quatro quimiotipos, em sol pleno, apresentaram maiores valores para o diâmetro do coleto que em casa de vegetação.

Figura 20 – Diâmetro do coleto (DC) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de sol pleno (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem.

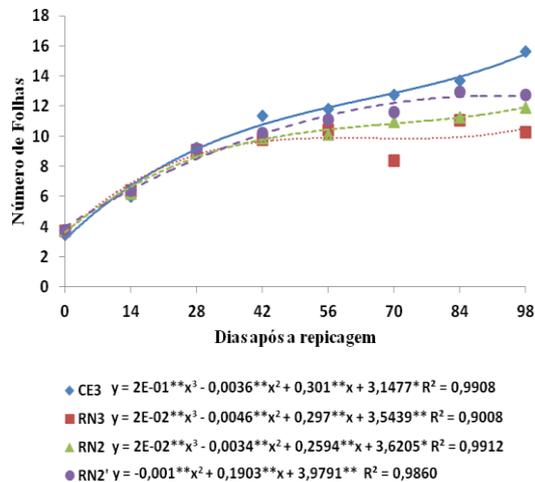


** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

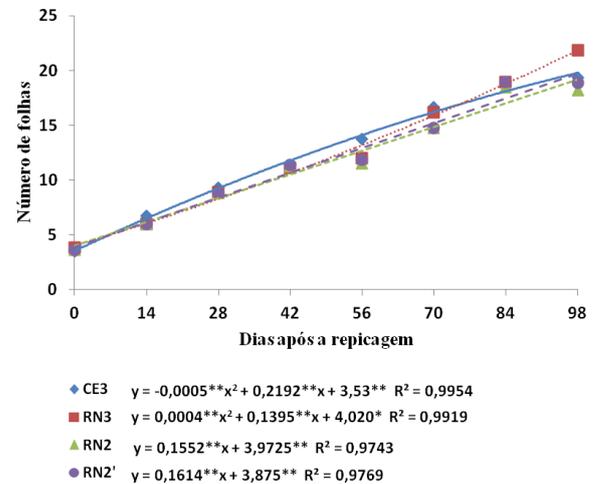
Em ambiente sol pleno, o número de folhas para os quatro quimiotipos estudados não apresentou diferença significativa entre os períodos de avaliação até o período 56 DAR. O quimiotipo RN3 no período 70 DAR teve a menor média, oito folhas por planta. Nesse ambiente, pode-se observar que quimiotipo CE3 ao longo dos 98 dias de cultivo teve maiores médias (Figura 21A). Em casa de vegetação, apenas no último período de avaliação houve diferença significativa entre os quimiotipos, sendo o RN3 que apresentou a maior média (Figura 21B). Os quimiotipos estudados nesse ambiente mostraram melhores resultados, apresentando um maior número de folhas ao longo do experimento.

Figura 21 – Número de folhas (NF) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados sob condições de sol pleno (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem.

(A)



(B)



** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

A análise de variância para as variáveis peso seco da raiz e índice de qualidade de Dickson representados na Tabela 4 mostra que o peso seco da raiz e índice de qualidade de Dickson não apresentaram diferença significativa para as fontes de variação quimiotipo e a interação dupla ambiente x quimiotipo pelo teste F ao nível de probabilidade 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referente ao peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco da raiz (PSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* em sol pleno (SP) e casa de vegetação (CV) durante oito períodos após a repicagem.

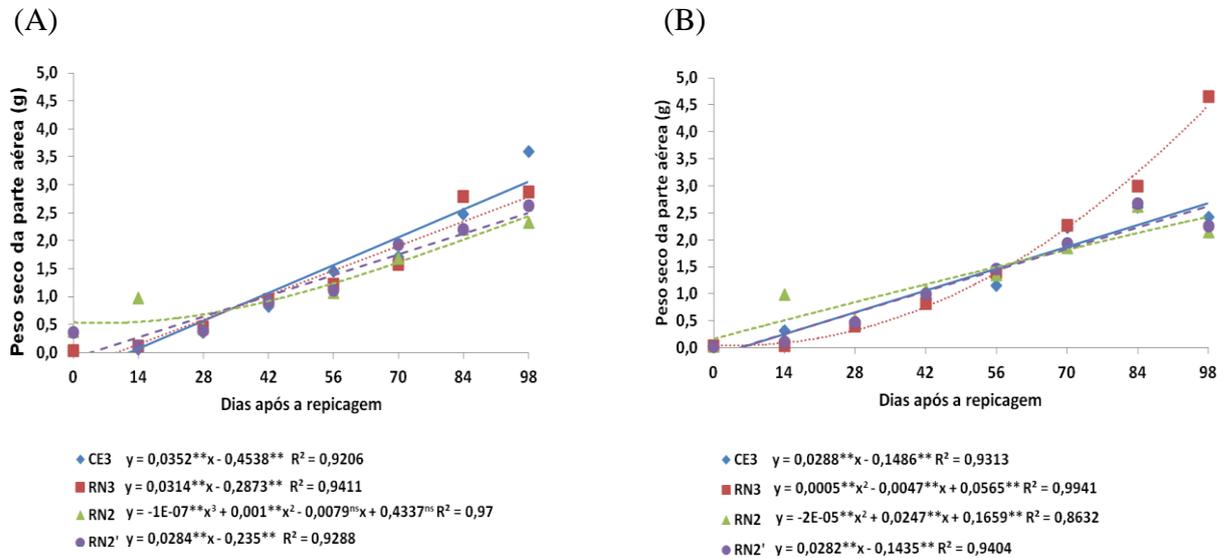
FV	GL	QM		
		PSPA	PSR	IQD
Ambiente (A)	1	1,541340**	6,344128**	1,152738**
Resíduo (a)	10	0,111637	0,089485	0,011457
Quimiotipo (B)	3	1,221497**	0,112354 ^{ns}	0,051659**
Interação AxB	3	0,484186**	0,516599**	0,010618 ^{ns}
Resíduo (b)	30	0,057717	0,043096	0,004461
Período (C)	7	56,827601**	21,388180**	2,204695**
Interação AxC	7	0,226005**	0,748724**	0,150523**
Interação BxC	21	0,746761**	0,108848**	0,023055**
Interação AxBxC	21	0,681746**	0,317351**	0,021202**
Resíduo (c)	280	0,071122	0,046371	0,005606
CV _(a) (%)	-	26,55	47,66	49,53
CV _(b) (%)	-	19,09	33,07	30,91
CV _(c) (%)	-	21,19	34,31	34,65

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Autor, 2013.

No ambiente sol pleno, o peso seco da parte aérea teve ajuste linear para os quimiotipos CE3, RN3 e RN2' e ajuste cúbico para o quimiotipo RN2. No período de avaliação 84 o quimiotipo CE3 e RN3 não apresentaram diferença estatística e no período 98 o CE3 apresentou a maior média com 3,59g. Nesse ambiente os quimiotipos que tiveram melhores resultados foram o CE3 e RN3 (Figura 22A). Em casa de vegetação, apenas nos períodos 70 DAR e 98DAR se pode observar diferença estatística entre os quimiotipos com o RN3 apresentando as melhores médias (Figura 22B). O quimiotipos RN3 e RN2 apresentaram diferença estatística para os ambientes, sendo o ambiente casa de vegetação o que apresentou melhores resultados. A intensidade da luz não influenciou estatisticamente os quimiotipos CE3 e RN2' (Figura 22).

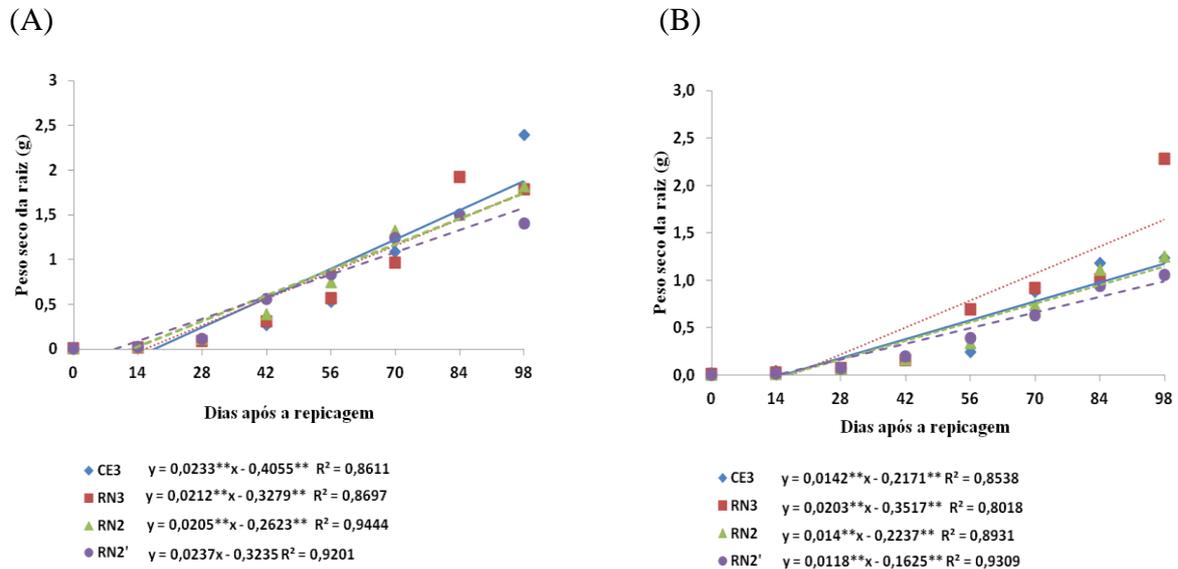
Figura 22 – Peso seco da parte aérea (PSPA) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de sol pleno (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem.



** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Tanto em sol pleno como em casa de vegetação os quatro quimiotipos apresentaram aumento linear do peso seco da raiz (Figura 23). No ambiente sol pleno não houve distinção entre os quimiotipos até o período 70 DAR. O quimiotipo RN3 mostrou a melhor média aos 84 DAR e, aos 98 DAR os quimiotipos RN2' e CE3 não diferiram estatisticamente. (Figura 23A). No ambiente casa de vegetação não houve diferença estatística até o período 84 DAR, sendo que aos 98 DAR o RN3 foi o quimiotipo que apresentou a maior média quanto ao peso seco da raiz (Figura 23B). O ambiente sol pleno apresentou médias superiores para os quimiotipos CE3, RN2 e RN2' quando comparado com a casa de vegetação. Já para o quimiotipo RN3, não houve distinção entre os dois ambientes (Figura 23).

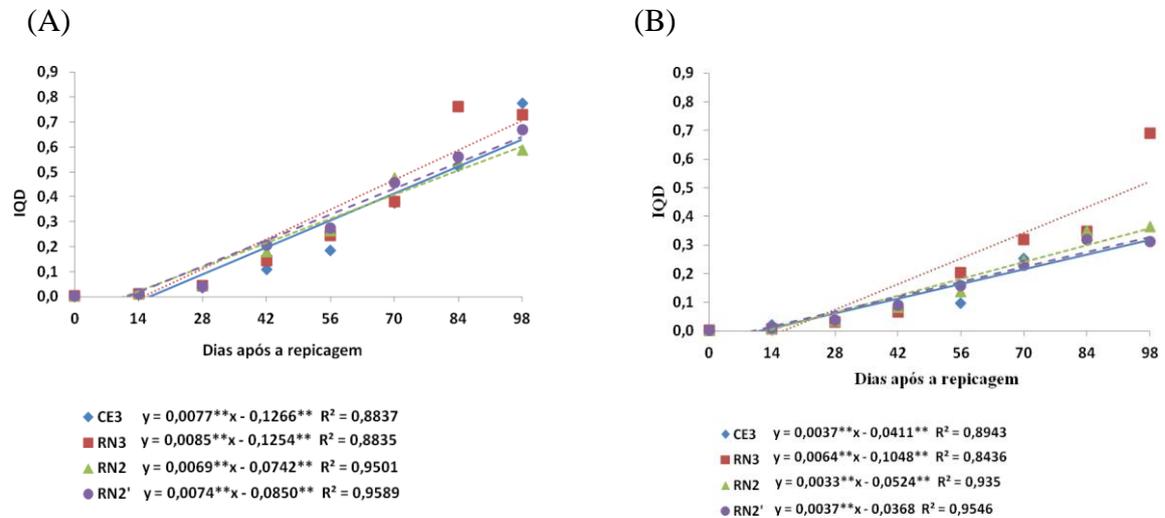
Figura 23 – Peso seco da raiz (PSR) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de sol pleno (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem.



** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Tanto em ambiente sol pleno como em ambiente casa de vegetação, os quatro quimiotipos tiveram o índice de qualidade de Dickson ajustado a um modelo linear (Figura 24). Em sol pleno a diferença estatística entre os quimiotipos só existiu a partir do período 84 DAR com o quimiotipo RN3 apresentando a melhor média. Este quimiotipo continua com a melhor média no último período, mas não difere estatisticamente do quimiotipo CE3 (Figura 254). No ambiente casa de vegetação houve diferença significativa apenas no último período de avaliação, com o quimiotipo RN3 obtendo a melhor média (Figura 24B). Para esse parâmetro, os quatro quimiotipos apresentaram melhores resultados no ambiente sol pleno quando comparado ao ambiente casa de vegetação (Figura 24).

Figura 24 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) em quatro quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* cultivados em condições de sol pleno (A) e em casa de vegetação (B), durante oito períodos após a repicagem.



** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

4 DISCUSSÃO

Plantas adaptadas ao sol quando submetidas ao sombreamento tendem a alterar a sua morfologia em busca da luz, produzindo internós alongados, folhas delgadas com grande superfície (TAIZ e ZAIGER, 2009; LARCHER, 2006). *M. urundeuva* é uma espécie comum do bioma Caatinga, portanto, tais alterações morfológicas podem explicar o maior crescimento dos quimiotipos dessa espécie em casa de vegetação. Andrade (2012), estudando cinco espécies da Caatinga, dentre elas a aroeira, verificou que esta apresentou maior crescimento da parte aérea em casa de vegetação do que no ambiente sol pleno, assim como as espécies *Anadenanthera columbrina* (angico), *Caesalpinia leiostachya* (jucá) e *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo). Feitosa (2013), estudando cinco espécies da Caatinga, verificou também que o ambiente casa de vegetação foi superior ao ambiente sol pleno para a altura da parte aérea para quatro (*Cordia trichotoma*, *Guazuma ulmifolia*, *Mimosa tenuiflora* e *Chloroleucon dumosum*) das cinco espécies estudadas.

O comprimento das raízes dos quimiotipos CE3 e RN3 foi maior em ambiente casa de vegetação. Andrade (2012) obteve resultados semelhantes em seu trabalho com *Myracrodruon urundeuva* e Portela *et al.* (2001), quando estudaram o crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard, afirmaram que o comprimento da raiz das mudas a pleno sol apresentaram valores inferiores aos das mudas sob 30%, 50% e 70% de sombreamento. A Figura 15 caracteriza os ambientes sol pleno e casa de vegetação quanto à temperatura, mostrando que o ambiente casa de vegetação, durante o período experimental, apresentou temperaturas mais elevadas. As altas temperaturas nesse ambiente podem ter aumentado a taxa de evaporação da água no solo, causando por consequência um possível déficit hídrico. Segundo Taiz e Zeiger (2009) e Lancher (2006), o balanço funcional entre absorção de água e fotossíntese pela parte aérea é alterado com o déficit hídrico, causando assim um aumento preferencial das raízes em direção a zonas do solo que permanecem úmidas. Os quimiotipos RN2 e RN2' não apresentaram diferença significativa entre os ambientes, ou seja, o comprimento das raízes nesses quimiotipos não é influenciado pela intensidade da luz, sugerindo que eles possuem tolerância ao sombreamento.

Observou-se que para o diâmetro do coleto que houve uma pequena diferença entre os quimiotipos em cada ambiente estudados ao longo do experimento. Entretanto, o ambiente sol pleno para esta variável apresentou maiores médias que o ambiente casa de vegetação. Ao contrário dos resultados obtidos neste estudo, Andrade (2012) estudando cinco espécies da Caatinga em diferentes ambientes verificou que a espécie *M. urundeuva* não

diferenciou estatisticamente entre os dois níveis de luminosidade. Entretanto, as espécies jurema branca e angico tiveram maior diâmetro de coleto em sol pleno nesse mesmo trabalho. O acúmulo de fotossintatos pode explicar as maiores médias do diâmetro do coleto em sol pleno, pois, plantas expostas a maiores intensidades de luz possuem uma maior taxa fotossintética e conseqüentemente maiores reservas de fotoassimilados. Logo, essas plantas terão um saldo positivo de CO₂, podendo assim, armazenar o CO₂ em excesso, promovendo o aumento volumétrico do diâmetro do coleto. Por outro lado, as plantas com restrição à luz terão que utilizar ao máximo o dióxido de carbono adquirido durante o dia, pois precisam investir no desenvolvimento da parte aérea para garantir uma maior disponibilidade de luz (LARCHER, 2006; KERBAUY, 2008).

Observa-se na Figura 21 que apesar dos quimiotipos terem apresentados valores próximos entre si ao longo do experimento, foi o ambiente casa de vegetação que apresentou as maiores médias para o número de folhas. Tal resultado já era esperado, uma vez que, plantas sombreadas investem no desenvolvimento da parte aérea, aumentando a distância entre os entrenós e aumentando em número e área superficial as folhas, como já discutido anteriormente. Andrade (2012) obteve o mesmo resultado para o número de folhas quando estudou a interação *M. urundeuva* e níveis de luminosidade. Feitosa (2013), estudando cinco espécies da Caatinga verificou que o número de folhas da espécie *Chloroleucon dumosum*, aos 98 DAR em sol pleno, foi superior à casa de vegetação. Entretanto o autor inferiu que tal resultado foi proporcionado por um ataque de psilídeos, insetos sugadores que causaram a queda das folhas no período entre 70 e 84 (DAR).

Os quimiotipos RN3 e RN2 apresentaram maiores médias para o peso seco da parte aérea (PSPA) no ambiente casa de vegetação. As maiores médias para o PSPA em casa de vegetação é um reflexo do investimento das reservas de CO₂ que estes quimiotipos fizeram para otimizar a absorção de energia luminosa. Andrade (2012) concluiu os mesmos resultados estudando *Myracrodruon urundeuva*. Resultado semelhante foi encontrado por Brito (2012), estudando *Acnistus arborescens* L. em diferentes níveis de sombreamento. Em plantas de sombra, as taxas fotossintéticas máximas, bem como o ponto de saturação de luz da fotossíntese, assumem valores diferentes aos observados em plantas de sol (TAIZ; ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2008). Essas características em plantas de sombra refletem a elevada eficiência de captação e uso da luz disponível e baixas taxa de crescimento (KERBAUY, 2008). Os quimiotipos CE3 e RN2', não apresentaram diferença significativa entre os ambientes, ou seja, o peso seco da parte aérea nesses quimiotipos não é influenciado pela intensidade da luz, sugerindo que eles possuem tolerância ao sombreamento.

Os quimiotipos CE3, RN2 e RN2' apresentaram as maiores médias para o peso seco da raiz em ambiente sem restrição à luz, ou seja, em sol pleno. Resultados contrastantes foram encontrados por Andrade (2012), estudando o efeito de dois níveis de intensidade luminosa em *Myracrodruon urundeuva*, que verificou uma maior quantidade de matéria seca das raízes em ambiente casa de vegetação. Martinazzo (2007) estudando o efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e o teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* (Pitanga) e Feitosa (2013) estudando níveis de intensidade luminosa em cinco espécies da Caatinga, verificaram que a maior produção de matéria seca da raiz foram obtidas para as mudas que se encontravam em sol pleno. O sistema radicular da espécie *M. urundeuva* possuem estruturas esponjosas, os xilopódios, que tem a finalidade de acumular água e sais minerais (Figura 25). Nesse caso, a alta intensidade luminosa desse ambiente pode ter estimulado uma maior taxa fotossintética e conseqüentemente o maior desenvolvimento dessas estruturas, conferindo assim, um maior acúmulo de matéria seca nas raízes. O quimiotipo RN3 não apresentou diferença significativa entre os ambientes, sugerindo que a intensidade da luz não induziu o desenvolvimento dessa estrutura.

Figura 25 – Xilopódio no sistema radicular da espécie *Myracrodruon urundeuva*.



Fonte: Autor, 2013.

Os caracteres morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser aplicados isoladamente para classificação do padrão da qualidade

de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, mas com maior vigor (FONSECA *et al.*, 2002). Segundo este mesmo autor o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, pois em seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

Os quatro quimiotipos cultivados em ambiente sol pleno apresentaram as maiores médias para o índice de qualidade de Dickson quando comparado ao ambiente casa de vegetação. Feitosa (2013), estudando crescimento inicial de cinco espécies da Caatinga em dois ambientes; Santos (2013) estudando a qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz; assim como Melo e *et al* (2008) analisando o crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina*) sob diferentes níveis de luminosidade obtiveram as maiores médias para esse índice em ambiente sem restrição à luz.

5 CONCLUSÃO

A produção de mudas dos quimiotipos CE3, RN3, RN2 e RN2' da espécie *Myracrodruon urundeuva* é mais indicado em ambiente sol pleno.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Israel Lopes. **Morfologia de sementes, plântulas e crescimento inicial de cinco espécies da caatinga**. 2012, 70p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- BRITO, Selma Freire. ***Acnistus arborescens* (L.) SCHALTDL.: Biometria, morfologia, armazenamento de sementes e crescimento inicial**. 2012, 108p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- CARON, Braulio Otomar *et al.* Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, v.20, n.04, p.683-689. 2010.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- FEITOSA, Ramon Costa. **Biometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas de cinco espécies da caatinga**. 2013, 115p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA. 2000.
- FONSECA, Ésio de Pádua *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523. 2002 .
- JÚNIOR, José A. Farias *et al.* Crescimento inicial de mudas de turco sob diferentes tipos de recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.02, n.03, p.228-232. 2007.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 431 p.
- LACHER, Walter. As influências do ambiente sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento. In:____. **Ecofisiologia Vegetal**, p. 295-340. 2006.
- MARTINAZZO, E. G. *et al.* Efeito do Sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) – família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 162-164, 2007.
- MELO, Rafael Rodolfo de; CUNHA, Maria do Carmo Learth. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, v.4 n.1 p.67-77. 2008

PORTELA, Rita C.Q; SILVA, Isabela Lobato; PINÃ-RODRIGUES, Fatima C.M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p. 163-170, 2001.

SANTOS, Laércio Wanderley dos; COELHO, Maria de Fátima Barbosa; AZEVEDO, Rodrigo Aleixo Brito de. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v.33, n.74, p.151-158. 2013

SCALON, Silvana De Paula Quintão *et al.* Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.03, p.652-655. 2001.

SCALON, Silvana de Paula Quintão *et al.* Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, n.06, p.753-758. 2003.

SCALON, Silvana de Paula Quintão; FILHO, Homero Scalon; MUSSURY, Rosilda Mara. Crescimento inicial de mudas de sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill.) sob sombreamento e aplicação de giberelina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.03, p.61-66. 2008.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 819p.