

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. Ail. SOB A
AÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO**

CHARLES CARDOSO ROCHA

MARLI A. RANAL
(Orientadora)

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG
Junho – 2004

**EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. SOB A
AÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 16 / 06 / 2004

Prof^ª. Dr^ª. Marli A. Ranal
(Orientadora)

Prof^ª. Dr^ª. Denise Garcia de Santana
(Membro da Banca)

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos
(Membro da Banca)

Uberlândia - MG
Junho - 2004

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por os todos bons e maus momentos que passei nesta longa caminhada, principalmente pelo sol de cada dia que me proporcionaste.

À minha família, que tanto me incentivou e apoiou nos momentos difíceis da vida, em especial à minha mãe e melhor amiga que tanto amo.

À minha namorada Bárbara Maritza Dulgheroff, pessoa especial que Deus colocou na minha vida ha cinco anos, pela qual tenho muito amor, amizade e confiança.

À orientadora Marli A. Ranal, amiga e companheira que me ajudou, passando um pouco do seu conhecimento; e à co-orientadora Denise G. Santana que me auxiliou, tornando-se outra grande amiga.

Ao amigos Tiago Vinícius Silva de Oliveira e Marieta Caixeta Dorneles que colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

À 28ª turma de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, minha segunda família nestes cinco anos de caminhada.

ÍNDICE

RESUMO	04
1. INTRODUÇÃO	06
2. REVISÃO DE LITERATURA	08
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

Myracrodruon urundeuva Fr. All. (aroeira), pertencente à família Anacardiaceae, tem grande empregabilidade na construção civil, na farmacologia e química de produtos naturais. Em função disso, vem sendo explorada intensamente e de forma não sustentável, entrando assim para a lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável. O presente trabalho teve por objetivo estudar o processo de emergência de plântulas da espécie, sob a ação de reguladores de crescimento. Submeteu-se os diásporos recém-colhidos ao beneficiamento manual e pré-embebição em água, citocinina e ácido giberélico (GA_3) a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$ e KNO_3 a 0,2% por 24 horas no escuro, antes da sementeira. O experimento foi instalado em estufa coberta com sombrite de polietileno, com redução de 50% na luminosidade, em bandejas multicelulares[®] com 128 células contendo substrato comercial PLANTMAX[®]. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Diásporos submetidos a todos os tratamentos se mostraram estatisticamente iguais no que se refere à porcentagem de emergência (37 a 38%), sincronia (I entre 1,92 e 2,25 bits e Z entre 0,22 e 0,27) e homogeneidade (CV_t entre 19,6 e 24,6% e CUG entre 0,44 e 0,68 dia^{-2}). Em contrapartida, o tratamento com KNO_3 reduziu significativamente o tempo ($\bar{t} = 6$ dias), aumentou a velocidade média de emergência ($\bar{v} = 0,157 \text{ dia}^{-1}$) e o GA_3 deu efeito contrário ($\bar{t} = 7$ dias e $\bar{v} = 0,142 \text{ dia}^{-1}$). Como a diferença entre o tratamento com KNO_3 e a água foi de apenas um dia, isto não justifica o gasto com reguladores de crescimento para acelerar a

produção de mudas da espécie. No entanto, esforços precisam ser feitos no sentido de aumentar a porcentagem de emergência, em condições de campo.

1 – INTRODUÇÃO

Myracrodruon urundeuva Fr. All. (aroeira), pertencente à família Anacardiaceae, apresenta árvores de grande porte, com características de grande empregabilidade na construção civil, na farmacologia e química de produtos naturais (Viana et al., 1995).

A espécie está correndo risco considerável de erosão genética, devido à pressão exercida pela exploração madeireira (Allem, 1991) e, em função disso está incluída na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável (Carvalho, 1994). Pela excelente qualidade de sua madeira, principalmente durabilidade e multi-uso, tem sido explorada intensamente e de forma não sustentável. Além disso, o aumento da fronteira agrícola pela instalação de pecuária extensiva, construção de usinas hidrelétricas com inundação de áreas cobertas por vegetação natural, incorporação de lavouras vastas e mecanizáveis, também estão contribuindo para sua diminuição, necessitando assim a implementação de programas de pesquisa e desenvolvimento que visem a conservação e a utilização sustentável desta espécie.

Pela maior conscientização ecológica e busca pela recuperação de áreas degradadas, vêm sendo realizados trabalhos importantes incluindo a produção de mudas a partir de sementes de vários indivíduos, na tentativa de reproduzir a variabilidade genética das populações nativas. Por outro lado, o potencial econômico da espécie tem estimulado a produção de mudas com características que garantam a sua exploração, como a produção de indivíduos homogêneos e vigorosos em menor tempo, capazes de prosperarem no ambiente.

Em função do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar o processo de emergência de plântulas de *Myracrodruon urundeuva*, sob a ação de reguladores de crescimento, para subsidiar trabalhos de produção e desenvolvimento de mudas.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

A aroeira-do-sertão é referida na literatura pelo nome botânico *Astronium urundeuva* Engl. No entanto, atendendo à determinação do Código Internacional de Nomenclatura Botânica, seu nome válido, atualmente, por ser mais antigo, é *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., da família Anacardiaceae (Viana et al., 1995). Segundo Carvalho (1994), o nome comum “aroeira” é corruptela de arara e da terminação eira, significando “árvore da arara”, por ser a planta em que a ave pousa, se alimenta e vive preferencialmente.

Esta espécie apresenta outros nomes vulgares em várias partes do País como aderno, almecega (MG), arendeúva, arendiuva, arindeúva, aroeira (em todo o Brasil), aroeira-legítima (SP), aroeira-preta, aroeira-vermelha (BA), aroeira d’água (MT), aroeira-da-serra, aroeira-de-mato-grosso, aroeira-do-campo (MG, RJ, SP), aroeira-do-ceará, aroeira-do-cerrado (MG), aroeira-do-sertão (AL, BA, DF, MG, PI, RJ, SP), aruiwa (SP), árvore-da-arara, chibatan, gibão, gibatão, itapicurus (BA), orindeúva, orindiuva, pandeiro (MG), ubatan, ubatani, urindeúva (MG, SP), urindiúba, uriunduba, urunday (MT) e urundeúva em

Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Carvalho, 1994). Observando os estados onde há variação dos nomes vulgares, esta espécie ocorre na caatinga e matas secas, desde o Ceará até os estados da Pará e Mato Grosso do Sul, especialmente no lado oeste dos estados da Bahia, São Paulo, e sul dos estados de Mato Grosso e Goiás (Viana et al., 1995).

Myracrodruon urundeuva está na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável (Carvalho, 1994). De acordo com o autor, em São Paulo a espécie está em perigo de extinção, sendo preservada *ex situ* por meio de populações base, sob a forma de testes de progênes, que evidenciam a variabilidade genética entre e dentro das populações testadas.

Segundo informações apresentadas por Carvalho (1994) a árvore possui caducifolia, podendo atingir de 5 a 30 m de altura e 30 a 85 cm de DAP (diâmetro à altura do peito), dependendo da região. Apresenta o tronco geralmente curto e tortuoso na caatinga e fuste de até 12 m de altura na região de floresta pluvial. A ramificação varia de dicotômica a irregular e a casca externa possui coloração castanho escura, suberosa, subdividida em placas escamiformes retangulares em árvores adultas; em jovens, a casca é lisa cinzenta e coberta de lenticelas. A casca interna é avermelhada, com espessura total de até 15 mm. As folhas são compostas, imparipenadas, de inserção alterna, com cinco a sete pares de folíolos opostos, ovados, com até 5 cm de comprimento e 3 cm de largura que, quando macerados, exalam forte odor de terebintina, líquido incolor, com aroma forte de pinho, obtido por destilação da resina. As flores podem ser masculinas, sésseis, pequenas, de coloração púrpura, ou hermafroditas, reunidas em panículas de até 20 cm de comprimento. O diásporo é uma drupa globosa, alada, escura, de até 5 mm de diâmetro, envolvida pelo cálice ampliado, formando uma espécie de estrela, sendo considerado ortodoxo quanto à

longevidade. Em trabalho realizado por Guerreiro; Paoli (1999), a estrutura morfológica e anatômica da semente de aroeira foi estudada como subsídio para estudos taxonômicos, ecológicos, de manejo e conservação da espécie. Segundo os autores, o óvulo é único, anátropo, de inserção basal-lateral, bitegmentado, crassinucelado, com rafe dorsal evidente e hipóstase visível na região da calaza. Os dois tegumentos distintos somente na região da micrópila, fundem-se logo acima desta. O florescimento da espécie ocorre durante os meses de junho e julho, geralmente despida de sua folhagem, e a maturação completa dos diásporos inicia-se no final do mês de setembro, prolongando-se até outubro (Lorenzi, 1992).

Esta espécie é característica de terrenos secos e rochosos, ocorrendo em agrupamentos densos, tanto em formações abertas e muito secas (caatinga), como em formações muito úmidas e fechadas como a floresta pluvial (Lorenzi, 1992). Segundo o autor, ela ocorre naturalmente em solos de origem arenítica e as melhores populações aparecem em solos calcários, rasos e situados em declives acentuados. Embora seja resistente à seca, a aroeira sofre com a falta de umidade nos solos, secando as pontas dos galhos; entretanto, não morre totalmente, mas a sua forma é prejudicada (Carvalho, 1994).

Por ser uma espécie secundária tardia, é comum na vegetação tornar-se freqüente por rebrota, com plantas de todas as idades formando bosques quase puros (Carvalho, 1994).

A aroeira se propaga preferencialmente pela germinação dos diásporos que ocorre entre 4 e 18 dias (Pott; Pott, 1994). Segundo Lorenzi (1992), para a produção de mudas, os diásporos recém-colhidos devem ser postos para germinar em canteiros contendo substrato arenoso, enriquecido com matéria orgânica. A emergência ocorre em um período entre 8 e

18 dias, sendo superior a 80%. Silva et al. (2002), que estudaram a germinação dos diásporos da espécie na presença e ausência de luz, submetidos a diversas temperaturas constantes e alternadas, verificaram que estes são indiferentes à luz, preferencialmente com maior germinabilidade obtida entre 15 e 35°C. Outro trabalho visando a germinação foi desenvolvido por Figueirôa (2002), que estudou o processo sob diferentes condições de temperatura, teor de água do substrato e luz. A autora registrou germinação nas diferentes condições testadas, com percentuais entre 28% e 70%, sendo o maior registrado a 20°C em luz branca. Também foram registrados valores médios de velocidade de germinação entre 0,29 dia⁻¹ e 0,88 dia⁻¹, sendo a maior registrada a 30°C em luz branca. Buscando maiores percentuais de germinação, Sousa-Silva; Franco-Silva (2001) mostraram que os diásporos armazenados em condições ambientais por cinco meses tiveram percentual maior de germinação em temperatura de 25°C sobre papel (59%), que em temperatura de 25°C sobre areia (17%). Andrade et al. (2000) realizaram trabalhos envolvendo a micropropagação da aroeira, constatando que é possível sua propagação *in vitro*.

Para analisar a capacidade dos diásporos de suportar condições de armazenamento, foram realizados alguns trabalhos, dentre eles, observou-se que o poder germinativo dos diásporos desta espécie manteve-se a 84% por 12 meses, quando armazenados a frio (4°C), em sacos de polietileno (Duarte, 1979). Em outro trabalho realizado por Souza et al. (1979), foi verificado que os diásporos podem ser armazenados por até 13 meses quando em sacos de polietileno, de algodão e recipientes de alumínio, em câmara fria, ou em sacos de polietileno e recipientes de alumínio em condições ambientais, mantendo porcentagem de germinação superior a 70%.

A coleta é dificultada pelo reduzido tamanho do diásporo, que se assemelha à pimenta-do-reino, possuindo maturação rápida; os frutos só devem ser coletados plenamente maduros, quando apresentam-se firmes, com aspecto rugoso, coloração marrom-escuro e com início de dispersão, pois “de vez” não germinam (Carvalho, 1994).

Quando o interesse está voltado para a exploração de madeira, a coleta deve ser feita em árvores que apresentem tronco retilíneo, sem galhos e sem danos externos, uma vez que essas características podem ser hereditárias e serem transmitidas para gerações futuras (Melo, 1991).

A aroeira apresenta crescimento lento a demorado, atingindo produtividade máxima de até $5,50 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$. Estima-se ainda 20 anos para a obtenção de mourões. A cor do alburno é branca ou levemente rosada, com cerne bege-rosado ou castanho-claro, quando recém-cortado, escurecendo para castanho-escuro ou castanho-avermelhado quando velho, chegando ao negro. A superfície é lustrosa e lisa ao tato, com cheiro e gosto imperceptíveis (Carvalho, 1994).

Informações apresentadas por Carvalho (1994) mostram que a madeira da aroeira é bastante utilizada, sendo a preferida para confecção de cercas no interior do Brasil, seja como mourão, esticador, batente, estaca, palanque ou balancim. É ainda usada em construções externas, como vigamentos de ponte, pinguelas, postes, esteios, dormentes, que duram em média 25 anos; em construção civil, como vigas, caibros, ripas, tacos para assoalhos; móveis torneados, peças torneadas e obras de entalhe. Também pode ser utilizada como madeira para carvão, tendo lenha de boa qualidade, mas não se prestando para a fabricação de celulose e papel. Possui outros usos como o aproveitamento da resina por lesão, e ainda sua casca contém até 17% de tanino, que é usado no curtimento de

couros. Além disso, tem uso medicinal, onde a casca, a folha e a raiz são utilizadas tradicionalmente na forma de chá e infusão em aguardente, como balsâmica e hemostática. A casca também é utilizada contra doenças respiratórias, urinárias, nas hemoptises e metrorragias. Outros usos ainda são mencionados pelo autor como para inflamação de garganta, para curar gastrite e como regulador menstrual. Como é rica em tanino, possui propriedade adstringente, daí seu efeito cicatrizante. Também é recomendada para arborização de ruas e praças, fornecendo boa sombra. As flores produzem pólen em abundância e apresentam interesse para a apicultura e suas folhas são utilizadas como forragem na região Nordeste.

Focando o reflorestamento, Carvalho (1994) observou que a espécie é recomendada para solos compactados, consorciada com gramíneas. Garrido et al. (1997) verificaram que o consórcio de aroeira com *Pinus caribaea* foi de forma geral benéfico ao desenvolvimento da aroeira em altura. Neste caso a mesma deve ser plantada até um ano após o plantio de *Pinus*. Em outro trabalho sobre reflorestamento, foi constatado que o consorciamento de aroeira e eucalipto é um sistema economicamente viável, pois o eucalipto pode trazer retorno mais rápido ao produtor (Tarsitano et al., 1994).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

Para a instalação do experimento foram utilizados diásporos (unidade de dispersão constituída pela semente, associada a partes do fruto) coletados no mês de setembro de 2002, extraídos de árvores de aroeira localizadas no município de Uberlândia. A coleta foi realizada em uma propriedade privada, às margens da antiga estrada que ligava as cidades de Araguari e Uberlândia, na localidade denominada de Pau Furado, e que continha várias árvores de diferentes idades e tamanho, com acentuada frequência em praticamente toda a área. A coleta foi feita em árvores com o maior número de diásporos maduros (firmes, com aspecto rugoso, coloração marrom-escuro). O experimento foi instalado 24 horas após a coleta dos diásporos, a partir da preparação dos mesmos, incluindo sua limpeza (retirada das peças florais) e pré-embebição, no laboratório de Ecofisiologia Vegetal do Instituto de Biologia, na Universidade Federal de Uberlândia, com a posterior condução do mesmo na área experimental daquele Instituto.

O experimento foi instalado em estufa coberta com sombrite de polietileno, com redução de 50% na luminosidade. Foi adotado o delineamento experimental de blocos

casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições de 50 diásporos cada, ou seja, 250 diásporos por tratamento, num total de 1000 diásporos para o experimento.

Os diásporos foram beneficiados manualmente, com posterior embebição por um período de 24 horas no escuro, em soluções de citocinina (CI) a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$, ácido giberélico (GA_3) a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$, KNO_3 a 0,2%, que com os diásporos embebidos em água destilada (testemunha) constituíram os cinco tratamentos.

Após 24 horas de embebição, foi realizada a semeadura dos diásporos em bandejas multicelulares[®] contendo 128 células (3,5 x 3,5 x 6,0 cm), próprias para mudas, preenchidas com substrato comercial (PLANTMAX[®]).

A emergência foi analisada a cada 24 horas, para a contagem das plântulas. O critério para a contagem foi a emergência do hipocótilo.

Foram avaliadas, para efeito comparativo de emergência entre os distintos tratamentos, a porcentagem de emergência E – que corresponde ao percentual de plântulas emergidas em relação ao número de diásporos semeados; tempo médio de emergência (\bar{t} , adaptado de Labouriau, 1983); coeficiente de variação do tempo (CV_t , Ranal; Santana, 2002); coeficiente de uniformidade de emergência (CUG , adaptado de Heydecker, 1973); índice de incerteza (I , Labouriau; Valadares, 1976); índice de sincronização (Z , Primack, 1980); velocidade média de emergência (\bar{v} , adaptado de Labouriau, 1970); velocidade de emergência (VE , Maguire, 1962); velocidade de emergência (GR , adaptado de Brown; Mayer, 1988); índice proposto por Timson (T , Timson, 1965); T corrigido pela germinabilidade (T_{mod} , Labouriau, dados não publicados); índice de velocidade de emergência (ERI , Shmueli; Goldberg, 1971); ERI corrigido pelo número de plântulas

emergidas (ERI_{mod} , Ranal; Santana, 2002); índice de emergência (GI , adaptado de Melville et al., 1980) e valor de emergência (GV , adaptado de Czabator, 1962). Ressalta-se que as adaptações mencionadas referem-se apenas à substituição do termo germinação por emergência e não a modificações nas expressões matemáticas propostas pelos autores.

Os dados obtidos para cada uma das características avaliadas foram, então, submetidos aos testes de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade (teste de Bartlett), que permitiram distinguir a necessidade do uso da análise estatística paramétrica ou não-paramétrica. Para atender às pressuposições da estatística paramétrica (normalidade e homogeneidade), foi necessário submeter os dados originais referentes ao tempo médio (\bar{t}), à transformação raiz quadrada. O índice de Timson modificado (T_{mod}) não atendeu às pressuposições da estatística paramétrica, mesmo após a transformação dos dados, sendo então submetido ao teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. Para as demais características avaliadas, ANOVA e Tukey (testes paramétricos) foram aplicados aos dados originais.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da emergência de plântulas obtidas a partir de diásporos da aroeira está apresentada nas Tabelas 1 e 2. É possível verificar que, para as 15 características avaliadas, os reguladores de crescimento afetaram significativamente o tempo médio (\bar{t}) e a velocidade de emergência, calculada por \bar{v} , VE , T_{mod} , e ERI_{mod} . O tratamento com KNO_3 acelerou a emergência (baixo valor para \bar{t} e altos valores para \bar{v} , VE , T_{mod} , e ERI_{mod}) e o GA_3 a retardou.

Para os quatro tratamentos, a porcentagem de emergência (E) esteve entre 37 e 38%, com o tempo médio (\bar{t}) ocorrendo entre 6 e 7 dias. O grau de espalhamento da emergência no tempo, expressa pelo CV_t , foi de 19,6 a 24,6% e expressa pelo CUG entre 0,44 e 0,68 dia⁻². Decorrente desse espalhamento, as plântulas emergiram sem sincronia, tendo sido registrados valores de I maiores que zero e de Z próximos de zero.

A porcentagem de emergência de plântulas foi inferior a 40%, estando abaixo da germinabilidade média registrada por outros autores, em condições de laboratório (Tabela

TABELA 1. Medidas de emergência, tempo médio, uniformidade e sincronia de plântulas de *Myracrodruon urundeuva*.

Tratamento	E (%)	\bar{t} (dias)	CV_t (%)	CUG (dia ⁻²)	I (bits)	Z
Água	37,20 ± 8,79 a	6,81 ± 0,29 ab	19,61 ± 4,12 a	0,64 ± 0,20 a	2,12 ± 0,09 a	0,22 ± 0,03 a
Cl (10 µg mL ⁻¹)	37,60 ± 3,29 a	6,95 ± 0,59 ab	24,55 ± 9,68 a	0,54 ± 0,38 a	1,92 ± 0,21 a	0,27 ± 0,03 a
GA ₃ (10 µg mL ⁻¹)	38,00 ± 5,83 a	7,02 ± 0,10 b	23,61 ± 4,84 a	0,44 ± 0,22 a	2,25 ± 0,35 a	0,23 ± 0,09 a
KNO ₃ (2.10 ⁻³ M)	37,20 ± 7,95 a	6,37 ± 0,16 a	20,88 ± 4,12 a	0,68 ± 0,32 a	1,98 ± 0,38 a	0,27 ± 0,10 a
Análise estatística						
W (Shapiro-Wilk)	0,9609 (0,565)	0,9670 (0,6853)	0,9674 (0,6948)	0,9614 (0,5758)	0,9328 (0,1845)	0,9078 (0,0603)
B (Bartlett)	3,412 (0,3323)	10,886 (0,0124)	4,223 (0,2383)	1,869 (0,6)	7,047 (0,0704)	7,337 (0,0619)
F (ANOVA)	0,016 (0,9972)	3,72 (0,0333)	0,705 (0,5629)	0,697 (0,5675)	1,317 (0,3033)	0,776 (0,5244)

TABELA 2. Medidas de velocidade de emergência de plântulas de *Myracrodruon urundeuva*.

Tratamento	\bar{v} (dia ⁻¹)	VE (semedia ⁻¹)	GR (% dia ⁻¹)	T (% dia)	T _{med} (dia)	ER (sem dia)	ER _{med} (dia)	GI (dia)	GV (% dia ⁻²)
Água	0,147 ± 0,006 ab	14,70 ± 0,64 ab	5,68 ± 1,26 a	453,20 ± 105,84 a	12,19 ± 0,29 ab	208,00 ± 48,56 a	11,19 ± 0,29 ab	226,60 ± 52,92 a	9,10 ± 4,27 a
Cl (10 µg mL ⁻¹)	0,145 ± 0,012 ab	14,47 ± 1,21 ab	5,72 ± 0,54 a	452,00 ± 37,28 a	12,04 ± 0,61 ab	207,40 ± 17,28 a	11,05 ± 0,59 ab	226,20 ± 18,62 a	9,31 ± 1,47 a
GA ₃ (10 µg mL ⁻¹)	0,142 ± 0,002 b	14,24 ± 0,22 b	5,69 ± 0,87 a	454,80 ± 67,48 a	11,98 ± 0,10 b	208,40 ± 30,83 a	10,98 ± 0,10 b	227,40 ± 33,74 a	9,14 ± 2,60 a
KNO ₃ (2.10 ⁻³ M)	0,157 ± 0,004 a	15,71 ± 0,40 a	6,09 ± 1,26 a	469,20 ± 96,52 a	12,63 ± 0,16 a	216,00 ± 44,29 a	11,63 ± 0,16 a	234,60 ± 48,26 a	10,03 ± 4,02 a
Análise estatística									
W (Shapiro-Wilk)	0,9765 (0,866)	0,9765 (0,866)	0,9467 (0,3318)	0,9586 (0,5229)	0,9564 (0,4822)	0,9576 (0,5037)	0,9632 (0,6102)	0,9589 (0,5288)	0,9523 (0,4142)
B (Bartlett)	10,155 (0,0173)	10,155 (0,0173)	2,874 (0,4115)	3,857 (0,2773)	11,576 (0,009)	3,807 (0,2831)	11,168 (0,0108)	3,864 (0,2766)	4,204 (0,2402)
F (ANOVA)	4,026 (0,026)	4,026 (0,026)	0,182 (0,907)	0,049 (0,9853)	-	0,059 (0,9805)	3,624 (0,0361)	0,048 (0,9858)	0,086 (0,9666)
H (Kruskal-Wallis)	-	-	-	-	8,326 (0,0397)	-	-	-	-

⇒ Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$), W: estatística do teste de Shapiro-Wilk; valores em negrito indicam normalidade ($P > 0,05$), B: estatística do teste de Bartlett; valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias ($P > 0,05$), H: estatística de Kruskal-Wallis; valores em negrito indicam que a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, pelo menos dois tratamentos diferem entre si ($P > 0,05$), E: porcentagem de emergência; \bar{t} : tempo médio de emergência (adaptado de Labouriau, 1983); CV_t: coeficiente de variação do tempo (Ramal, Santana, 2002); CUG: coeficiente de uniformidade de germinação (adaptado de Heydecker, 1973); I: índice de incerteza (Labouriau, Valadares, 1976); Z: índice de sincronização (Primack, 1980); \bar{v} : velocidade média de emergência (adaptado de Labouriau, 1970); VE: velocidade de emergência (Maguire, 1962); GR: velocidade de emergência (adaptado de Brown, Mayer, 1988); T: índice de Timson (Timson, 1965); T_{med}: índice proposto por Timson e modificado (Labouriau, dados não publicados); ER: índice de velocidade de emergência (Shmueli, Goldberg, 1971); ER_{med}: índice de velocidade de emergência modificado (Ramal, Santana, 2002); GI: índice de emergência (adaptado de Melville et al., 1980); GV: índice de Czabator (adaptado de Czabator, 1962).

3). A redução da emergência de plântulas em relação à germinação em laboratório era esperada, uma vez que as condições de laboratório são mais controladas e propícias à retomada do metabolismo pelo embrião que consegue romper os tegumentos que o envolvem. No caso da emergência, além da protrusão da radícula, é necessário que a plântula tenha reservas e vigor suficientes para crescer até a superfície; caso contrário, a germinação ocorre sem emergência e a plântula morre sob o solo. Essa redução também foi registrada para *Moringa oleifera* Lam., da família Moringaceae, que apresentou germinabilidade entre 87 e 97% em condições de laboratório, a 24°C (Polastro, 2003) e de 23 a 57% de emergência em estufa recoberta com sombrite 50% (Torrone, 2003). Resultados similares foram registrados para *Matayba guianensis* Aubl., da família Sapindaceae, que apresentou em laboratório a 24°C, germinabilidade entre 65 e 68% (Santos, dados não publicados) e emergência em estufa entre 16,5 e 29% (Oliveira, 2003).

O tempo médio de emergência das plântulas foi maior do que o tempo médio de germinação registrado por Dorneles (2003) que utilizou diásporos colhidos no mesmo ano e local, e por Figueirôa (2002) para diásporos coletados no estado de Sergipe (Tabela 3). É importante destacar que ambas as autoras trabalharam em condições de laboratório. O aumento no tempo médio de emergência das plântulas em relação ao tempo médio de germinação em laboratório é esperado, em função da diferença nas condições de laboratório e campo e pelo fato de que a protrusão da radícula antecede a emergência da plântula que gasta um tempo maior para percorrer a camada de solo de cerca de 0,5 e 1 cm. Para *Moringa oleifera*, o tempo médio de germinação em laboratório esteve entre 5 e 10 dias (Polastro, 2003) e o de emergência em estufa entre 11 e 14 dias (Torrone, 2003). Resultados similares foram registrados para *Matayba guianensis*, que apresentou em

laboratório, tempo médio de germinação entre 3 e 4 dias (Santos, dados não publicados) e entre 24 e 26 dias em estufa (Oliveira, 2003).

TABELA 3. Germinação de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* registrada por diferentes autores.

Local coleta	Germinabilidade (%)	Tempo de germinação (dias)	Condições de germinação	Autores
-	86	6 a 9	-	1
-	85 a 88	-	Laboratório	2
-	82	-	Laboratório, 20 e 30°C	3
Uberlândia	60	2 - 3	Laboratório, 26°C	4
Sergipe	59,5	1,5 – 3 *	Laboratório, 30°C	5

1 - Souza-Silva et al. (2001), 2 - Duarte et al. (2000), 3 – Netto; Faiad (1995), 4 – Dorneles (2003), 5 – Figueirôa (2002). * - Valores estimados a partir da velocidade média de germinação apresentada pela autora.

O coeficiente de variação do tempo (CV_t), que mede indiretamente o grau de espalhamento da emergência em função do tempo, se assemelha ao coeficiente de variação (CV) convencional da experimentação (Pimentel-Gomes, 1987; Banzatto; Kronka, 1989), podendo ser utilizado para comparações, independente da grandeza do tempo médio de emergência. Utilizando os valores de referência apresentados por Pimentel-Gomes (1987), os valores do CV_t registrados indicam que as plântulas de aroeira apresentam variação no tempo de emergência entre média e alta, variação esta benéfica e adaptativa, que serve para defesa contra climas irregulares e de predadores. Esse caráter adaptativo aumenta a

probabilidade da germinação de algumas sementes, em condições que favorecem a sobrevivência das plântulas (Labouriau, 1983). Algumas espécies como a *Matayba guianensis*, apresentam um espalhamento no tempo entre 27 e 65% em laboratório (Santos, dados não publicados) e 60 e 75% em estufa utilizando substrato comercial (Oliveira, 2003). Segundo Dorneles (2003), *Myracrodruon urundeuva* apresenta em laboratório um espalhamento entre 17 e 31%. Para *Moringa oleifera*, o espalhamento no tempo esteve entre 23 e 41% em condições de laboratório (Polastro, 2003) e entre 21 e 31% em estufa (Torrone, 2003). É interessante destacar que esse padrão da espécie foi similar em laboratório e em estufa, podendo-se inferir que o CV_t mede realmente a variabilidade entre as sementes quanto à sua capacidade para completar o processo de germinação. Um outro ponto importante é que, valores de CV_t mais baixos, propiciam a obtenção de mudas com vigor similar, resultando stand homogêneo.

O coeficiente de uniformidade de emergência quantifica a mesma característica que o coeficiente de variação do tempo, ou seja, espalhamento da emergência em função do tempo. Esta medida (CUG) é o inverso da variância do tempo (Heydecker, 1973). Segundo Ranal; Santana (2002), este coeficiente apresenta duas desvantagens, uma referente à sua interpretação, uma vez que a unidade é expressa em dia^{-2} e a outra é que o tempo médio de emergência ou germinação interfere no resultado. Esta é uma desvantagem que impede comparações dentro e entre experimentos, já que a grandeza da média (\bar{t}) afeta comparações entre variância e, em consequência, o valor do CUG calculado. Como a diferença no tempo de emergência da aroeira foi pequena, esta não gerou diferença significativa entre os tratamentos quanto a esta característica.

I quantifica o grau de incerteza da distribuição das frequências relativas de emergência, podendo-se inferir, a partir dessa medida, a sincronia com que as plântulas emergem. Esta medida varia de zero a infinito (Ranal; Santana, 2002), com valores próximos de zero indicando sincronia e valores diferenciados de zero assincronia (aumento de entropia). Sobre o presente trabalho, há uma assincronia e espalhamento no tempo da emergência das plântulas de aroeira, já detectada pelo CV_t . Como não há valores de referência para essa medida, sua interpretação fica restrita a comparações. Segundo Dorneles (2003), *Myracrodruon urundeuva* apresenta valores de incerteza entre 0,9 e 1,36 bits em condições de laboratório, indicando que a espécie apresenta maior sincronia de germinação do que de emergência. Outra espécie de cerrado, *Matayba guianensis*, também não apresenta sincronia de emergência, com valores de I entre 2,8 e 3,2 bits (Oliveira, 2003). A espécie cultivada *Lycopersicon esculentum* Mill cultivar C38 da família Solanaceae, apresenta um índice de incerteza variando de 2 a 3 bits entre temperaturas de 20 e 30°C, aumentando quando a temperatura se eleva ou abaixa (Labouriau; Osborn, 1984). Outra espécie que apresenta valores de I entre 2 e 3 bits, entre 25 e 30°C, é *Salvia hispanica* L., apresentando também valores maiores de incerteza quando há variação de temperatura, fora do limite citado (Labouriau; Agudo, 1987). Segundo Labouriau; Valadares (1976), o índice de incerteza de *Calotropis procera* Ait. varia entre 2 e 3 bits nas temperaturas de 29 a 33°C, com aumento em decorrência de valores maiores e menores de temperaturas. *Dolichos biflorus* L. também apresenta variação de I entre 2 e 3 bits nas temperaturas entre 16 e 32°C, aumentando com a diferença nas temperaturas (Labouriau; Pacheco, 1978). Esses registros indicam que as espécies espalham mais no tempo o processo de germinação quando as sementes são submetidas a condições diferentes da

ótima para a espécie. Por outro lado, como esta informação não é conhecida para a grande maioria das espécies, nada se pode afirmar se há diferença entre as espécies nativas e cultivadas.

O índice de sincronia de emergência (Z), quantifica a mesma característica acima, mas com uma vantagem. O mesmo varia de zero a um, ou seja, pode-se constatar diretamente se a falta de sincronia e espalhamento no tempo é alta ou baixa. Além disso, os valores são gerados com a emergência simultânea de, no mínimo, duas plântulas, o que mostra a capacidade do índice de medir diretamente a sincronia de emergência (Ranal; Santana, comunicação pessoal). Com base nos valores calculados de Z , pode-se confirmar que a espécie estudada apresenta falta de sincronia, uma vez que os valores encontrados estão próximos de zero. Isso é esperado para espécies nativas porque necessitam aumentar a probabilidade de germinação em condições que permitam a sobrevivência de suas plântulas (Labouriau, 1983).

Os índices que associam em suas expressões matemáticas a capacidade de emergência (%) e a velocidade com que as plântulas emergem, são divididos em dois grupos, os que representam frequência (\bar{v} , VE e GR) e os que não são frequências (T , T_{mod} , ERI , ERI_{mod} , GI e GV). Para o primeiro grupo, há uma diferença em relação ao cálculo. VE é a razão entre o número de plântulas emergidas e o tempo gasto para a emergência, ou seja, é a frequência absoluta de emergência; o GR entre a porcentagem de plântulas emergidas e o tempo, ou seja, é a frequência relativa de emergência. Sendo assim, VE e GR misturam capacidade com velocidade, o que as limita nas comparações. Por algum motivo ainda não entendido, VE mostrou-se mais eficiente do que GR para medir velocidade, equiparando-se ao \bar{v} , que mensura exclusivamente velocidade. O \bar{v} é o inverso de uma

média ponderada ($\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{\sum_{i=1}^k n_i t_i}$), onde n_i : número de diásporos que emergiram no tempo t_i ; t_i :

tempo entre o início do experimento e a i -ésima observação (dia); e k : último tempo de emergência dos diásporos) e, portanto, não é interferido pelo número de sementes germinadas ou plântulas emergidas. Para o segundo grupo, T_{mod} e ERI_{mod} foram modificados para cancelar o efeito da quantidade de sementes germinadas ou plântulas emergidas e, desta forma, o comportamento de ambas as medidas é similar a \bar{v} . Com esses detalhes, era esperado que com o aumento da emergência, VE , GR , T , ERI , GI e GV aumentassem. Apesar da porcentagem de emergência não ter sido significativamente diferente entre os tratamentos, sob a ação do GA_3 esta característica foi maior em um por cento, o que fez com que a diferença nas velocidades registradas por \bar{v} , VE , T_{mod} e ERI_{mod} , se equilibrasse no cálculo de GR , T , ERI , GI e GV , que passaram a não detectar a diferença de velocidade entre os tratamentos. Conclui-se que os índices que não são afetados pela germinabilidade ou porcentagem de emergência de plântulas, apresentaram maior acuracidade para o trabalho desenvolvido.

Os dados obtidos indicam que esforços precisam ser realizados no sentido de aumentar a porcentagem de emergência em campo da espécie, uma vez que as demais características, incluindo tempo, velocidade, homogeneidade e sincronia de emergência, foram melhores do que os registrados para outras espécies nativas.

A espécie mostrou que não apresenta dormência primária, pelo fato dos valores das características estudadas estarem bem próximos entre si, tanto da testemunha (água), como

dos reguladores de crescimento. O mesmo comportamento foi detectado em condições de laboratório por Dorneles (2003).

5 – CONCLUSÕES

- A porcentagem de emergência não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e pode ser considerada muito baixa.
- Diásporos de aroeira submetidos ao tratamento com KNO_3 apresentaram maior velocidade e menor tempo de emergência em relação ao tratamento com GA_3 .
- A espécie não apresenta dormência primária, pelo fato dos reguladores de crescimento não terem afetado significativamente as características avaliadas.

Não há necessidade de se utilizar reguladores de crescimento para acelerar a emergência de plântulas de *Myracrodruon urundeuva*, uma vez que a diferença no tempo de emergência das plântulas, com essas substâncias, foi inferior em um dia, em relação ao tratamento controle.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEM, A. C. **Estudo da biologia reprodutiva de duas espécies florestais (Aroeira e Gonçalo-alves) da região do cerrado**. Brasília: Embrapa, 1991. 5p. (Pesquisa em Andamento,2).

ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). **Ciências e Agrotécologia**, Lavras, v.24, n.1, p. 174-180, jan./mar. 2000.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.

BROWN, R. F.; MAYER, O. G. Representing cumulative germination. A critical analysis of single-value germination indices. **Annals of Botany**, v.61, p.117-125, 1988.

CARVALHO, P. E. R. **Recomendações Florestais Brasileiras**. Brasília: Embrapa, 1994. 640 p.

CZABATOR, F. J. Germination value: na index combinig speed and completeness of pine seed germination. **Forest Science**, v.8, n.4, p.386-396, 1962.

DORNELES, M. C. **Longevidade e padrão de germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Aroeira)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

DUARTE, M. J. Análise de sementes de seis espécies autóctones e alternativas para o reflorestamento na região semi-árida do Nordeste Brasileiro. In: SOUZA, S. M.; PIRES, I. E.; LIMA, P. C. F. **Efeito do tipo de embalagens e condições de armazenamento na preservação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) Engl.** Petrolina: Embrapa, p.25-30, 1979.

DUARTE, E. F.; MORAIS, O. M.; NAKAGAWA, J. Avaliação da germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem.) Anarcadiaceae, em diferentes substratos, com e sem exo e mesocarpo. In: Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, 13, São Paulo. p. 142. 2000.

FIGUEIRÔA, J. M.; **Influência da umidade do substrato, qualidade de luz e temperatura na germinação de *Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO (Anacardiaceae).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2002.

GARRIDO, L. M. A. G.; CRUZ, S. F.; FARIA, H. H.; GARRIDO, M. A. O.; VILAS BOAS, O. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Flor**, São Paulo, v.9, n.1, p. 47-56, 1997.

GUERRIRO, S. M. C.; PAOLI, A. A. S. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All - ANARCADIACEAE), com notas sobre paquicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p. 222-228, 1999.

HEYDECKER, W. Glossary of terms. **Seed ecology**. Londres: Butterworths, p.553-557, 1973.

LABOURIAU, L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm I. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n.42, p.235-262, 1970.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington, 1983. 174p. (Série de Biologia. Monografia, 24).

LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology germination in *Salvia hispanica* L. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.59, p.57-69, 1987.

LABOURIAU, L. G.; OSBORN, J. H. Temperature dependence of the germination of *tomato seeds*. **J. Therm. Biol.** v.9, n.4, p.281-294, 1984.

LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiol.** v.19, n.3, p.507-512, 1978.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, p.293-284, 1976.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: ed. Platarum, 1992. 203 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, n.2, p.176-177, 1962.

MELO, J. T. **Aroeira: características e aspectos silviculturais**. Planaltina: Embrapa, 1991. 10 p. (Documento, 38).

MELVILLE, A. H., GALLETTA, G. J., DRAPER, A. D. & NG, T. J. Seed germination and early seedling vigour in progenies of inbred strawberry selections. **Horticultural Science** n.15, p.749-750, 1980.

NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. Brasília. **Revista Brasileira de Sementes**. v.17, n.1, p.75-80, 1995.

OLIVEIRA, T. V. S. **Emergência e desenvolvimento de plântulas de *Matayba guianenses* Aubl. (Sapindaceae) ocorrente na região do Triângulo Mineiro**. Dissertação de Monografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12^a ed. Piracicaba: Revista Ampliada. 1987.

POLASTRO, G. C. **Germinação e armazenamento de sementes recém-colhidas de *Moringa oleifera* Lam**. Dissertação de Monografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: Embrapa, 1994. 320 p.

PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, n. 68, p.849-862, 1980.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Como e por que medir o processo de germinação. Sociedade Brasileira de Botânica, Recife, p. 64. 2002. Trabalho apresentado no Congresso Nacional de Botânica, 53.

SHMUELI, M.; GOLDBERG, D. Emergence, early growth, and salinity of five vegetable crops germinated by sprinkle and trickle irrigation in an arid zone. **Horticultural Science**, n.35, p. 563-565, 1971.

SILVA, L. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.691-697, 2002.

SOUZA-SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ANTUNES, N. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. de.; SOUZA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina: Embrapa. 2001. p.379-422.

SOUZA, S. M.; PIRES, I. E.; LIMA, P. C. F. **Efeito do tipo de embalagens e condições de armazenamento na preservação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)** Engl. Petrolina: Embrapa, p.25-30, 1979.

SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO-SILVA, L. Germinação de espécies de matas de galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. de.; SOUZA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa. 2001. cap. 10, p.379-422.

TARSITANO, M. A. A.; KOBAYASHI, M. K.; MORAES, M. L. T.; KAGEYAMA, P. Y.; ANTIQUEIRA, L. R.; CAMBUIM, J. Custo de implantação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) em diferentes sistemas de plantio. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.3, n.1, p. 47-54, 1994.

TIMSOM, J. New method os recording germination data. **Nature**, n.207, p.216-217, 1965.

TORRONE, F. **Emergência e desenvolvimento inicial das plântulas de *Moringa oleifera* Lam., semeadas em substrato comercial Plantimax®**. Dissertação de Monografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

VIANA, G. S. B.; ABREU MATOS, F. J.; BANDEIRA, M. A. M.; RAO, V. S. N. **Aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). Estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico**. Fortaleza: ed. UFC, 1995. 160 p.