



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

RÔMULO ANDRÉ BELTRAME

**GERMINAÇÃO, MORFOLOGIA E ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Joannesia princeps*
VELL.**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
FEVEREIRO - 2013

RÔMULO ANDRÉ BELTRAME

**GERMINAÇÃO, MORFOLOGIA E ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Joannesia princeps*
VELL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes

Coorientador: Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima

Coorientadora: Prof^a. Dra. Tatiana Tavares Carrijo

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

FEVEREIRO – 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito
Santo, ES, Brasil)

Beltrame, Rômulo André, 1987-

B453g Germinação, morfologia e análise da distribuição espacial da
qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps* Vell / Rômulo
André Beltrame. – 2013.

107 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.

Coorientadores: Julião Soares de Souza Lima, Tatiana Tavares
Carrijo.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Florestas – Mudanças - Qualidade. 2. Sementes. 3. Germinação. 4.
Morfologia. 5. Biometria. I. Lopes, José Carlos. II. Lima, Julião Soares
de Souza. III. Carrijo, Tatiana Tavares. IV. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 630

**GERMINAÇÃO, MORFOLOGIA E ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Joannesia princeps*
VELL.**

RÔMULO ANDRÉ BELTRAME

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2013.

Prof^a. Dra. Célia Maria Peixoto de
Macêdo
Instituto Federal Fluminense - IFF
(Membro externo)

Prof. Dr. Ruimário Inácio Coelho
Centro de Ciências Agrárias - UFES
(Membro externo)

Prof. Dr. José Carlos Lopes
Centro de Ciências Agrárias - UFES
(Orientador)

“Tudo quanto vive, vive porque muda; muda porque passa; e, porque passa, morre. Tudo quanto vive perpetuamente se torna outra coisa, constantemente se nega, se furta à vida.”

Fernando Pessoa

“Aquele que não sabe, e pensa que sabe. Ele é tolo. Evite-o. Aquele que sabe e não sabe o que sabe. Ele está adormecido. Desperte-o. Aquele que sabe e não admite o que sabe. Ele é humilde. Guie-o. Aquele que sabe e sabe o que sabe. Ele é sábio. Siga-o.”

Bruce Lee

“Somos todos geniais. Mas se você julgar um peixe por sua capacidade de subir em árvores, ele passará sua vida inteira acreditando ser estúpido.”

Albert Einstein

A Deus

Aos meus pais, Elson Antônio Beltrame e Maria Lúcia André Beltrame

As minhas irmãs, Luana André Beltrame e Lara André Beltrame

A minha sobrinha Alice Beltrame Bolçoni

Aos meus amigos e demais familiares

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus por mais uma oportunidade concedida, pela concessão diária de determinação, autocontrole, proteção e saúde.

Aos meus pais, Elson Antônio Beltrame e Maria Lúcia André Beltrame, exemplos de força e dedicação. Obrigado pelo apoio em todos os momentos da minha vida. As minhas queridas irmãs Luana Beltrame e Lara Beltrame.

Ao meu primeiro orientador na jornada científica, Guilherme Rocha Lino de Souza, pela oportunidade concedida e por despertar meu interesse pela pesquisa.

Ao meu orientador, Professor José Carlos Lopes, pela confiança, amizade, apoio e, principalmente, pelos seus conhecimentos, que me deram suporte e contribuíram para minha formação acadêmica e conclusão de mais uma etapa na minha vida. Aos meus coorientadores Julião Soares de Souza Lima e Tatiana Tavares Carrijo pela amizade, pelos ensinamentos e oportunidade de trabalharmos juntos. Muito obrigado!

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (CAPES) e ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão de bolsa e ao meu orientador do REUNI, professor Marcos Oliveira de Paula.

Aos funcionários do Horto Municipal de Alegre. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo e a todos os professores que fazem parte do mesmo, pela oportunidade de estudo.

Aos amigos e amigas de Laboratório e Universidade, Vagner Mauri, Pedro Ramon, Allan Rocha, Alan Azevedo, Liana Mengarda, Luan Peroni, Joyce Almeida, Eldelon Oliveira, Zé Maria, Rafael Zanotti, Fabiana Baleeiro, Rodolfo Teixeira, Rafael Andrade, Eduardo Falcon, Ugo Sartori, pela amizade, companheirismo, força e auxílio.

A todos os professores, os verdadeiros formadores de cabeças pensantes desse país, que tive o privilégio de conviver durante a vida, pelos ensinamentos transmitidos ao longo destes anos de estudos. O meu muito obrigado a todos!

BIOGRAFIA

Rômulo André Beltrame, filho de Elson Antônio Beltrame e Maria Lúcia André Beltrame, nascido em 14 de Fevereiro de 1987, no município de Venda Nova do Imigrante, no estado do Espírito Santo, Brasil.

Concluiu o ensino fundamental na Escola Municipal Santa Joana, na comunidade de Assunção, município de Muniz Freire – ES, o ensino médio e o curso técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Alegre - ES (EAFA), em 2004 e 2005, respectivamente. Em março de 2006, ingressou no curso de Agronomia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA - UFES), em Alegre - ES, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2011.

Em março de 2011, iniciou o curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências Florestais, na linha de pesquisa Silvicultura e Solos Florestais, da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro - ES, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2013.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1.** Análise química do substrato.....31
- Tabela 2.** Emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de cutieira após escarificação física e química das sementes.....34
- Tabela 3.** ANOVA da massa seca da parte aérea e diâmetro do coleto de plântulas de cutieira após escarificação física e química das sementes.....35
- Tabela 4.** Emergência (E%) e comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas oriundas de sementes de cutieira tratadas por diferentes períodos de embebição em GA₃ e mantidas sob diferentes níveis de sombreamento, após 63 dias da semeadura.....37
- Tabela 5.** Índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento do sistema radicular (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca do sistema radicular (MFR) e massa seca do sistema radicular (MR) de plântulas oriundas de sementes de cutieira tratadas por diferentes períodos de embebição em GA₃ e mantidas sob diferentes níveis de sombreamento, após 63 dias da semeadura.....39
- Tabela 6.** Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Joannesia princeps* aos 63 dias após a semeadura.....41

CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos frutos de *Joannesia princeps*.....54
- Tabela 2.** Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos pirênios de *Joannesia princeps*.....54
- Tabela 3.** Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das sementes de *Joannesia princeps*.....56
- Tabela 4.** Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das sementes de *Joannesia princeps* no sexto dia após a semeadura.....57
- Tabela 5.** Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas de *Joannesia princeps* no sétimo dia após a semeadura.....58
- Tabela 6.** Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas de *Joannesia princeps* no 14^o dia após a semeadura.....58

| | |
|---|----|
| Tabela 7. Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do diâmetro da raiz principal, coleto, hipocótilo, epicótilo e pecíolo das plântulas de <i>Joannesia princeps</i> no 21º dia após a semeadura..... | 59 |
| Tabela 8. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos cotilédones das plântulas de <i>Joannesia princeps</i> no 21º dia após a semeadura..... | 60 |
| Tabela 9. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas de <i>Joannesia princeps</i> no 28º dia após a semeadura..... | 60 |
| Tabela 10. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do comprimento e largura (dos cotilédones e hipocótilo); comprimento do pecíolo, diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas de <i>Joannesia princeps</i> no 35º dia após a semeadura..... | 61 |
| Tabela 11. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do comprimento e largura (dos cotilédones, hipocótilo e epicótilo); comprimento do pecíolo (cm); comprimento, largura e comprimento do pecíolo da folha (cm) e diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas de <i>Joannesia princeps</i> no 42º dia após a semeadura..... | 62 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Análise química do substrato..... | 73 |
| Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis estudadas de <i>Joannesia princeps</i> | 75 |
| Tabela 3. Parâmetros e modelos dos semivariogramas ajustados para as variáveis estudadas de <i>Joannesia princeps</i> | 76 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Teor de água (%) de sementes intactas (quadrados e linha contínua) e escarificadas (círculos e linha pontilhada) de cutieira em relação ao período (horas) de embebição.....32

Figura 2. Polígono de frequência de emergência (%) de sementes intactas (quadrados e linha contínua) e escarificadas (círculos e linha pontilhada) de cutieira durante 30 dias.....33

CAPÍTULO 2

Figura 1. Morfologia e biometria de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*. A) Morfologia externa do fruto. B) Fruto aberto na porção mediana evidenciando o endocarpo. C) Endocarpo aberto evidenciando as sementes. D) Morfologia da semente. E) Morfologia interna da semente evidenciando o embrião. F) Morfologia da plântula no sexto dia após a semeadura. G) Hipocótilo curvo formando o gancho no sétimo dia após a semeadura. H) Morfologia da plântula no 14º dia após a semeadura. I) Morfologia da raiz no 21º dia após a semeadura. J) Morfologia do hipocótilo no 21º dia após a semeadura. K) Cotilédones envoltos por rudimentos seminiais no 21º dia após a semeadura. L) Morfologia dos cotilédones no 28º dia após a semeadura. M) Morfologia da raiz e do hipocótilo no 42º dia após a semeadura. N) Morfologia dos protófilos no 42º dia após a semeadura.....67

CAPÍTULO 3

Figura 1. Semivariogramas para as variáveis emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), nos quais o eixo x corresponde a distância, em metros, e no eixo y estão os valores das semivariâncias (%²).....77

Figura 2. Semivariogramas para as variáveis comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR), nos quais o eixo x corresponde a distância, em metros, e no eixo y estão os valores das semivariâncias (%²).....78

Figura 3. Mapa temático da variável emergência (E) das plântulas de *Joannesia princeps*.....81

Figura 4. Mapa temático da variável índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de *Joannesia princeps*.....82

| | |
|--|----|
| Figura 5. Mapa temático da variável comprimento da raiz (CR) das mudas de <i>Joannesia princeps</i> | 83 |
| Figura 6. Mapa temático da variável diâmetro do coleto (DC) das mudas de <i>Joannesia princeps</i> | 84 |
| Figura 7. Mapa temático da variável massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de <i>Joannesia princeps</i> | 85 |
| Figura 8. Mapa temático da variável massa fresca da parte aérea (MFPA) das mudas de <i>Joannesia princeps</i> | 86 |
| Figura 9. Mapa temático da variável massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas de <i>Joannesia princeps</i> | 87 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| RESUMO | xiv |
| ABSTRACT | xvi |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. OBJETIVO GERAL | 3 |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. A ESPÉCIE <i>Joannesia princeps</i> Vell. | 4 |
| 2.2. GERMINAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES | 5 |
| 2.3. QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS | 9 |
| 2.4. MORFOLOGIA E BIOMETRIA | 11 |
| 2.5. GEOESTATÍSTICA APLICADA À CIÊNCIA FLORESTAL | 13 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 17 |
| CAPÍTULO I | 25 |
| TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E SOMBREAMENTOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUTIEIRA | 26 |
| RESUMO | 26 |
| ABSTRACT | 27 |
| 1. INTRODUÇÃO | 28 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 29 |
| 2.1. CURVA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA | 29 |
| 2.2. ESCARIFICAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA | 30 |
| 2.3. EMBEBIÇÃO EM GA ₃ E DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO | 30 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 32 |
| 4. CONCLUSÕES | 42 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |
| CAPÍTULO II | 46 |
| <i>Joannesia princeps</i> Vell. (EUPHORBIACEAE) MORFOLOGIA E BIOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS | 47 |
| RESUMO | 47 |
| ABSTRACT | 48 |
| 1. INTRODUÇÃO | 49 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 51 |
| 2.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DOS FRUTOS E SEMENTES | 51 |
| 2.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DAS PLÂNTULAS | 52 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 53 |
| 3.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DOS FRUTOS E SEMENTES | 53 |
| 3.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DAS PLÂNTULAS | 56 |
| 4. CONCLUSÕES | 62 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 64 |
| CAPÍTULO III | 68 |
| DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Joannesia princeps</i> Vell. | 69 |

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 69 |
| ABSTRACT | 70 |
| 1. INTRODUÇÃO | 71 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 72 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 74 |
| 4. CONCLUSÕES | 88 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 89 |

RESUMO

BELTRAME, Rômulo André. **Germinação, morfologia e análise da distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps* Vell.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes. Coorientadores: Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima e Prof^a. Dra. Tatiana Tavares Carrijo.

O sucesso na fase de produção de mudas de espécies florestais esta diretamente relacionado com a qualidade fisiológica das sementes utilizadas. O presente trabalho teve como objetivo obter informações sobre a propagação da cutieira (*Joannesia princeps*) e da qualidade fisiológica de suas sementes, além de estudar aspectos morfológicos e biométricos dos frutos, sementes e plântulas. Inicialmente, objetivou-se avaliar tratamentos físicos, químicos e níveis de sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial das plântulas. Sementes intactas (T1) e com o tegumento trincado (T2) foram avaliadas quanto à absorção de água. As sementes foram submetidas a tratamentos pré-germinativos: (T1) semente intacta (testemunha), (T2) tegumento trincado, (T3) tegumento removido, (T4) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 minutos, (T5) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 minutos e (T6) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 minutos. Posteriormente, avaliou-se a relação entre tratamentos de embebição com GA₃ em diferentes tempos (zero, seis, 12 e 24 h), e níveis de sombreamento (sol pleno, sombreamento com uma e duas telas) na emergência e desenvolvimento de plântulas. Avaliou-se: emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, diâmetro do coleto, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Ainda, aspectos morfológicos e biométricos de frutos, sementes e plântulas foram estudados. Nos frutos foram avaliados os atributos qualitativos em relação à morfologia externa. A análise biométrica teve como base a tomada das dimensões do comprimento, diâmetro e espessura. As sementes foram avaliadas em relação à morfologia externa e interna. As avaliações das plântulas foram conduzidas periodicamente no sexto, sétimo, 14^o, 21^o, 28^o, 35^o e 42^o dia. Utilizaram-se 15 plântulas normais e sadias para as descrições. Por fim, objetivou-se estudar e analisar a distribuição espacial dos atributos que determinam a qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps*. As sementes foram coletadas, individualmente, de 40 árvores matrizes no Horto Municipal de Alegre-ES e o experimento conduzido em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal do CCAUFES. As sementes tiveram o tegumento trincado e foi realizada a embebição em ácido giberélico GA₃ 500 mgL⁻¹ durante 24 h em câmara tipo BOD com temperatura ajustada para 30 °C. A semeadura foi realizada em sacos plásticos de ±600 cm³ contendo terra+areia+esterco na proporção de 1:1:1. Foram avaliados os seguintes atributos: emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA). Maiores

valores de emergência são obtidos em sementes intactas (30%) e sementes trincadas (33%). A germinação é estimulada pelo GA₃, atingindo 97% de emergência na imersão por 24 horas, no sombreamento com duas telas. Os maiores valores do IQD foram obtidos em sol pleno e os menores no sombreamento com duas telas. Observou-se que as raízes mudaram o tom de sua coloração de esbranquiçada para branco-amarelada do 14^o para o 21^o dia após a semeadura. O hipocótilo, nos estádios iniciais apresenta coloração avermelhada passando para verde após o 14^o dia transcorrido da semeadura. Os demais órgãos não apresentaram mudanças consideráveis. No entanto, biometricamente, todos os órgãos apresentaram um acréscimo nas suas dimensões, conforme a evolução do desenvolvimento. Com exceção do CPA, verificou-se dependência espacial para as demais variáveis estudadas: E, IVE, CR, DC, MFSR, MFPA, MSSR e MSPA; com alcance variando de 6,10 a 48,67 m, sendo o menor alcance e maior IDE obtidos para a MFSR; maior alcance para a MSSR e menor IDE para o IVE.

Palavras-chave: *Joannesia princeps*, sementes, morfologia, qualidade fisiológica, distribuição espacial.

ABSTRACT

BELTRAME, Rômulo André. **Germination, morphology and analysis spatial distribution of the physiological quality of seeds of the *Joannesia princeps* Vell.** 2013. Dissertation (Masters in Forest Sciences) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Advisor: Prof. Dr. José Carlos Lopes. Co Advisors: Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima and Prof^a. Dra. Tatiana Tavares Carrijo.

The success in production of seedlings of forest species is directly related to physiological quality of seeds used. This study aimed to obtain information about the spread of cutieira (*Joannesia princeps*) and physiological quality of seeds, besides studying aspects morphological and biometrical of fruits, seeds and seedlings. Initially, the objective this work was evaluate physical and chemical treatments and shading levels in the germination and initial development of cutieira seedlings. Intact seeds (T1) and with integument cracked (T2) were evaluated as water absorption. The seeds were subjected to pre-germination treatments: (T1) intact seeds (control), (T2) with seed coat cracked, (T3) with the seed coats removed, (T4) immersion at sulfuric acid (95%) for 5 minutes, (T5) immersion at sulfuric acid (95%) for 10 minutes, (T6) immersion at sulfuric acid (95%) for 15 minutes. Subsequently, we evaluated the relationship between soaking treatments with GA₃ at different times (zero, six, 12 and 24 h), and shading (full sun, with one and two shade screens) on emergence and seedling development. We evaluated: emergency, emergency speed index, shoot length and root, diameter of the base, fresh and dry weight of shoot and root system. Still, aspects morphological and biometrical of fruits, seeds and seedling of *Joannesia princeps*. In fruits were evaluated qualitative attributes relative to external morphology. The biometric analysis was based having with base the dimensions the length, diameter and thickness. The seeds were evaluated in attempt to external and internal morphology. The seedling assessments were conducted periodically in the sixth, seventh, 14th, 21th, 28th, 35th and 42th day. We used 15 normal and healthy seedlings for descriptions. Lastly, the objective was to study and analyze the spatial distribution on the attributes that determine the physiological quality of seeds *Joannesia princeps*. Seeds were collected, individually, 40 mother trees in the Horto City Alegre-ES and experiment conducted in the greenhouse of the Department of Plant Production CCAUFES. The seeds have had cracked the integument was performed and the imbibition in gibberellic acid GA₃ 500 mgL⁻¹ for 24 h in environmental chamber with temperature adjusted to 30 °C. The seeds were sown in plastic bags of ± 600 cm³ containing soil + sand + manure in the ratio of 1:1:1. Were evaluated the following attributes: emergence (E), emergence speed index (IVE), root length (CR), diameter of base (DC), shoot length of the aerial part (CPA), fresh mass of the root system (MFSR), fresh mass of the aerial part (MFPA), dry mass of the root system (MSSR) and dry mass of the aerial part (MSPA). Higher values of emergency were obtained intact seeds (30%) and cracked seeds (33%). The germination is stimulated by GA₃, reaching 97% in emergency when immersion is for 24 hours in the shade with two screens. The highest values of IQD were obtained in the full sun and minors in shading with two shade screens. It was observed that the roots have

changed their color of whitish for yellowish-white of the 14th to the 21th day after sowing. The hypocotyl, in the early stages has reddish color passing to the green on 14th day after sowing elapsed. The other organs showed no considerable changes. However, biometrically, all organs had an increase in its dimensions, according to in the progression of development. With the exception of CPA and MFSR, it was found spatial dependence for the other studied variables: E, IVE, CR, DC, MFPA, MSSR e MSPA; with range varying of 14,0 a 47,5 m, being the lowest range for the CR and longer range and IDE for the IVE.

Keywords: *Joannesia princeps*, seeds, morphology, physiological quality, spatial distribution.

1. INTRODUÇÃO

Com o desequilíbrio dos ecossistemas agroflorestais causado pela exploração desordenada dos recursos naturais, nos últimos anos tem se intensificado o interesse pela propagação de espécies florestais nativas visando recuperar ecossistemas degradados e possibilitar seu retorno ao estado anterior.

A preocupação com as questões ambientais decorrentes da devastação das florestas se reflete nos plantios destinados à recuperação de áreas degradadas, recuperação de matas ciliares e reposição da reserva legal (CHEROBINI, 2006). Desta forma, cresce a demanda por mudas de espécies florestais nativas para a utilização em programas de recuperação ambiental, pois essa prática pode acelerar os processos de sucessão secundária e, conseqüentemente, reduzir o tempo de formação da vegetação.

A maior demanda de espécies florestais intensificou os estudos sobre o comportamento fisiológico das sementes. Entretanto, ainda não há conhecimento disponível sobre os processos de germinação, cultivo e potencialidade de uso dessas espécies nativas que possam caracterizar seus atributos físicos e biológicos (ARAÚJO NETO et al., 2003). Neste contexto, recuperar áreas fortemente antropizadas e possibilitar seu retorno ao estado anterior, utilizando-se a sucessão vegetal, é um dos grandes desafios na atualidade (DUBOC, 2005).

Entende-se que as florestas, como recurso natural, contribuem para a recuperação de ecossistemas degradados, pois possibilitam a melhoria da qualidade nutricional e características físicas de atributos, como a textura e a estrutura, dos solos. Neste sentido, estudar esses atributos ou fenômenos se torna fundamental quando se objetiva produtividade sustentável, manejo racional e predição dos ecossistemas florestais, visto que ambos, solo e floresta, encontram-se interligados (WOJCIECHOWSKI et al., 2009).

Como a maioria das espécies arbóreas nativas são propagadas sexuadamente, a realização de estudos que visem esclarecer os mecanismos da germinação dessas espécies torna-se importante, até mesmo pela escassez

de informação sobre esse processo que é fundamental para o sucesso na fase de formação das mudas, diminuindo-se gastos desnecessários.

Estudos como o de caracterização morfológica das espécies nativas, também são importantes, pois se constituem num trabalho preparatório da análise do ciclo vegetativo das espécies auxiliando na sua identificação botânica, no seu reconhecimento em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas em novas formações florestais (MELO et al., 2004).

As análises morfológicas podem contribuir ainda para o melhor entendimento e aproveitamento dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie, gerando informações básicas sobre as espécies que compõem os diferentes arranjos de um ecossistema, aumentando as chances de sucesso dos programas de reflorestamento ou na implantação de sistemas agroflorestais (MELO et al., 2004).

Na implantação de programas de reflorestamento, a escolha das espécies que deverão ser utilizadas é outro aspecto relevante e que deve ser realizada de forma criteriosa. As principais características a serem consideradas na escolha das espécies segundo Oliveira et al. (2008) são a adaptabilidade, a capacidade de suportar e de se desenvolver em solos ácidos, crescimento rápido, proteger e enriquecer o solo, abrigar e alimentar a fauna, recompor a paisagem e restabelecer o regime de água no solo.

Uma espécie arbórea nativa potencialmente utilizada em programas de reflorestamento é a *Joannesia princeps* Vell., conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-assu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo. É pertencente à família Euphorbiaceae que compreende 300 gêneros e 6000 espécies distribuídas nas Regiões tropicais e subtropicais (SOUSA et al., 2007). No Brasil, ocorrem cerca de 70 gêneros da família e 1000 espécies distribuídas em todo tipo de vegetação (SOUZA; LORENZI, 2008).

A cutieira ocorre nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, principalmente em floresta pluvial de mata atlântica (AZEVEDO; SILVA, 2006). Segundo Silva e Lemos (2002), quando adulta, a cutieira é uma árvore com altura variando de 15 a 20 m, com tronco possuindo de 40 a 60 cm de diâmetro, suas folhas são compostas digitadas contendo de três a cinco folíolos de 15 a 20 cm de comprimento por três a cinco centímetros de largura. Estes

autores relataram ainda que esta espécie pode ser utilizada em programas silvipastoris visando o sombreamento de pastagens.

Sua madeira pode ser utilizada na fabricação de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, tabuado para forros e jangadas. Suas sementes possuem cerca de 37% de óleo pesado e amarelo, útil para fins industriais e medicinais (SILVA; LEMOS, 2002). Segundo Santos et. al (2009) este óleo que é extraído das sementes pode ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, sendo uma fonte de energia renovável e ecologicamente viável.

Portanto, estas características aliadas ao fato da espécie estudada ser uma alternativa potencial para a recuperação de áreas degradadas, podendo ser utilizada em diversos outros fins, e que são escassas as informações sobre os fatores que afetam a germinação de suas sementes, bem como informações ecofisiológicas para a espécie, torna-se de fundamental importância à realização deste estudo.

1.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps*.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Analisar e avaliar a germinação das sementes de *Joannesia princeps*;

b) Caracterizar morfológicamente frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*, e;

c) Analisar e avaliar a existência da variabilidade espacial da qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A ESPÉCIE *Joannesia princeps* Vell.

Pertencente à família Euphorbiaceae, a qual compreende 300 gêneros e 6000 espécies distribuídas nas Regiões tropicais e subtropicais (SOUSA et al., 2007), *Joannesia princeps* Vell. é uma espécie arbórea conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-assu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo. No Brasil, a espécie se distribui nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste onde ocorre principalmente em floresta pluvial de mata atlântica (AZEVEDO; SILVA, 2006).

Sua madeira pode ser utilizada na fabricação de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, tabuado para forros e jangadas. Suas sementes possuem em torno de 37% de óleo, útil para fins industriais e medicinais (SILVA; LEMOS, 2002). Esse óleo possui propriedades purgativas e pode substituir o óleo de linhaça em pinturas (SOUSA, et al., 2007). Segundo Santos et. al (2009) o óleo que é extraído das sementes de cutieira pode ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, sendo uma fonte de energia ecologicamente viável e renovável.

Segundo Silva e Lemos (2002), quando adulta, a altura da árvore de cutieira pode variar de 15 a 20 m, seu tronco possuir de 40 a 60 cm de diâmetro, apresentando folhas compostas digitadas contendo de três a cinco folíolos de 15 a 20 cm de comprimento por três a cinco centímetros de largura. Estes autores relataram ainda que a *Joannesia princeps* pode ser utilizada em programas silvipastoris visando o sombreamento de pastagens.

Segundo Capobianco et al. (2009) a *Joannesia princeps* se destaca também por apresentar possível efeito alelopático, sendo então uma espécie potencialmente fornecedora de matéria-prima à indústria farmacêutica. Esses mesmos autores estudando sobre o efeito alelopático de *Joannesia princeps* e *Casearia sylvestris* sobre espécies cultivadas, concluíram que os extratos aquosos das folhas e sementes dessas duas espécies causam efeitos inibitórios. Esses efeitos inibitórios foram confirmados pela redução ou inibição

da germinação e crescimento inicial e, também pelo atraso da germinação de sementes de repolho, alface e tomate.

Na Região da Zona da Mata de Minas Gerais, existem experiências com Sistemas Agroflorestais (SAFs), em que os cafeeiros são frequentemente plantados junto com espécies arbóreas típicas de estádios iniciais de sucessão nas florestas semidecíduais, como a *Joannesia princeps* (SOUZA et al., 2006). Botero et al. (2008) estudando a produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um Sistema Agroflorestal na Zona da Mata de Minas Gerais, relataram que, entre as espécies estudadas, a *Joannesia princeps* apresentou a mais alta produção de serapilheira (76,41 kg MS indivíduo⁻¹ano⁻¹), destacando-se pela alta capacidade de aporte de nitrogênio (438,5 g indivíduo⁻¹ano⁻¹). As árvores de cutieira apresentaram grande potencial de aporte de nutrientes ao sistema e, mais especificamente aos cafeeiros.

2.2. GERMINAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A germinação de sementes resulta de um grande número de reações químicas, pelas quais diversos compostos orgânicos são desdobrados e reorganizados de maneira a permitir o desenvolvimento do eixo embrionário. De acordo com Bewley e Black (1994) o processo germinativo se inicia com a embebição da semente e termina com a alongação do eixo embrionário. Neste contexto, para os botânicos, a germinação é entendida como a emergência da raiz primária pelo tegumento. No entanto, para Carvalho e Nakagawa (2000), do ponto de vista tecnológico, o final da germinação se caracteriza no instante em que se tem uma plântula completa, com todos os órgãos formados e em condições de se desenvolver autotroficamente.

Segundo Larcher (2000) o momento mais crítico para o estabelecimento das plantas em seu habitat é a germinação, e fatores como umidade, temperatura, oxigênio, luz e tegumento duro; estão diretamente relacionados com sua ocorrência normal. No entanto, existem períodos em que a semente não germina, mesmo que o meio ofereça condições favoráveis à germinação, sendo caracterizado como estado de dormência. Existem algumas

situações que podem gerar a dormência, como impermeabilidade do tegumento, imaturidade do embrião e a presença de inibidores químicos na semente e, ou, no fruto (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Neste sentido, para que o processo germinativo ocorra, é necessário que alguns fatores ambientais estejam disponíveis em quantidade e no momento certo, destacam-se entre eles a água e a temperatura. Wilson e McCarty (1984) relataram que a água é fundamental no processo de reidratação do protoplasma a fim de proporcionar o desencadeamento das atividades enzimáticas pré-existentes e as oriundas da síntese, envolvidas na mobilização de reservas. O processo de reidratação ou embebição é a primeira condição para que ocorra a germinação de uma semente viável, não dormente, embora seja um processo puramente físico de difusão, não se relacionando com a viabilidade da semente (POPINIGIS, 1985). Por outro lado, Wilson e McCarty (1984) afirmaram que existe um nível mínimo da água disponível para que ocorra a completa reidratação da semente, abaixo do qual a germinação pode não ocorrer.

A absorção da água é caracterizada por três fases distintas: A primeira fase é bastante rápida, pois a absorção de água ocorre como consequência do potencial matricial dos vários tecidos das sementes. Na segunda, a absorção de água praticamente não ocorre. Na terceira e última fase, observa-se absorção ativa de água, devido à alongação do eixo embrionário, de maneira que, as novas células em formação e crescimento exigem mais água. Segundo Bewley e Black (1994) a embebição da semente desencadeia o início da germinação que termina com a alongação do eixo embrionário que leva a emissão da raiz primária.

O potencial fisiológico de um lote de sementes pode ser entendido como o resultado de um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Panobianco e Marcos Filho (1998) a avaliação do vigor de sementes, realizada de forma rotineira pelas indústrias sementeiras, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo-se a obtenção de resultados mais consistentes e reproduzíveis. Esses testes são importantes para os programas

de controle de qualidade, tendo como objetivo evitar o manuseio e comercialização de sementes de qualidade inferior.

Neste contexto, realizar a avaliação da qualidade de sementes é de grande importância para a produção de mudas e o vigor é um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade de sementes, considerando que o processo de deterioração está diretamente relacionado com a sua perda. Marcos Filho (1994) descreveu que o vigor das sementes pode ser entendido como o reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu desempenho quando são expostas às diferentes condições ambientais, ou seja, o seu potencial fisiológico. O vigor da semente pode ser entendido como o nível de energia que ela dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Estes mesmos autores afirmaram que o vigor pode ser analisado sob dois aspectos: genético, observado na heterose, ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens; e fisiológico, observado na mesma linhagem genética, cultivar ou espécie.

Figliolia et al. (1993) afirmaram que a análise de sementes é de fundamental importância para avaliação das qualidades física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento. McDonald Junior (1975) dividiu os testes de vigor em físicos, fisiológicos e bioquímicos. Os físicos estariam relacionados com características de tamanho, peso e densidade das sementes; os fisiológicos utilizam alguns parâmetros vinculados à germinação e ao crescimento de plântulas, enquanto os bioquímicos avaliam alterações bioquímicas/moleculares associadas ao vigor das sementes.

Neste sentido, no intuito de padronizar metodologias para a análise de sementes, as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) estabelecem metodologias para a análise das qualidades física, fisiológica, genética e sanitária de sementes de diversas espécies. Todavia, as recomendações relacionadas às espécies florestais nativas, ainda ficam em segundo plano, embora algumas espécies apresentem grande potencial de utilização, ainda não são contempladas com trabalhos de pesquisa envolvendo a avaliação da qualidade de suas sementes. As recomendações são limitadas às espécies de maior interesse agrícola.

O sucesso na propagação das essências florestais quase sempre é comprometido pela falta de preservação e de estudos do desempenho das sementes após a colheita. As informações sobre a capacidade e as condições ideais de armazenamento das sementes ainda são incipientes, o que podendo comprometer programas de conservação e produção florestal (DAVIDE et al., 2003). Por outro lado, a prática de armazenamento de sementes é dispensada quando a semeadura é realizada logo após a coleta e beneficiamento, partindo-se diretamente para a unidade de germinação, no entanto, raramente isso acontece (SCHMIDT, 2000). Outro quesito que deve ser levado em consideração é a sazonalidade e a irregularidade espacial e temporal da produção de sementes, que têm sido desfavoráveis ao mercado brasileiro de espécies florestais, sendo a produção de sementes abundante em determinado ano e deficitária em outros, tornando a estocagem de sementes uma prática indispensável, para garantir o suprimento anual de material propagativo (SCREMIN-DIAS et al., 2006).

É sabido que durante o armazenamento as sementes podem sofrer processos que afetem seu vigor, como a deterioração, que é um processo irreversível e contínuo (DELOUCHE, 1982). De acordo com Lopes (1990) e Marcos Filho (2005) o processo de deterioração pode resultar na queda da qualidade e morte da semente, sendo o processo desencadeado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que tem início a partir da maturidade fisiológica. A duração do processo depende da interação entre herança genética e fatores ambientais relacionados ao manejo pós-colheita da semente (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

A deterioração das sementes é considerada como a principal causa de perda de viabilidade e redução no vigor das mesmas, podendo influenciar na produtividade de uma cultura pelo decréscimo na germinação, além de resultar em menor desempenho das plantas sobreviventes (ROBERTS, 1974). O fenômeno da deterioração pode ser explicado pelo processo de peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990).

2.3. QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Dentre os fatores que podem assegurar o sucesso na implantação de uma floresta, a qualidade das mudas utilizadas é o mais importante (FERRARI, 2003), isso garantirá a obtenção de melhor índice de sobrevivência e conseqüentemente, menor índice de replantio (SILVA et al., 2002; HOPPE, 2002), maior resistência a estresses ambientais e maior crescimento inicial, influenciando, diretamente, na formação e produção florestal e redução da frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado (CARNEIRO, 1995).

A qualidade das mudas aptas para o plantio pode ser determinada utilizando-se características que se baseiam nos aspectos internos das plantas, denominados de fisiológicas, ou nos fenotípicos, denominados de morfológicas. (GOMES et al., 2002). De acordo com Paiva e Gomes (2000) são vários os parâmetros que podem ser utilizados para avaliar a qualidade das mudas, destacando-se as dimensões do sistema radicular; o diâmetro do coleto; altura da parte aérea; relação parte aérea/sistema radicular; relação diâmetro do coleto/altura da parte aérea; pesos de massa verde (fresca) e seca das partes aérea e radicular e aspectos nutricionais. Para Sabonaro (2006) as características morfológicas mais utilizadas na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies arbóreas são a altura da parte aérea; o diâmetro do coleto; a massa seca da parte aérea, das raízes e total. A relação entre altura da parte aérea e massa seca da parte aérea das plantas pode prever o seu potencial de sobrevivência no campo e, quanto menor for o seu valor, mais lignificada a muda será e maior a sua capacidade de sobrevivência (ALMEIDA, 2005).

Após o transplante no campo, o índice de sobrevivência e crescimento inicial das plantas são parâmetros essenciais para a determinação do padrão de qualidade de mudas, e o diâmetro do coleto possui relação direta, pois reflete o equilíbrio do crescimento com a parte aérea, principalmente quando se exige rusticificação das mudas (GOMES; PAIVA, 2006; KRATZ, 2011). Neste contexto, Bellote e Silva (2000) relataram que a massa seca da parte aérea relaciona-se diretamente com a qualidade e quantidade das folhas,

principalmente pelo fato das folhas constituírem-se numa das principais fontes de fotoassimilados como açúcares, aminoácidos e hormônios.

Outro parâmetro muito utilizado para avaliar a qualidade de mudas é o índice de qualidade de Dickson (IQD), proposto por Dickson et al. (1960), conforme a equação 1:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{ALT}{D} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (1)$$

em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson;

MST = massa seca total (g);

ALT = altura da parte aérea (cm);

D = diâmetro do coleto (mm);

MSPA = massa seca da parte aérea (g);

MSR = massa seca das raízes (g).

Quanto maior o valor do IQD, melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES, 2001). Para Fonseca (2002) o índice de qualidade de Dickson (IQD) é apontado como bom indicador da qualidade de mudas em fase de viveiro, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes. Este mesmo autor relatou que os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, e que pesquisas têm sido realizadas com o intuito de demonstrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio em campo. Mudanças de baixo padrão de qualidade apresentam menores taxas de incremento $ha^{-1}ano^{-1}$ (CARNEIRO, 1995).

No entanto, as características morfológicas devem ser utilizadas em conjunto para a classificação do padrão da qualidade das mudas, afim de minimizar erros ao selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, no entanto, vigorosas (FONSECA et al., 2002; CALDEIRA et al., 2005; 2007).

2.4. MORFOLOGIA E BIOMETRIA

A caracterização morfológica do fruto, da semente e da plântula, juntamente com o estudo da fisiologia da germinação de espécies florestais, pode contribuir para a melhor compreensão de parte do ciclo vegetativo das espécies, incluindo a regeneração natural (MIRANDA, 1998).

De acordo com Amorim (1996) conhecer as diversas estruturas morfológicas que compõem os vegetais é importante na análise de sementes, na identificação e na diferenciação de espécies, no reconhecimento da planta no campo, na taxonomia e na agricultura.

A caracterização morfológica do fruto e da semente podem fornecer informações que subsidiem a escolha da melhor forma de armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983). Da mesma forma, podem auxiliar ainda na correta compreensão da dinâmica de populações vegetais (OLIVEIRA, 1993; DONADIO; DEMATTÊ, 2000) e nos estudos sobre regeneração em ecossistemas naturais (OLIVEIRA, 2001; MELO; VARELA, 2006), além de auxiliar análises de germinação e conservação de sementes (ANDRADE et al., 2003), uma vez que a germinação ou a emergência e o estabelecimento das plântulas são estádios críticos no ciclo de vida das plantas (MELO et al., 2004).

Para Couvillon (2002) vários processos ecológicos são influenciados pelo tamanho dos frutos e sementes, como germinação, e para Lord e Marshall (2001) a dispersão. Barbosa (2003) relatou que as sementes pequenas são dispersadas mais facilmente pelo vento, além de germinarem com mais rapidez, mesmo em ambientes desfavoráveis. As sementes pequenas podem, ainda, formar banco de sementes no solo (THOMPSON et al., 2001) e ser consideradas como sementes de plantas pioneiras (SOUZA; VÁLIO, 2003). Entretanto, sementes grandes geralmente possuem melhor qualidade fisiológica (WHITE; GONZÁLES, 1990).

De acordo com Rosa et al. (2005) a morfologia das sementes e do desenvolvimento pós-seminal contribui para a diferenciação de grupos taxonômicos. Neste sentido, os estudos morfológicos podem auxiliar 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).

O reconhecimento de essências florestais no estágio juvenil é o ponto de partida para qualquer análise em estudo de regeneração natural (RODERJAN, 1983), pois a regeneração natural tem contribuído significativamente para o conhecimento dos fatores que são responsáveis pela competição intra e interespecífica dentro de uma comunidade vegetal (FINGER et al., 1979).

O tamanho, a densidade aparente, o teor de umidade e peso de matéria seca das sementes, são índices baseados nas mudanças morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, utilizados para estimar a época adequada para sua colheita (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). Ainda segundo os autores, a determinação da época de colheita das sementes de uma espécie pode ser facilitada pela adoção de índices de maturação, ou seja, de parâmetros práticos que permitem inferir o estágio de desenvolvimento do fruto e da semente, entre os quais figuram modificações visíveis no aspecto externo dos frutos e das sementes.

De acordo com Pereira e Mantovani (2001) as determinações físicas/biométricas e bioquímicas de frutos e sementes podem indicar a maturidade ideal e quando devem ser colhidos os frutos visando à obtenção de maiores percentuais de germinação. Durante a maturação fisiológica, ou seja, quando as sementes exibem os valores máximos do poder germinativo, do vigor e do peso da matéria seca, apresentando, geralmente, aumento em tamanho e decréscimo no teor de água (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), as modificações da morfologia do fruto são visíveis e podem ser vistas até a maturidade, podendo estar associada ou não à deiscência ou abscisão dos mesmos (PEREIRA; MANTOVANI, 2001).

Na natureza, vários fatores contribuem para a variabilidade da forma e do tamanho de frutos e sementes. Há grande variabilidade nas sementes de espécies florestais em relação ao tamanho e massa de sementes (CRUZ; CARVALHO, 2003). As características biométricas são propriedades de cada

espécie, havendo, porém, intensa influencia ambiental sobre os mesmos (ALVES et al., 2005).

A descrição morfológica de plântulas como parte de estudos morfo-anatômicos ou com a finalidade de ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou grupo vegetal, visando à identificação de plantas de uma determinada região, sob o aspecto ecológico, tem intensificado há algum tempo (OLIVEIRA, 1993). No entanto, ainda há carência de estudos sobre morfologia de frutos, sementes, estágio pós seminal e plântulas, porém, estes são de grande importância para subsidiar vários estudos como os taxonômicos e os de regeneração natural.

2.5 GEOESTATÍSTICA APLICADA À CIÊNCIA FLORESTAL

Atualmente a aplicabilidade e a utilização da geoestatística para a análise de dados no espaço e no tempo estão difundidas em vários ramos da ciência (GARCIA 2010). O nível de dependência espacial de uma variável em estudo, bem como o alcance de cada amostragem, além das relações entre as diversas variáveis podem ser esclarecidas através da geoestatística (VETTORATO, 2003).

Bueno (2001) define a geoestatística como sendo uma ferramenta utilizada na análise matemática da variabilidade espacial de dados, baseada na teoria de variáveis regionalizadas, em que o valor de uma dada variável, em um ponto do campo, depende de sua localização. No entanto, para as análises, torna-se necessário saber a definição de estacionaridade. Guimarães (2004) relatou que uma variável é estacionária se o desenvolvimento desse processo no tempo e no espaço ocorrer de maneira homogênea com oscilações aleatórias contínuas em torno de um valor médio, no qual nem a amplitude média e nem as oscilações mudam de forma abrupta.

Depois disso, é analisada a semivariância e elaborados os semivariogramas. A construção do semivariograma é de grande importância no estudo geoestatístico, pois a mesma é utilizada na determinação do comportamento espacial da variável regionalizada (BUENO, 2001). Este autor relatou ainda que a semivariância é uma função cuja sua análise, pode sugerir

que quanto mais próximos estiverem os pontos amostrados, maior será a semelhança entre eles e, contudo, menor o seu valor. De acordo com a equação 1 a semivariância é calculada possibilitando assim a elaboração dos semivariogramas.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que:

$\hat{\gamma}(h)$ é a semivariância, $Z(x_i) - Z(x_i + h)$ são os pares de valores medidos separados por um vetor “h”, $N(h)$ é o número de pares de valores $Z(x_i) - Z(x_i + h)$ separados por um vetor distância “h”, informando quão diferentes se tornam os valores em função da distância, x_i é uma posição espacial da variável “z” em estudo.

Os gráficos ou semivariogramas gerados podem ser aplicados para auxiliar na interpolação e gerar mapas da variável em questão, num processo denominado krigagem (BUENO, 2001). Esse método de interpolação de valores não medidos da variável regionalizada, quando existir dependência espacial, é um dos mais utilizados por apresentar as propriedades de estimar valores sem tendência e com mínima variância (VIEIRA, 1994).

O semivariograma fornece também informações sobre a anisotropia, que ocorre quando os semivariogramas mostram-se diferentes para diferentes direções de linha de amostragem (LANDIM, 1998).

Dependendo do comportamento da semivariância com a distância, Machado (1994) relatou que os modelos podem ser classificados em três categorias: a) modelos com patamar; b) modelos sem patamar e c) aqueles que satisfazem apenas a hipótese intrínseca. Aos semivariogramas experimentais que apresentaram estrutura de dependência espacial são ajustados modelos teóricos. Os mais usuais são o esférico, gaussiano e exponencial; cujas equações seguem:

- Esférico:

$$\gamma(h) = C_0 + C * \left[\left\{ \frac{3}{2} * \left(\frac{h}{a} \right) \right\} - \left\{ \frac{1}{2} * \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right\} \right]; 0 < h < a \quad (2a)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C; h \geq a \quad (2b)$$

- Gaussiano:

$$\gamma(h) = C_0 + C * \left[1 - e^{\left\{ -3 * \left(\frac{h}{a} \right) \right\}} \right]; h \neq 0 \quad (3)$$

- Exponencial:

$$\gamma(h) = C_0 + C * \left[1 - e^{\left\{ -3 * \left(\frac{h}{a} \right)^2 \right\}} \right]; 0 < h < a \quad (4)$$

Nos modelos o ajuste dos dados a partir do semivariograma são definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), correspondendo ao valor da interseção no eixo das semivariâncias; patamar (C_0+C), aproximadamente igual ao valor da variância dos dados; alcance (a), que representa a distância na qual o semivariograma atinge o valor do patamar e a distância de dependência espacial entre as amostras (VIEIRA et al., 1983); e o índice de dependência espacial (IDE). O IDE é calculado pela relação $[C/(C_0+C)]$, conforme intervalos estabelecidos por Cambardella (1994) que considera dependência espacial forte ($IDE \leq 0,25\%$); moderada ($25\% \geq IDE < 75\%$); e fraca ($IDE \geq 75\%$). Se constatada a presença de dependência espacial das variáveis, pode-se interpolar pelo método de krigagem ordinária para estimar valores dos atributos em locais não medidos, que segundo Landim (2003) é um método geoestatístico univariado, que se utiliza de um estimador *liner* não

viciado com mínima variância e considera a estrutura de variabilidade encontrada para a variável e é definido pela equações 5a e 5b:

$$Z(x_i, x_i + h) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i(x_i, x_i + h) \quad (5a)$$

$$\text{sujeito a: } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (5b)$$

em que: $Z(x_i, x_i + h)$ é o estimador para um ponto $(x_i, x_i + h)$ da região e λ_i são os pesos usados na estimativa.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius Raddi* (Aroeira) produzidas em diferentes substratos.** Curitiba: UFPR, 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; PAULA, R. C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 877-885, 2005.

AMORIM, I. L. **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras - MG.** 1996. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Silvicultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1996.

ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science e Technology**, n. 3, p. 125-137, 2003.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.

AZEVEDO, S. K.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro. Brasil: **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, p. 185-194. 2006.

BARBOSA, D. C. A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga.** Recife: Universitária UFPE, 2003. p. 625-656.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**, Piracicaba: IPEF, 2000. p. 105-133.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2 ed. New York: Plenum Publishing, 1994. 445 p.

BOTERO, C. J.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M.; SARMIENTO, F. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 869-877, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BUENO, B. F. de. Aplicação de técnicas multivariadas em mapeamento e interpretação de parâmetros do solo. Campinas, SP, 2001. 84 f. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, São Paulo. 2001.

CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, PR: v. 3, p. 11-17, 2005.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava: v. 3, p. 1-8, 2007.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 2, p. 1501-1511. 1994.

CAPOBIANGO, R. A.; VESTENA, S. BITTENCOURT, A. H. C. Alelopatia de *Joanesia princeps* Vell. e *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Revista Brasileira de farmacognosia**. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102695X2009000600023&script=sci_arttext>. Acesso em: 9 Set. 2011.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHEROBINI, E. A. I. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

COUVILLON, G. A. *Cercis canadensis* L. seed size influences germination rate, seedling dry matter, and seedling leaf area. **Hortscience**, v. 37, n. 1, p. 206-207, 2002.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae). **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 381-388, 2003.

DAVID, M. **Geostatistical ore reserve estimation**. New York, Elsevier Scientific, 1977. 364 p.

DAVIDE, C. D. et al. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 29-35, 2003.

DELOUCHE, J. C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. S.l.: Intsoy, p. 57-66, 1982.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

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

DONADIO, N.M.M.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth.) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado**. 2005. 151 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2005.

FERRARI, M. P. et al. Embrapa Produção de mudas. Agosto 2003. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalyptus/CultivadoEucalyptus/03_producao_de_mudas.htm>. Acessado em: 05 de junho 2012.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 321 p.

FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B (eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 173-174.

FINGER, Z.; RAMALHO, R. DA S.; BRANDI, R. M.; CÂNDIDO, J. F. Estudos dendrológicos da regeneração natural na microrregião de Viçosa. MG. Identificação e descrição de algumas espécies. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 3, n. 1, p 94-119, jan./ jun. 1979.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 515-523, 2002.

GARCIA, E. A. **Caracterização física e química do solo e avaliação do desenvolvimento de plantas de eucalipto em função do espaçamento e da**

adubação, visando a colheita precoce para utilização em bioenergia. Botucatu, SP, 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, São Paulo. 2010.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** Viçosa: UFV, 2001. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada).** Viçosa: UFV, 2006.

GUIMARÃES, E. D. Geoestatística básica e aplicada. Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Matemática. Núcleo de Estudos Estatísticos e Biométricos. 77 f. 2004. Disponível em: <http://www.moodle.ufba.br/file.php/8828/GEO158/Aula_06_Geo_158_Geoest/xtos_gerais/apgeo1.pdf>. Acesso em: 12 Set. 2012.

COPETTO, L.; CAPRA, A.; SCHUMACHER, M. V. HOPPE, J. M. Efeito de diferentes alturas de mudas no crescimento de *Pinus elliotii* Engelm, no município de Cachoeira do Sul/RS. In: 2º CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONESUL: A FLORESTA E O MEIO AMBIENTE, 2002, Santa Maria. **Anais...** p. 502-507. Santa Maria, RS: UFSM, 2002.

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage e *Mimosa scabrella* benth.** Curitiba: UFPR, 2011. 118 f. Dissertação (Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, PR, 2011.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária.** Curitiba, UFPR, 1983. 232 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 1983.

LANDIM, P. M. B. **Análise Estatística de Dados Geológicos.** Fundação Editora da Unesp, São Paulo, 226 p. 1998.

LANDIM, P. M. B. **Análise Estatística de Dados Geológicos.** 2.ed. São Paulo. UNESP, 2003. 253 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes.** v. 14, p. 57-60, 1992.

LOPES, J. C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento.** Campinas: UNICAMP. 1990. 254 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade de Campinas, Campinas. 1990.

LORD, J. M.; MARSHALL, J. Correlation between growth form, habitat, and fruit colour in the New Zealand flora, with reference to frugivory by lizards. **New Zealand Journal of Botany**, v. 39, n. 4, p. 567-576, 2001.

MACHADO, R. V. **Variabilidade espacial de atributos físico-hídricos em uma hidroseqüência de solos bem à muito mal drenados**, 1994. 88 p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras, 1994.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2. n. 1, 1962. 176-177 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-150.

McDONALD JUNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings Association Official Seed Analysts**, Lasing, v.65, p.109-139, 1975.

MELO, F. P. L.; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: A.G. Ferreira,; F. Borghetti (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, p. 237-249, 2004.

MELO, M. F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim Pedra) e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**. n. 28, p. 54-62., 2006.

MELO, M. G. G de.; MENDONÇA, M. S de.; MENDES, A. M da. S. **Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.)**. Amazonas, Acta Amazônica. 2004. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/aa/v34n1/v34n1a02.pdf>>. Acesso em: 5 Set. 2011.

McDONALD JUNIOR, M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings Association Official Seed Analysts**, Lasing, v. 65, p. 109-139, 1975.

MIRANDA, P. R. M. **Morfologia de fruto, semente, germinação e plântula e efeito da temperatura na germinação e viabilidade de sete espécies**

florestais da Amazônia central. Manaus: AM, 1998. 119 f. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/ Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 1998.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (coords.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, p. 175-214.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**. n. 24, p. 85-97, 2001.

OLIVEIRA, R. B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PAIVA, H. N. de.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 69 p. (Cadernos didáticos, 72).

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 306-310, 1998.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud. na Reserva Biológica de Poços das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Rio de Janeiro, v.15, n. 3, p. 335-348, 2001.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289 p.

ROBERTS, E. H. Loss of viability and crop yields. In: Roberts, E.H. (ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, p. 307-320, 1974.

RODERJAN, C. V. **Morfologia do estádio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta com araucária**. Curitiba: UFPR, 1983. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 1983.

ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**, n. 11, p. 306-314, 2005.

SABONARO, D. Z. **Utilização de composto de lixo urbano na Produção de mudas de espécies arbóreas Nativas com dois níveis de irrigação.** Botucatu: UNESP, 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual de Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Botucatu, SP, 2006.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical seed.** Humlebaek, Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.

SCREMIN-DIAS, E. et al. (Org.). **Produção de sementes de espécies florestais nativas:** manual. Campo Grande: Ed. da UFMS, 2006. 43 p.

SANTOS, R. B. dos.; SOUZA, T. S. da.; LACERDA JUNIOR, V.; CASTRO, E. V. R. **Síntese e estudo do biodiesel do óleo da cutieira (*Joannesia princeps*).** Vitória, ES. 2009. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/22582236/Analise-de-Biodiesel>>. Acesso em: 1 Set. 2011.

SILVA, D. B. da.; LEMOS, B. S. da. **Plantas da área verde da Super Quadra. Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia.** Brasília, DF. 2002. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/184370/1/liv003.pdf>>. Acesso em: 5 Set. 2011.

SILVA, R. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 33-42, 2002.

SOUSA, O. V.; FIORAVANTE, I. A.; YAMAMOTO, C. H.; ALVES, M. S.; VIEIRA, G. D.; ARAÚJO, A. L. A. de. Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia Princeps* Vellozo. Juiz de Fora: **Revista HU**, v. 33, n. 1, p. 23 - 27, 2007.

SOUZA, H. N. et al. Sistemas agroflorestais e a sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata de Minas Gerais. **Boletim Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata - CTA**, n. 2, p. 11, 2006.

SOUZA, R. P.; VÁLIO, I. F. M. Seedling growth of fifteen tropical tree species deffering in sucessional status. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 35-47, 2003.

THOMPSON, K. et al. Seed size, shape and persistence in the soil in an Iranian flora. **Seed Science Research**, v. 11, n. 4, p. 345-355, 2001.

VETTORATO, J. A. **Mapeamento da fertilidade do solo utilizando sistema de informação geográfica.** 2003. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/dissertação_final.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2012.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial**. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 1994.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, T.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 51, n. 3 p. 1-75, 1983.

WHITE, J. W.; GONZÁLEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, v. 23, p. 159-175, 1990.

WILSON, R. G; McCARTY, M. K. Germination seedling and rosette development of flodman thistle (*Arsium flodmanii*). **Weed Science**, New York, v. 32. n. 6. p. 768-773, 1984.

WOJCIECHOWSKI, J. C.; SCHUMACHER, M. V.; PIRES, C. A. F. da.; MADRUGA, P. R. A. da.; KILCA, R. V. DE.; BRUN, E. J. **Geoestatística aplicada ao estudo das características físico-químicas do solo em áreas de floresta estacional decidual**. Santa Maria, Ciência Florestal. 2009. Disponível em;<<http://www.bioline.org.br/request?cf09037>>. Acesso em: 15 set. 2011.

CAPÍTULO I

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E SOMBREAMENTOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUTIEIRA

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E SOMBREAMENTOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUTIEIRA

RESUMO

Objetivou-se avaliar tratamentos físicos, químicos e níveis de sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de cutieira. Sementes intactas (T1) e com o tegumento trincado (T2) foram avaliadas quanto à absorção de água. As sementes foram submetidas a tratamentos pré-germinativos: (T1) semente intacta (testemunha), (T2) tegumento trincado, (T3) tegumento removido, (T4) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 minutos, (T5) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 minutos e (T6) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 minutos. Posteriormente, avaliou-se a relação entre tratamentos de embebição com GA₃ em diferentes tempos (zero, seis, 12 e 24 h), e níveis de sombreamento (sol pleno, sombreamento com uma e duas telas) na emergência e desenvolvimento de plântulas. Avaliou-se: emergência (%), índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, diâmetro do coleto, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Maiores valores de porcentagem de emergência foram obtidos em sementes intactas (30%) e sementes trincadas (33%). A germinação é estimulada pelo GA₃, atingindo 97% de emergência na imersão por 24 horas, no sombreamento com duas telas. Os maiores valores do IQD foram obtidos em sol pleno e os menores no sombreamento com duas telas.

Palavras-chave: *Joannesia princeps*, dormência, emergência, ácido sulfúrico, ácido giberélico.

ABSTRACT

The objective this work was evaluate physical and chemical treatments and shading levels in the germination and initial development of cutieira seedlings. Intact seeds (T1) and with integument cracked (T2) were evaluated as water absorption. The seeds were subjected to pre-germination treatments: (T1) intact seeds (control), (T2) with seed coat cracked, (T3) with the seed coats removed, (T4) immersion at sulfuric acid (95%) for 5 minutes, (T5) immersion at sulfuric acid (95%) for 10 minutes, (T6) immersion at sulfuric acid (95%) for 15 minutes. Subsequently, we evaluated the relationship between soaking treatments with GA₃ at different times (zero, six, 12 and 24 h), and shading (full sun, with one and two shade screens) on emergence and seedling development. We evaluated: emergency (%), emergency speed index, shoot length and root, diameter of the base, fresh and dry weight of shoot and root system. Higher values of emergency were obtained intact seeds (30%) and cracked seeds (33%). The germination is stimulated by GA₃, reaching 97% in emergency when immersion is for 24 hours in the shade with two screens. The highest values of IQD were obtained in the full sun and minors in shading with two shade screens.

Keywords: *Joannesia princeps*, dormency, emergence, sulfuric acid, gibberellic acid.

1. INTRODUÇÃO

Com o desequilíbrio dos ecossistemas agroflorestais causado pela exploração desordenada dos recursos naturais, o interesse na propagação de espécies florestais nativas tem se intensificado nos últimos anos, visando recuperar estes ecossistemas degradados e possibilitar seu retorno ao estado anterior (DUBOC, 2005). Entretanto, ainda não há conhecimento disponível sobre os processos de germinação, cultivo e potencialidade de uso dessas espécies nativas que possam caracterizar seus atributos físicos e biológicos (ARAÚJO NETO et al., 2003).

A espécie *Joannesia princeps* Vell., conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-assu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo é uma espécie arbórea nativa que vem se destacando em programas de reflorestamento. É pertencente à família Euphorbiaceae que compreende 300 gêneros e 6000 espécies distribuídas nas Regiões tropicais e subtropicais (SOUSA et al., 2007). A cutieira ocorre nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, principalmente em floresta pluvial de mata atlântica (AZEVEDO; SILVA, 2006). Segundo Silva e Lemos (2002), sua altura atinge cerca de 15 a 20 m, com tronco de 40 a 60 cm de diâmetro, cuja madeira é utilizada na fabricação de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, tabuado para forros e jangadas. Suas sementes possuem cerca de 37% de óleo pesado e amarelo, útil para fins industriais e medicinais (CHAVES; DAVIDE, 1996), podendo ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, como fonte de energia renovável e ecologicamente viável; além disso, apresenta grande potencial para programas silvipastoris visando o sombreamento de pastagens (SILVA; LEMOS, 2002).

A multiplicação dessa espécie é feita por sementes. Entretanto, as sementes de muitas espécies podem apresentar restrições internas ou sistêmicas à germinação, restrição essa que deve ser superada a fim de que o processo germinativo ocorra (FERREIRA; BORGUETTI, 2004). Esse bloqueio da germinação pode ser vencido através de escarificação física ou química, e com substâncias indutoras de germinação. A escarificação mecânica vem sendo utilizada e constitui uma opção segura e aplicável para agricultores

menos tecnicizados, além de permitir uma germinação rápida e uniforme (HERMANSEN et al., 2000).

Neste trabalho objetivou-se avaliar tratamentos físicos, químicos e níveis de sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de cutieira, visando aprimorar a produção de mudas da espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado na cidade de Alegre-ES, coordenadas geográficas de 20°45' S e 41°29' W., utilizando-se sementes de cutieira obtidas de frutos coletados de 40 matrizes existentes no Horto Municipal da cidade de Alegre-ES.

A coleta dos frutos foi realizada imediatamente após a maturação fisiológica e queda dos mesmos, que posteriormente foram colocados para secar sob temperatura ambiente e em estufa com circulação de ar regulada a 30 °C até o início da deiscência. As sementes foram extraídas com auxílio de um torno, e foram avaliados e/ou determinados o teor de água e o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

2.1. CURVA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Objetivando determinar o padrão de absorção de água das sementes de cutieira, sementes intactas (T1) e sementes com tegumento trincado (T2) foram acondicionadas em béqueres com 150 mL contendo água destilada e mantidas sob temperatura de 30 °C. O nível da água dos béqueres foi restabelecido sempre que necessário. A pesagem ocorreu no tempo inicial (antes da escarificação) e em intervalos de tempo pré-estabelecidos, de hora em hora nas primeiras seis horas, e de 24 em 24 horas até 12 dias (288 horas) após o início do teste. A pesagem foi realizada em balança com precisão de 0,01 g, e antes de cada pesagem as sementes foram removidas da água, secadas superficialmente com papel-absorvente e, posteriormente, recolocadas em água conforme o método descrito por Baskin e Baskin (2001).

O teor de água das sementes foi calculado com base do peso úmido, de acordo com Brasil (2009).

2.2. ESCARIFICAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA

Sementes de cutieira foram submetidas a seis tratamentos pré-germinativos: (T1) semente intacta (testemunha), (T2) semente com tegumento trincado, (T3) semente com o tegumento removido, (T4) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 minutos, (T5) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 minutos e (T6) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 minutos.

Foi realizada a semeadura de uma semente por tubete de 120 cm³, contendo substrato comercial Mecplant[®], e as regas feitas diariamente, pela manhã e à tarde, de acordo com a necessidade. A verificação do número de sementes emersas foi feita diariamente até que se tornasse constante, e foi calculado o índice velocidade de emergência (IVE), de acordo com Maguire (1962). No final foram avaliados: comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do coleto (DC), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e das raízes (MFR e MSR) das plântulas normais (BRASIL, 2009). Para avaliação da massa seca, as plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo *Kraft* e mantidas em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura de 80 °C, durante 72 horas. As massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular foram determinadas em balança com precisão de 0,0001 g.

2.3. EMBEBIÇÃO EM GA₃ E DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Objetivando avaliar o efeito de tempos de embebição das sementes em giberilina, o efeito de diferentes sombreamentos e a interação entre estes fatores na emergência de plântulas de cutieira, utilizou-se o esquema de parcelas subdividas 4x3 (tempos de embebição em GA₃ x níveis de sombreamento).

Sementes trincadas foram submetidas a quatro tempos de embebição com GA₃ (500 mg L⁻¹): zero (testemunha), seis, 12 e 24 horas (denominados de GA₃0h, GA₃6h, GA₃12h e GA₃24h, respectivamente). A embebição foi realizada em câmaras tipo BOD a 30 °C. Posteriormente, procedeu-se a

semeadura em sacos de polietileno preto, contendo aproximadamente 600 cm³ de substrato composto por terra + areia + compostagem na proporção de 1:1:1, respectivamente, cuja análise química encontra-se na Tabela 1.

Os níveis de sombreamento foram definidos através da média obtida entre quatro medições realizadas no período entre a emergência das primeiras plântulas e a avaliação final do experimento, aos 63 dias após a semeadura, com radiômetro Quantum Meter QMSW-SS serial 1108. Foram utilizadas telas de poliolefinas 50%, em que foram: sol pleno (S1), cobertura com uma tela (S2), cobertura com duas telas (S3), que corresponderam a: 1795,8 μmol fótons m⁻² s⁻¹ (S1); 783,2 μmol fótons m⁻² s⁻¹ (S2) e 466,3 μmol fótons m⁻² s⁻¹ (S3), respectivamente.

Tabela 1. Análise química do substrato

| pH | P | K | Na | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | t | T | V | M |
|------------------|---------------------|----------|-----------|------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| H ₂ O | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | % | | |
| 6,05 | 7,27 | 175 | 4,0 | 1,55 | 0,8 | 0,0 | 0,83 | 2,81 | 2,81 | 3,64 | 77,31 | 0,0 |

Foram realizadas irrigações diárias pela manhã e à tarde, durante todo o período experimental, de acordo com as necessidades de culturas florestais. A verificação do número de sementes emersas foi feita diariamente até que se tornasse constante de acordo com Maguirre (1962), quando foram avaliados: comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e do sistema radicular (MFR e MSR) das plantas normais, em balança analítica (0,0001 g). Para obtenção da massa seca das plantas foi adotada a mesma metodologia do primeiro experimento.

Ainda para avaliar a qualidade de mudas, utilizou-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) proposto por Dickson et al. (1960), conforme a equação 1:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{ALT}{D} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (1)$$

em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson;

MST = massa seca total (g);

ALT = altura da parte aérea (cm);

D = diâmetro do coleto (mm);

MSPA = massa seca da parte aérea (g);

MSR = massa seca das raízes (g).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na avaliação das sementes recém-colhidas revelaram valores de teor de água de 30,3% e peso de mil sementes de 4,16 kg.

Sementes de cutieira com tegumento intacto (T1) e com tegumento trincado (T2) apresentaram padrões diferentes de absorção de água (Figura 1).

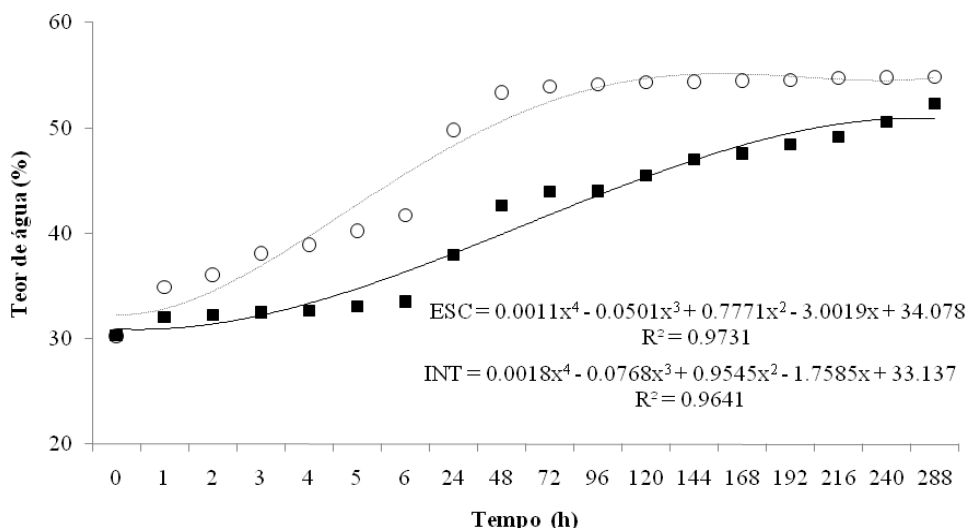


Figura 1. Teor de água (%) de sementes intactas (quadrados e linha contínua) e escarificadas (círculos e linha pontilhada) de cutieira em relação ao período (horas) de embebição.

A velocidade de absorção de água e o aumento na massa inicial foram relativamente rápidos, em que as sementes intactas apresentaram ganho de 2% e as escarificadas 5% após uma hora do início da hidratação. Entretanto, a embebição dessas sementes continuou na fase I, posteriormente de forma lenta e progressiva por 48 horas, diferentes de outras espécies que, conforme Carvalho e Nakagawa (2000), apresentam fase I com duração de uma a duas horas, quando então passaram desta fase de preparação para ativação do metabolismo (fase II de absorção de água), considerada fase estacionária, proporcionada pelo balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão (BEWLEY; BLACK, 1994). A importância desta avaliação sobre a entrada de água em uma espécie está relacionada tanto aos estudos de impermeabilidade de tegumento, como estudos da duração de tratamentos com reguladores vegetais, de condicionamento osmótico e de pré-hidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com a Figura 2 a emergência das sementes escarificadas iniciou-se no 12º dia após a semeadura, apresentando os maiores picos de emergência no 18º e entre o 21º e 22º dia após a semeadura. Neste sentido, pode-se notar que as sementes intactas necessitaram de um tempo maior (17 dias) para emergir quando comparadas com as sementes escarificadas, o que sugere que o processo de escarificação pode ter favorecido a embebição das sementes e acelerado o processo de emergências das plântulas de cutieira.

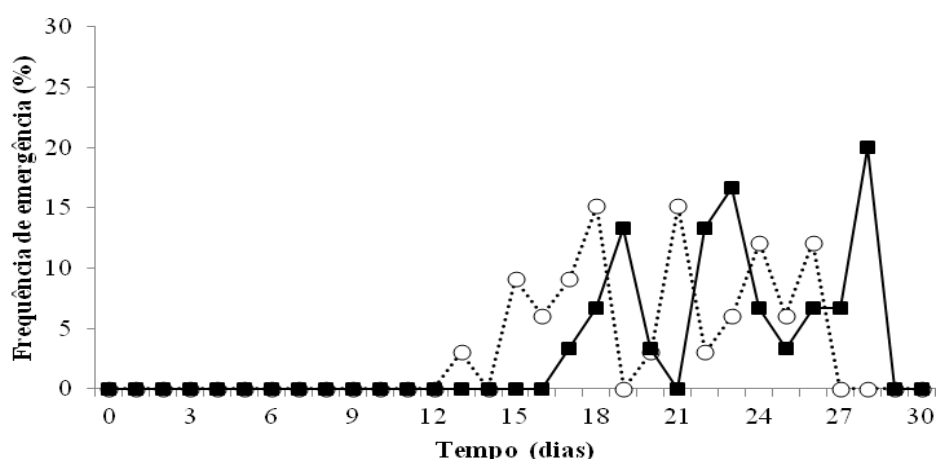


Figura 2. Polígono de frequência de emergência (%) de sementes intactas (quadrados e linha contínua) e escarificadas (círculos e linha pontilhada) de cutieira durante 30 dias.

Ao avaliar a escarificação física e química das sementes de cutieira, verificou-se maior emergência (33% e 30%) nas sementes com o tegumento trincado (T2) e na testemunha (T1), respectivamente (Tabela 2), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Houve 6% de emergência nas sementes com o tegumento removido (T3), 2% no tratamento com imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 min (T4), 9% no tratamento com de imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 min (T5) e 4% no tratamento com de imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 min (T6).

Tabela 2. Emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de cutieira após escarificação física e química das sementes

| Tratamentos | E (%) | IVE | CPA (cm) | MFPA (g) |
|-------------|-------|---------|----------|----------|
| T1 | 30 a | 0,245 a | 23,48 a | 13,33 a |
| T2 | 33 a | 0,245 a | 22,93 a | 12,63 a |
| T3 | 6 b | 0,075 b | 13,00 a | 6,52 b |
| T4 | 2 b | 0,025 b | 9,12 a | 3,30 b |
| T5 | 9 b | 0,075 b | 20,64 a | 11,23 ab |
| T6 | 4 b | 0,035 b | 11,84 a | 5,65 b |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Legenda: (T1) semente intacta (testemunha), (T2) semente com tegumento trincado, (T3) semente com o tegumento removido, (T4) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 minutos, (T5) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 minutos e (T6) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 minutos.

Os tratamentos T1 e T2 também foram os que apresentaram maior IVE (ambos com 0,245). Isso sugere que a germinação das sementes de cutieira não seja prejudicada pela impermeabilidade do tegumento, uma vez que sementes intactas apresentaram emergência semelhante e superior aos tratamentos com escarificação T2 e T3, respectivamente (Tabela 2).

Os resultados indicam ainda, que a escarificação química com ácido sulfúrico possa ter sido prejudicial e/ou tóxica durante a emergência das sementes, visto que nos tratamentos T4, T5 e T6 apresentaram baixos valores de emergência e IVE (Tabela 2). Esses resultados contrastam com aqueles encontrados por Alves et al. (2006) que, estudando a influência do ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro,

concluíram que a germinação aumentava com aumento do tempo de tratamento das unidades de dispersão no ácido concentrado, atingindo o máximo de 68% em 74 minutos.

Os maiores valores de comprimento e massa fresca da parte aérea foram observados nos tratamentos T1 e T2. Todavia, estatisticamente, não houve diferenças quanto aos CPA entre todos os tratamentos (Tabela 2).

De acordo com as Tabela 3, não houve diferença significativa para os valores de massa seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro do coleto (DC) das plantas. Isso pode ter ocorrido devido às características individuais de vigor das sementes, ocasionado pela alta variabilidade genética das espécies florestais nativas ainda não domesticadas, o que também pode ser a explicação para o alto coeficiente de variação obtido para a massa seca e diâmetro do coleto (MONTANARI JÚNIOR, 2008).

Tabela 3. ANOVA da massa seca da parte aérea e diâmetro do coleto de plântulas de cutieira após escarificação física e química das sementes

| Massa seca da parte aérea | | | | | |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|---------------|
| FV | GL | SQ | QM | Fcal | CV (%) |
| Tratamentos | 5 | 3,9645 | 0,7929 | 2,7033 ^{n.s} | 56,17 |
| Resíduo | 18 | 5,2796 | 0,2933 | | |
| Total | 23 | 9,2441 | | | |
| Diâmetro do coleto | | | | | |
| FV | GL | SQ | QM | Fcal | CV (%) |
| Tratamentos | 5 | 0,7373 | 0,1474 | 1,2480 ^{n.s} | 42,08 |
| Resíduo | 18 | 2,1266 | 0,1181 | | |
| Total | 23 | 2,8633 | | | |

* F calculado menor que o tabelado, logo os tratamentos não foram significativos em nível de 5% de probabilidade.

Embora as sementes escarificadas tenham apresentado teor de água superior as sementes intactas, estes tratamentos apresentaram emergência estatisticamente semelhante, sugerindo que o tegumento das sementes de cutieira não apresente impermeabilidade capaz de prejudicar o processo germinativo. No entanto, o maior valor de emergência observado (33% em T2) é considerado baixo para sementes sob condições ideais de germinação, o que pode sugerir que outro tipo de dormência, que não a tegumentar, esteja atuando durante o processo germinativo (LOPES; ALEXANDRE, 2010).

Espécies que apresentam ampla distribuição geográfica podem apresentar respostas diferentes aos tratamentos utilizados em função da adaptabilidade e da origem (MARTINS; NAKAGAWA, 2008), e capacidade de adaptação a diferentes regiões, conforme constatado por Lemes e Lopes (2012), em sementes de *Ceiba speciosa*. Em sementes de *Sena macranthera*, tratamentos como a escarificação química com H_2SO_4 em diferentes tempos de imersão apresentaram resultados similares oscilando entre 89 e 96% de germinação (LOPES et AL., 2012). Em sementes de *Chamechrista desvauxii*, o uso de tratamentos pré-germinativos reduz o tempo médio de germinação e aumenta a homogeneidade da emergência das plântulas (GOMES et al., 2012).

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que outro mecanismo de dormência possa estar envolvido no impedimento da germinação das sementes desta espécie. Bewley e Black (1994) sugerem que a dormência secundária ocorre através do efeito inibidor dos cotilédones e de substâncias inibidoras da germinação sobre o eixo embrionário. Entretanto, a dormência em nível de embrião, que pode ser superada com o uso de substâncias indutoras de germinação, como o GA_3 , pode ser a causa da baixa emergência de sementes de cutieira observada nesta fase do estudo. Oliveira et al. (2010) estudando a germinação de sementes de submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA_3) e ethephon, verificaram que a porcentagem de germinação é aumentada com o emprego de 778 mg L^{-1} de GA_3 , enquanto que a associação entre elevadas concentrações de GA_3 e 75 a 100 mg L^{-1} de ethephon incrementa o índice de velocidade de germinação e a porcentagem de plântulas normais.

Ao avaliar o efeito da embebição de sementes em giberilina associado a diferentes níveis de sombreamento, observou-se que a interação entre os tempos de embebição (zero, seis, 12 e 24 horas), em solução com GA_3 500 mg L^{-1} e os níveis de sombreamento (a sol pleno, com uma tela e com três telas) não foi significativa para a maioria dos parâmetros avaliados (IVE, CR, DC, MFPA, MSPA, MFSR e MSR), sendo a interação significativa somente para emergência (E) e comprimento da parte aérea (CPA) (Tabela 4). Portanto, para estes parâmetros foi realizada a interpretação dos fatores principais isoladamente (Tabela 5).

Tabela 4. Emergência (E%) e comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas oriundas de sementes de cutieira tratadas por diferentes períodos de embebição em GA₃ e mantidas sob diferentes níveis de sombreamento, após 63 dias da semeadura

| Tratamentos | E (%) | | | CPA (cm) | | |
|----------------------|-------|-------|-------|----------|-----------|----------|
| | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 |
| GA ₃ 0h | 37 dA | 28 cA | 30 bA | 44,20 aB | 54,53 abA | 43,10 aB |
| GA ₃ 6h | 77 bB | 93 aA | 84 aB | 44,10 aB | 56,74 aA | 44,20 aB |
| GA ₃ 12h | 67 cB | 83 bA | 84 aA | 48,97 aB | 55,17 abA | 47,72 aB |
| GA ₃ 24 h | 91aAB | 97 aA | 87 aB | 45,37 aA | 50,00 aA | 49,92 aA |

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Legenda: Embebição: GA₃0h (GA₃ por 0 horas), GA₃6h (GA₃ por 6 horas), GA₃12h (GA₃ por 12 horas), GA₃24 h (GA₃ por 24 h). Sombreamento: sol pleno (S1) 1795,8 μmol fótons m⁻² s⁻¹, cobertura com uma tela (S2)); 783,2 μmol fótons m⁻² s⁻¹, cobertura com duas telas (S3) 466,3 μmol fótons m⁻² s⁻¹.

Observa-se que as sementes não tratadas em solução de GA₃ apresentaram os menores valores de emergência, quando comparadas com as sementes tratadas em solução de GA₃. Independente do sombreamento, o aumento da emergência entre os tratamentos de embebição em GA₃ por 24 h e 0 h foi de aproximadamente 35%, comprovando a eficácia desta substância na superação de dormência de sementes de *Joannesia princeps*.

Sementes embebidas em solução de GA₃ por seis horas apresentaram maior porcentagem de emergência (93%) no sombreamento com uma tela (S2). A porcentagem de emergência a sol pleno (S1) e com duas telas (S3) não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, quando as sementes foram embebidas com GA₃ por 12 horas, os maiores valores de emergência foram encontrados nos sombreamentos S2 e S3, sendo iguais entre si estatisticamente, seguidos pelo S1, no qual se obteve o menor percentual de emergência (67%) (Tabela 4).

Com 24 horas de embebição em GA₃ nota-se que não houve diferenças estatísticas significativas entre os valores médios de porcentagem de emergência obtidos entre todos os sombreamentos testados. Todavia, observa-se que houve maior uniformidade da porcentagem de emergência entre os sombreamentos e que as porcentagens de emergência foram satisfatórias, quando comparados com seis e 12 horas de embebição em GA₃. Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Dombroski et al.

(2010), que estudando métodos para a superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* observaram que a aplicação de GA₃ estimulou a germinação. Considerando os diferentes tempos de embebição, no sombreamento S1, a embebição com GA₃ por 24 horas foi a que promoveu o maior percentual de emergência (91%).

No S2, os tempos de embebição mais eficientes para promover a emergência foram os com GA₃ por seis e 24 horas, apresentando 93 e 97% de emergência, respectivamente. No S3, os tempos de embebição não apresentaram diferenças significativas estatisticamente entre si nos valores médios de emergência (Tabela 4). Esses resultados sugerem a eficácia das giberelinas bioativas, como o GA₃, e o processo de embebição, em promover a germinação de sementes.

O comprimento da parte aérea, após 63 dias da semeadura apresentou maior desenvolvimento no sombreamento S2, diferindo significativamente de S1 e S3 em todos os tratamentos das sementes com GA₃ (zero, 6, 12 horas) à exceção de 24 horas, cujos resultados foram similares (Tabela 4). Segundo Larcher (2006) a adaptação às baixas luminosidades é uma característica genética, a qual faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação solar disponível. A altura pode ser considerada como um ótimo parâmetro para avaliação da qualidade das mudas, pois as espécies apresentam diferentes padrões de respostas, de acordo com a sua capacidade adaptativa às variações na intensidade de luz (MUROYA et al., 1997).

Considerando isoladamente os tratamentos de diferentes tempos de embebição em GA₃ (zero, seis, 12 e 24 horas) observa-se que a embebição em GA₃ por 24 h apresentou maior IVE, diferindo dos demais tempos de embebição (Tabela 5). No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto aos parâmetros comprimento do sistema radicular (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR). Para Nogueira et al. (2010) é vantajoso o fato das espécies analisadas apresentarem maior percentual de germinação dentro do menor intervalo de tempo, ou seja, maior IVE, pois permite que as sementes ou unidades de

dispersão escapem dos predadores e ofereçam maiores chances de sobrevivência para as plantas.

Tabela 5. Índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento do sistema radicular (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca do sistema radicular (MFR) e massa seca do sistema radicular (MR) de plântulas oriundas de sementes de cutieira tratadas por diferentes períodos de embebição em GA₃ e mantidas sob diferentes níveis de sombreamento, após 63 dias da semeadura

| Tratamentos | IVE | CR (cm) | DC (mm) | MFPA (g) | MSPA (g) | MFR (g) | MSR (g) |
|----------------------|--------|----------------------|---------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|
| S1 | 3,58 b | 15,92 b | 8,5 a | 19,74 a | 2,26 a | 1,93 a | 0,26 a |
| S2 | 4,64 a | 17,17 a | 8,2 a | 18,34 a | 1,92 b | 1,58 b | 0,24 a |
| S3 | 3,27 b | 11,57 c | 7,6 b | 15,59 b | 1,18 c | 1,22 c | 0,12 b |
| GA ₃ 0h | 1,87 c | 13,92 ^{n.s} | 0,76 ^{n.s} | 17,23 n.s | 1,62 ^{n.s} | 1,39 b | 0,20 n.s |
| GA ₃ 6h | 3,20 b | 14,91 ^{n.s} | 0,82 ^{n.s} | 18,47 n.s | 1,75 ^{n.s} | 1,42 b | 0,20 n.s |
| GA ₃ 12h | 3,65 b | 14,86 n.s | 0,81 ^{n.s} | 17,85 n.s | 1,79 ^{n.s} | 1,56 ab | 0,20 n.s |
| GA ₃ 24 h | 4,63 a | 14,89 n.s | 0,80 ^{n.s} | 17,36 n.s | 1,84 ^{n.s} | 1,76 a | 0,22 n.s |

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

Legenda: n.s (não significativo em nível de 5% de probabilidade). Embebição: GA₃0h (GA₃ por 0 horas), GA₃6h (GA₃ por 6 horas), GA₃12h (GA₃ por 12 horas), GA₃24 h (GA₃ por 24 h). Sombreamento: sol pleno (S1) 1795,8 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, cobertura com uma tela (S2)); 783,2 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, cobertura com duas telas (S3) 466,3 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Entre os diferentes níveis de sombreamento, foram observadas diferenças significativas entre as médias do índice de velocidade de emergência (IVE), sendo que o maior valor foi obtido no S2.

Pode-se observar ainda que com o aumento do tempo de embebição, o IVE aumentou significativamente entre os tratamentos, sendo o maior valor encontrado no tempo de embebição de 24 h em GA₃ (4,63), que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Prado Neto et al. (2007), que trabalhando com germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e

estimulante vegetal, verificaram que o regulador à base de ácido giberélico foi eficiente na promoção de maiores índices de velocidade de germinação.

Com relação ao comprimento de raiz (CR), o S2 foi o que possibilitou o maior desenvolvimento, obtendo-se um valor médio de 17,17 cm, diferindo estatisticamente dos demais sombreamentos testados, sendo o segundo maior comprimento de raiz (CR) obtido no sombreamento S1, seguido pelo S3. Enquanto, para o diâmetro do coleto (DC), nos sombreamentos S1 e S2 foram obtidos os maiores valores médios (8,5 e 8,2 mm, respectivamente), não havendo diferenças significativas entre as médias. Todavia, no sombreamento S3 obteve-se o menor valor de diâmetro do coleto (7,6 mm), que diferiu estatisticamente dos demais sombreamentos, possivelmente pelo alongamento do caule, culminando com maior crescimento das mudas em altura, quando sombreadas em razão do estiolamento induzido pela baixa intensidade luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De acordo com Larcher (2006), o crescimento em diâmetro apresenta uma relação direta com a fotossíntese líquida, a qual depende dos carboidratos e auxinas acumulados e de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e a respiração. E o diâmetro do coleto foi maior nos sombreamentos S1 e S2 (8,5 e 8,2, respectivamente), diferindo estatisticamente de S3 (Tabela 5). O diâmetro do coleto tem sido utilizado nas avaliações por representar um ótimo indicador de padrão de qualidade das mudas, ou seja, mudas com DC pequeno e muito altas são consideradas de qualidade inferior as de tamanho menores, quando comparadas com mudas de DC maior. Neste sentido, o maior DC está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e do sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento da muda após o plantio no campo (GRAVE et al., 2007).

Os valores médios da MFPA e MSR (Tabela 5) não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os S1 e S2. No entanto, os menores valores de MFPA e MSR foram obtidos no S3. Quanto à massa fresca do sistema radicular (MFR), os valores médios apresentaram redução com o aumento do nível de sombreamento, assim, no S1, obteve-se o maior valor de MFSR (1,93 g), que diferiu significativamente dos demais sombreamentos testado, sugerindo maior alocação de biomassa das plantas sob

sombreamento de 50%. Para produção de mudas de *Copaifera langsdorffii*, Dutra et al. (2012) obtiveram melhor condição sob sombreamento de 50%.

Tabela 6. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Joannesia princeps* aos 63 dias após a semeadura

| Tratamentos | IQD | | |
|----------------------|----------|-----------|----------|
| | S1 | S2 | S3 |
| GA ₃ 0h | 0,040 aA | 0,027 abB | 0,017 aC |
| GA ₃ 6h | 0,040 aA | 0,027 abB | 0,019 aC |
| GA ₃ 12h | 0,040 aA | 0,025 bB | 0,019 aC |
| GA ₃ 24 h | 0,041 aA | 0,030 aB | 0,020 aC |

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Legenda: Embebição: GA₃0h (GA₃ por 0 horas), GA₃6h (GA₃ por 6 horas), GA₃12h (GA₃ por 12 horas), GA₃24 h (GA₃ por 24 h). Sombreamento: sol pleno (S1) 1795,8 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, cobertura com uma tela (S2)); 783,2 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, cobertura com duas telas (S3) 466,3 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

De acordo com a Tabela 6, nos sombreamentos S1, S2 e S3, não houve diferenças significativas dos valores do IQD entre os tempos de embebição em GA₃ testados. Entretanto, os maiores valores do IQD foram obtidos no sombreamento S1 e os menores no sombreamento S3. Nas sementes sem tratamento de embebição em (GA₃0h) e nas sementes embebidas com embebição em GA₃ (GA₃6h, GA₃12h, e GA₃24h), foram obtidos os maiores valores do IQD no sombreamento S1, diferindo-se estatisticamente dos demais sombreamentos testados, S2 e S3, respectivamente (Tabela 6). Gomes (2001) enfatiza que quanto maior o valor do IQD, melhor será o padrão de qualidade das mudas. O índice de qualidade de Dickson é apontado como bom indicador da qualidade de mudas em fase de viveiro, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes (FONSECA, 2000). Hunt (1990), Fonseca et al. (2002) e Vidal et al. (2006) obtiveram resultados satisfatórios com o índice de qualidade de Dickson utilizando-o como medida de qualidade de mudas florestais.

4. CONCLUSÕES

O tegumento das sementes de cutieira não apresenta resistência à absorção de água, indicando que esta espécie não apresenta dormência tegumentar.

Maiores valores de emergência são obtidos em sementes intactas (30%) e sementes trincadas (33%). O trincamento e retirada do tegumento da semente não favorece, enquanto a escarificação química com ácido sulfúrico é prejudicial à emergência das sementes de cutieira.

O tratamento pré-germinativo com solução de ácido giberélico por 24 h promove o aumento em aproximadamente 35% da emergência das plântulas de cutieira sugerindo que as sementes apresentam dormência fisiológica.

No sombreamento com uma tela de poliolefina (50%) as sementes de cutieira germinam em maior velocidade e apresentam maior comprimento de raiz. Os maiores valores do IQD foram obtidos em sol pleno e os menores no sombreamento com duas telas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; BRUNO, R. de. L. A.; OLIVEIRA, A. de. P.; ALVES, A. U. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 187-195, 2006.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.

AZEVEDO, S. K.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, p. 185-194, 2006.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. New York: Academic Press, 2001. 666 p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. 2 ed. New York: Plenum Publishing, 1994. 445 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHAVES, M. M. F.; DAVIDE, A. C. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps* Vell. - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, p. 208 - 213, 1996.

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

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

DOMBROSKI, J. L. D.; PAIVA, R.; ALVES, J. M. C.; SANTOS, B. R.; NOGUEIRA, R. C.; PAIVA, P. D. O.; BARBOSA, S. Métodos para a superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 131 - 135, abr./jun. 2010.

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado**. 2005. 151 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2005.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Lavras, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 209 p.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FONSECA, E. P. VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GRAVE, F.; FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de Açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 289-298, 2007.

GOMES; D. R. LOPES, J. C.; SILVA, A. G.; MATHEUS, M. T. Frequência relativa de germinação em sementes de rabo de pitu (*Chamaecrista desvauxii* (Colladon) killip) em casa de vegetação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 606-614, 2012.

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

HERMANSEN, L. A. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 28, n. 1, p. 581-595, 2000.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and Cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. **Proceedings...** p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Foresy Service, 1990.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 532 p.

LEMES, E. de Q.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para germinação se sementes e desenvolvimento de plântulas de Paineira. **Scientia Florestalis** (IPEF), v.40. p. 179-186, 2012.

LOPES, J. C.; BARBOSA, L. G.; CAPUCHO, M. T. Biometria, dormência e viabilidade de sementes de *Sena macranthera*. **Revista Nucleus**, v. 19, n. 2, p. 247-256, 2012.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. O.; BAUER, M. O.; CALDEIRA, M. V. W. **Tópicos em Ciências Florestais**. Visconde do Rio Branco, 2010, p. 21-56.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1059-1067, 2008.

MONTANARI JÚNIOR, I. **Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas**. Campinas: CPQBA-UNICAMP. 2002. 7 p.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.

NOGUEIRA, F. C. B.; MEDEIROS, S. F.; GALLAO, M. I. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearensis* Ducke (pau-violeta) - Fabaceae. **Acta Botânica Brasílica**. v. 24, n. 4, p. 978-985. 2010.

OLIVEIRA, M. C. de.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; DIAS, G. B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* mill. x *A. squamosa* L.) cv 'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA₃) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010.

PRADO NETO, M.; DANTAS, A. C. V. L.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 693-698, 2007.

SILVA, D. B. da.; LEMOS, B. S. da. **Plantas da área verde da Super Quadra 416 Norte-Brasília, DF**. Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. 2002. 155 p.

SOUSA, O. V.; FIORAVANTE, I. A.; YAMAMOTO, C. H.; ALVES, M. S.; VIEIRA, G. D.; ARAÚJO, A. L. A. de. Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia princeps* Vellozo. Juiz de Fora: **Revista HU**, v. 33, n. 1, p. 23-27, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 722 p.

VIDAL, L. H. I.; SOUZA, J. R. P.; FONSECA, E. P.; BORDIN, I. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 26-30, 2006.

CAPÍTULO II

***Joannesia princeps* Vell. (EUPHORBIACEAE) MORFOLOGIA E
BIOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS**

***Joannesia princeps* Vell. (EUPHORBIACEAE) MORFOLOGIA E BIOMETRIA
DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS**

RESUMO

Objetivou-se estudar aspectos morfológicos e biométricos de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*. Nos frutos foram avaliados os atributos qualitativos em relação à morfologia externa. A análise biométrica teve como base a tomada das dimensões do comprimento, diâmetro e espessura. As sementes foram avaliadas em relação à morfologia externa e interna. As avaliações das plântulas foram conduzidas periodicamente no sexto, sétimo, 14^o, 21^o, 28^o, 35^o e 42^o dia. Utilizaram-se 15 plântulas normais e sadias para as descrições. Observou-se que as raízes mudaram o tom de sua coloração de esbranquiçada para branco-amarelada do 14^o para o 21^o dia após a semeadura. O hipocótilo, nos estádios iniciais apresenta coloração avermelhada passando para verde após o 14^o dia transcorridos da semeadura. Os demais órgãos não apresentaram mudanças consideráveis. No entanto, biometricamente, todos os órgãos apresentaram um acréscimo nas suas dimensões, conforme a evolução do desenvolvimento.

Palavras-chave: *Joannesia princeps*, morfologia, biometria.

ABSTRACT

The objective was to study aspects morphological and biometrical of fruits, seeds and seedling of *Joannesia princeps*. In fruits were evaluated qualitative attributes relative to external morphology. The biometric analysis was based having with base the dimensions the length, diameter and thickness. The seeds were evaluated in attempt to external and internal morphology. The seedling assessments were conducted periodically in the sixth, seventh, 14th, 21th, 28th, 35th and 42th day. We used 15 normal and healthy seedlings for descriptions. It was observed that the roots have changed their color of whitish for yellowish-white of the 14th to the 21th day after sowing. The hypocotyl, in the early stages has reddish color passing to the green on 14th day after sowing elapsed. The other organs showed no considerable changes. However, biometrically, all organs had an increase in its dimensions, according to in the progression of development.

Keywords: *Joannesia princeps*, morphology, biometrics.

1. INTRODUÇÃO

Joannesia princeps Vell. é uma espécie arbórea conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-assu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo. É pertencente à família Euphorbiaceae, a qual compreende 300 gêneros e 6000 espécies distribuídas nas Regiões tropicais e subtropicais (SOUSA et al., 2007). No Brasil, a espécie se distribui nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, onde ocorre principalmente em floresta pluvial de mata atlântica (AZEVEDO; SILVA, 2006).

Sua madeira pode ser utilizada na fabricação de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, tabuado para forros e jangadas. Suas sementes possuem em torno de 37% de óleo, útil para fins industriais e medicinais (SILVA; LEMOS, 2002). Esse óleo possui propriedades purgativas e pode substituir o óleo de linhaça em pinturas (SOUSA et al., 2007). Segundo Santos et al. (2009) o óleo que é extraído das sementes de cutieira pode ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, sendo uma fonte de energia ecologicamente viável e renovável.

Na Região da Zona da Mata de Minas Gerais, existem experiências com Sistemas Agroflorestais (SAFs), em que os cafeeiros são frequentemente plantados junto com espécies arbóreas típicas de estádios iniciais de sucessão nas florestas semidecíduais, incluindo *Joannesia princeps* (SOUZA et al., 2006). Botero et al. (2008) estudando a produção de serrapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um Sistema Agroflorestal na Zona da Mata de Minas Gerais, relataram que a *J. princeps* apresentou a mais alta produção de serrapilheira entre as espécies estudadas (76,41 kg MS indivíduo⁻¹ano⁻¹), destacando-se pela alta capacidade de aporte de nitrogênio (438,5 g indivíduo⁻¹ano⁻¹). As árvores de cutieira apresentaram grande potencial de aporte de nutrientes ao sistema e, mais especificamente aos cafeeiros (BOTERO et al., 2008).

Para compreender parte do ciclo vegetativo das espécies, incluindo a regeneração natural, é necessário conhecer a morfologia do fruto, da semente e da plântula. Estudos morfológicos são importantes para a interpretação correta dos testes de germinação, além de gerar informações que são

utilizadas como subsídios para estudos ecológicos e melhoramento genético (MIRANDA, 1998).

As análises morfológicas podem contribuir, ainda, para o melhor entendimento e aproveitamento dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural das espécies, gerando informações básicas sobre táxons que compõem as diferentes fitofisionomias de um ecossistema. Estes estudos podem aumentar as chances de sucesso em um programa de reflorestamento ou na implantação de sistemas agroflorestais (MELO et al., 2004).

A caracterização biométrica de frutos pode, ainda, fornecer dados adicionais para diferenciar espécies de um mesmo gênero no campo (CRUZ; CARVALHO, 2003). No caso de espécies de interesse florestal, as quais são árvores geralmente de grande porte e por essa razão de difícil coleta, somar dados de campo que auxiliem na correta identificação das espécies é de extrema relevância. Por outro lado, as dimensões dos frutos e das sementes podem influenciar os processos de germinação (COUVILLON, 2002).

Apesar do grande potencial informativo dos estudos morfológicos, contribuições que visam à caracterização morfológica de espécies arbóreas ainda são escassas (MATHEUS; LOPES, 2007). Avaliar os aspectos morfológicos de espécies de interesse florestal é fundamental, para o sucesso dos programas de reflorestamento, pois podem auxiliar na identificação botânica da espécie, no reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo, assim como em fase de plântulas em novas formações florestais (MELO et al., 2004).

Considerando a necessidade de maiores informações sobre a morfologia de *Joannesia princeps* na literatura, é apresentada a caracterização morfológica e biométrica dos frutos, sementes e plântulas desta espécie por meio de descrições e ilustrações. Estas informações possibilitarão a identificação das formas juvenis da espécie em ambiente natural e subsidiarão pesquisas que visem determinar os métodos mais adequados para que a espécie expresse seu potencial máximo de germinação, sob condições controladas de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado na cidade de Alegre-ES, coordenadas geográficas de 20°45' S e 41°29' W., utilizando-se sementes de cutieira obtidas de frutos coletados de 40 matrizes existentes no Horto Municipal da cidade de Alegre-ES.

A coleta dos frutos foi realizada imediatamente após a maturação fisiológica e queda dos mesmos, que posteriormente foram colocados para secar sob temperatura ambiente e em estufa com circulação de ar regulada a 30 °C até o início da deiscência.

2.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DOS FRUTOS E SEMENTES

A caracterização morfológica dos frutos e sementes foi embasada na análise de 30 unidades, respectivamente. Os parâmetros estatísticos para análise dos dados biométricos foram média, desvio padrão e coeficiente de variação. Em campo, foram escolhidos frutos maduros, sadios, inteiros e sem deformações, avaliando-se os seguintes atributos qualitativos em relação à morfologia externa dos frutos: a) coloração na maturação, b) consistência do pericarpo, c) número de deiscências, d) tipos de indumento, e) número e posição das sementes. A análise biométrica teve como base a tomada das dimensões comprimento (isto é, da base até o ápice do fruto, excluindo o pedúnculo) e diâmetro; espessura medida na linha mediana dos frutos. A terminologia empregada para a caracterização morfológica foi embasada em Corner (1951) e Barroso et al. (1978, 1999).

A partir da análise de sementes viáveis, os seguintes atributos qualitativos foram avaliados: a) coloração, b) textura da superfície da testa, c) forma, d) posição do hilo, micrópila, rafe e estruturas anexas, quando presentes, e) consistência, coloração e espessura do endosperma, f) posição, forma e coloração do embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula e plúmula). Os cortes transversais e longitudinais nas sementes foram feitos com lâminas

de bisturi, e os caracteres do embrião analisados sob microscópio estereoscópico. A caracterização biométrica das sementes foi realizada com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,1 mm, em que foram mensurados o comprimento; a largura, medida do ápice até a base onde ocorre a protrusão da raiz primária, e a largura na porção mediana. A terminologia empregada para a caracterização morfológica foi embasada em Corner (1951) e Barroso et al. (1978, 1999). As observações foram feitas a olho nu e com auxílio de lupa e microscópio estereoscópico.

2.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DAS PLÂNTULAS

Para germinação foi realizado um tratamento pré-germinativo das sementes com ruptura do tegumento com auxílio de uma morça, e posterior embebição em solução de ácido giberélico (GA_3 500 mg L⁻¹) à 30 °C, durante 24 horas, em câmara tipo BOD. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas, com capacidade para 6,5 L, contendo como substrato areia peneirada e autoclavada, que foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD, com temperatura de 25 °C e fotoperíodo 16/8 horas. As regas foram feitas diariamente, na parte da manhã e à tarde, de acordo com a necessidade. As sementes foram consideradas germinadas quando houve a protrusão da raiz primária \geq 2,00 mm de comprimento, apresentando-se sem injúrias e aparentemente saudáveis. Foram consideradas plântulas normais, aquelas que se apresentaram vigorosas e possuindo todas as suas partes constituintes completas.

As avaliações foram conduzidas periodicamente no sexto, sétimo, 14^o, 21^o, 28^o, 35^o e 42^o dias, quando se observou a emergência dos primeiros protófilos. Para as descrições morfológicas e biometria foram utilizadas 15 plântulas normais e saudáveis, e foram avaliados: a) raiz principal: diâmetro, cor e pilosidade; b) coleto: diâmetro, forma, cor, pilosidade e superfície; c) hipocótilo: diâmetro, altura, forma, cor, pilosidade, superfície, presença de catáfilos, brácteas, lenticelas, estrias ou descamações; d) cotilédones: posição, inserção, forma, cor, nervação, dimensões do pecíolo e pilosidade; e) epicótilo: forma, cor, superfície e pilosidade; f) protófilos: filotaxia, presença de estípulas, forma

da lâmina, cor da lâmina, nervação, superfície da lâmina, comprimento e forma do pecíolo, aspecto do pulvino e das gemas. A caracterização biométrica das plântulas foi realizada com auxílio de régua milimetrada e paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. A terminologia empregada para a caracterização morfológica das plântulas foi embasada em Souza (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DOS FRUTOS E SEMENTES

Os frutos capsulares de *Joannesia princeps* apresentam exocarpo deiscente por valvas, mesocarpo lenhoso e duas sementes encerradas por um endocarpo igualmente lenhoso. Por essa morfologia, foram denominados por Barroso et al. (1999) como filotrimídio. Frutos capsulares são frequentes na família Euphorbiaceae, na qual também há registro de frutos drupáceos e, mais raramente, bacóides (ROOSMALEN, 1985).

Com relação às dimensões, os frutos de *Joannesia princeps* apresentam 8,0-11,2 cm de comprimento, 7,4-10,1 cm de largura no maior diâmetro e 6,6-9,0 cm de largura no menor diâmetro (Tabela 1). Sangalli (2008) relatou que as variações nas dimensões em frutos de *Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias et Proença, uma espécie nativa no cerrado em Mato Grosso do Sul, podem ter sido promovidas por fatores ambientais durante o florescimento e o desenvolvimento, como também pode representar um indício de alta variabilidade genética populacional. Todavia, para a *Joannesia princeps*, observou-se que houve homogeneidade dos valores das suas dimensões, obtendo-se coeficientes de variação relativamente baixos (Tabela 1). Isso sugere que fatores ambientais, como água e luz durante o florescimento e o desenvolvimento dos frutos, e a alta variabilidade genética populacional das espécies não domesticadas mencionados por Sangalli (2008), podem não ter afetado o desenvolvimento dos frutos de *Joannesia princeps*.

Tabela 1. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos frutos de *Joannesia princeps*

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|---------------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| Comprimento | 11,20 | 9,17 | 8,00 | 0,83 | 9,05 |
| Largura maior | 10,10 | 8,72 | 7,40 | 0,86 | 9,86 |
| Largura menor | 9,00 | 7,73 | 6,60 | 0,99 | 12,81 |

O exocarpo lenhoso apresenta coloração verde escura no fruto maduro, com pontuações cinza e, junto com o mesocarpo lenhoso e de coloração amarelada, apresenta-se deiscente por quatro valvas (Figura 1A). Quando aberto, os frutos exibem o endocarpo seco e lenhoso (Figura 1B) de coloração acastanhada, com 4,5-6,8 cm de comprimento, 4,5-6,3 cm de largura no maior diâmetro e 4,2-6 cm de largura no menor diâmetro (Tabela 2), os quais armazenam em seu interior duas sementes (Figura 1C), embora Chave e Davide (1996) tenham relatado a ocorrência de três sementes nos frutos da espécie.

Endocarpo endurecido também foram observados e descritos por Añez et al. (2005) para *Jatropha elliptica* Mull. Arg. (Euphorbiaceae). Sobre a similaridade morfológica dos frutos de gêneros distintos em Euphorbiaceae, Barroso et al. (1999) destacaram que pode ser um indicativo de ancestralidade em comum. Ecologicamente, tais características morfológicas fazem com que a dispersão desses frutos e sementes seja uma combinação de autocoria, notadamente barocoria (por gravidade), e zoocoria, marcadamente feita pelos roedores silvestres. Destaca-se, dentre esses, *Dasyprocta azarae* (popularmente conhecida como cutia), que transporta o fruto para retirar-lhe as sementes, enterrando o restante (HERINGER, 1947).

Tabela 2. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos pirênios de *Joannesia princeps*

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|---------------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| Comprimento | 6,80 | 5,41 | 4,50 | 0,72 | 13,30 |
| Largura maior | 6,30 | 5,73 | 4,50 | 0,57 | 9,94 |
| Largura menor | 6,00 | 5,22 | 4,20 | 0,61 | 11,68 |

As sementes apresentam coloração castanha, formato globoso, sendo o ápice e a base arredondados (Figura 1D). Santos e Aguiar (2005) relacionaram a coloração escura do tegumento das sementes de *Sebastiania*

commersoniana (Euphorbiaceae) com a maior porcentagem de germinação, em relação às sementes com tegumento de coloração marrom-clara da mesma espécie. Isso indica a coloração como uma característica importante a ser observada em estudos com lotes de sementes, visando verificar se tal fato também ocorre com frequência em *Joannesia princeps*.

De acordo com Pimentel Gomes (2000), se o coeficiente de variação (CV) inferior a 10% é baixo, de 10 a 20%, é médio e de 20 a 30% é alto. No último caso, o experimento é de baixa precisão. Neste sentido, os valores de CV registrados para o comprimento e larguras (maior e menor) do endocarpo (13,30%; 9,94% e 11,68%; respectivamente), são estatisticamente aceitáveis, sugerindo uma moderada homogeneidade no tamanho dessas estruturas.

A superfície da testa das sementes é endurecida, lisa e glabra. O hilo é a cicatriz, e é evidente como uma pequena área circular; a micrópila e a rafe são inconspícuas. O endosperma alvo e abundante envolve todo o embrião cotiledonar e axial (Figura 1E). O eixo hipocótilo radicular do embrião apresenta 0,5-1,0 mm de comprimento e está direcionado para a região do hilo (Figura 1E). Os cotilédones foliáceos são opostos, alvos, conados, iguais entre si e glabros, de formato reniforme, com aproximadamente 7,0 mm de comprimento e 10,0 mm largura (Figura 1E). Estes resultados de caracterização morfológica legitimam os encontrados por Chaves e Davide (1996). Todavia, quanto ao aspecto biométrico, os valores de comprimento do eixo hipocótilo radicular (0,5-1,0 mm) encontrados neste trabalho foram menores que os obtidos pelos mesmos autores (3,0-4,5 mm). No entanto, os valores médios para comprimento e largura dos cotilédones obtidos foram maiores.

As dimensões das sementes variam de 22,6-27,8 mm de comprimento e 18,69-23,11 mm de largura na porção mediana (Tabela 3). Pode-se observar que os coeficientes de variação para o comprimento e diâmetro das sementes também apresentam valores baixos, 4,32 e 9,11%, respectivamente (Tabela 3), sugerindo, a homogeneidade de tamanho das sementes. Os valores médios do comprimento e diâmetro das sementes, (Tabela 3), corroboram com os valores encontrados por Chaves e Davide (1996). Sementes com maiores dimensões podem indicar a presença de bom suprimento metabólico durante o seu desenvolvimento, possuindo embrião bem formado e com maior quantidade de

substâncias de reserva, conseqüentemente, são mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Tabela 3. Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das sementes de *Joannesia princeps*

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|-------------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| Comprimento | 27,85 | 25,23 | 22,61 | 1,09 | 4,32 |
| Diâmetro | 23,11 | 20,29 | 18,69 | 1,85 | 9,11 |

3.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMETRIA DAS PLÂNTULAS

O percentual de germinação é de aproximadamente 84% de plântulas normais, evidenciando a eficiência do tratamento pré-germinativo das sementes com ruptura do tegumento, e posterior embebição das mesmas em solução de ácido giberélico.

No sexto dia após a semeadura, observou-se a protrusão das radículas (Figura 1F), caracterizando o início da germinação, que pode ter sido acelerada pela prévia embebição em solução de ácido giberélico. Chaves e Davide (1996) mencionaram que o início da germinação de *Joannesia princeps* ocorreu no 16º dia após a semeadura, mesmo com a trincadura do tegumento para facilitar a embebição, sendo a semeadura, realizada em caixas tipo gerbox, contendo areia esterilizada, sendo posteriormente acondicionadas em germinador Mangelsdorf a 25 °C e 70% de umidade. Scalon et al. (2006) citaram que o ácido giberélico, produzido no embrião, pode ser transportado até as camada de aleurona das células, onde a enzima α -amilase é produzida, promovendo, a conversão do amido em açúcar, que é utilizado para o desenvolvimento da plântula.

As sementes neste estágio não apresentam mudanças em sua coloração e forma, mas suas dimensões variam para 24,44-30,96 mm de comprimento, 23,76-31,46 mm de largura e 15,86-24,13 mm de diâmetro. A raiz primária apresenta coloração esbranquiçada (Figura 1F) e possui 1,71-2,85 mm de diâmetro (Tabela 4). Com base nos coeficientes de variação das dimensões das sementes no sexto dia após a semeadura (Tabela 4), observa-se que as sementes apresentam uniformidade no comprimento, largura e diâmetro da semente na porção mediana. No entanto, o diâmetro da raiz

principal apresentou coeficiente de variação alto, evidenciando desuniformidade de tamanho.

A emergência do hipocótilo resulta na formação do gancho (Figura 1G), que se desdobra elevando os cotilédones acima do solo, caracterizando a germinação como epígea. Os cotilédones expostos ao ambiente apresentam os tegumentos da semente aderidos (Figura 1G), de acordo com o observado na maioria das espécies da família Euphorbiaceae (AÑEZ et al., 2005) e corroborando com o citado por Chaves e Davide (1996).

Tabela 4. Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das sementes de *Joannesia princeps* no sexto dia após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|-------------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| Comprimento | 30,96 | 27,66 | 24,44 | 1,48 | 4,78 |
| Largura | 31,46 | 29,04 | 23,76 | 1,45 | 4,99 |
| DSPM | 24,13 | 20,41 | 15,86 | 1,78 | 8,72 |
| DRP | 2,85 | 2,17 | 1,71 | 0,56 | 25,80 |

Legenda: Diâmetro da semente na porção mediana (DSPM) e diâmetro da raiz principal (DRP).

No sétimo dia após a semeadura, a raiz principal ainda apresenta coloração esbranquiçada, apresentando 1,92-4,70 mm de diâmetro (Tabela 5). Observou-se que as plântulas haviam emitido o hipocótilo curvo (gancho) para fora do substrato (Figura 1G). O hipocótilo possui formato cilíndrico, coloração avermelhada da base até o seu ápice. Sua superfície é completamente lisa e glabra, sem lenticelas, estrias ou descamações (Figura 1G). Os hipocótilos das plântulas apresentam, nesta fase, 5,87-9,45 mm de diâmetro da base, 4,70-6,63 mm de diâmetro do terço médio, 3,84-4,70 mm de diâmetro do ápice (Tabela 5). A altura do gancho varia de 3,00-4,09 mm em relação à superfície do substrato (Tabela 5). A região do coleto é cilíndrica, de coloração avermelhada, com a superfície lisa e glabra. Analisando os coeficientes de variação das dimensões das plântulas no sétimo dia após a semeadura (Tabela 5), nota-se que os diâmetros da base, da porção mediana e do ápice do hipocótilo das plântulas, apresentam moderada uniformidade dos dados. Quanto ao diâmetro da raiz principal e altura do gancho, estes apresentam alta desuniformidade dos dados.

Tabela 5. Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas de *Joannesia princeps* no sétimo dia após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| DBH | 9,45 | 7,52 | 5,87 | 1,02 | 13,56 |
| DTMH | 6,63 | 5,82 | 4,70 | 0,69 | 11,85 |
| DAH | 4,70 | 4,23 | 3,84 | 0,49 | 11,58 |
| DRP | 4,09 | 2,48 | 1,92 | 0,75 | 30,24 |
| AG | 6,50 | 3,70 | 3,00 | 1,01 | 27,30 |

Legenda: diâmetro da base do hipocótilo (DBH), diâmetro do terço médio do hipocótilo (DTMH), diâmetro do ápice do hipocótilo (DAH), diâmetro da raiz principal (DRP) e altura do gancho (AG).

No 14^o dia após a semeadura, as plântulas apresentam 11,50-17,00 cm de altura (Tabela 6), cotilédones livres, mas frequentemente envoltos por rudimentos seminais (Figura 1H). A raiz principal é branco-amarelada, as raízes secundárias estão formadas, apresentando coloração branca e pêlos absorventes (Figura 1H) e apresentam 1,99-2,69 mm de diâmetro (Tabela 6). Os hipocótilos apresentam 8,20-11,26 mm de diâmetro da base, 5,04-7,92 mm de diâmetro do terço médio, 3,84-4,42 mm de diâmetro do ápice (Tabela 6), com formato cilíndrico em toda a sua extensão, afunilando-se da base ao ápice. Sua coloração é avermelhada da região mediana ao ápice e verde na base (Figura 1H). Pode-se observar que os diâmetros da base, da porção mediana e do ápice do hipocótilo das plântulas apresentam moderada uniformidade dos dados no 14^o dia após a semeadura, o que é confirmado pelos coeficientes de variação obtidos, 10,14, 14,26 e 11,65%, respectivamente (Tabela 6). Em contrapartida, o diâmetro da raiz principal apresenta baixa uniformidade (20,17%) e a altura das plântulas com maior uniformidade dos dados (8,87%) (Tabela 6).

Tabela 6. Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas de *Joannesia princeps* no 14^o dia após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|---------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| DBH | 11,26 | 9,86 | 8,20 | 1,00 | 10,14 |
| DTMH | 7,92 | 6,10 | 5,04 | 0,87 | 14,26 |
| DAH | 4,42 | 4,12 | 3,84 | 0,48 | 11,65 |
| DRP | 2,69 | 2,38 | 1,99 | 0,48 | 20,17 |
| AP (cm) | 17,00 | 14,32 | 11,50 | 1,27 | 8,87 |

Legenda: diâmetro da base do hipocótilo (DBH), diâmetro do terço médio do hipocótilo (DTMH), diâmetro do ápice do hipocótilo (DAH), diâmetro da raiz principal (DRP) e altura das plântulas (AP).

No 21º dia após a semeadura, as plântulas apresentam de 20-35 cm de altura. As raízes primárias, ainda branco-amareladas (Figura 1I), apresentam 1,82-4,62 mm diâmetro (Tabela 7). A região do coleto permanece cilíndrica e de coloração verde, apresentando 8,21-11,50 mm de diâmetro (Tabela 7). O hipocótilo cilíndrico apresenta dimensões que variam de 270-390 mm de comprimento (Tabela 7), de coloração verde e superfície lisa e glabra (Figura 1J), e não apresenta lenticelas, estrias ou descamações. O epicótilo é diminuto e glabro. O diâmetro do coleto, o comprimento do epicótilo e do hipocótilo das plântulas no 21º dia após a semeadura apresentam boa uniformidade dos dados, o que é demonstrado pelos coeficientes de variação obtidos, 9,5; 8,81; 1,58%, respectivamente (Tabela 7). Entretanto, quanto ao diâmetro da raiz principal e ao comprimento do pecíolo, observa-se moderada uniformidade dos dados obtidos (Tabela 7).

Tabela 7. Dimensões (mm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do diâmetro da raiz principal, coleto, hipocótilo, epicótilo e pecíolo das plântulas de *Joannesia princeps* no 21º dia após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|-----|--------|--------|--------|---------------|--------|
| DRP | 4,62 | 3,23 | 1,82 | 0,56 | 17,34 |
| DC | 11,50 | 9,78 | 8,21 | 0,93 | 9,50 |
| DE | 26,38 | 19,06 | 12,41 | 1,68 | 8,81 |
| DH | 390,00 | 330,00 | 270,00 | 5,23 | 1,58 |
| CP | 38,65 | 24,09 | 14,18 | 2,54 | 10,54 |

Legenda: diâmetro da raiz principal (DRP), diâmetro do coleto (DC), diâmetro do epicótilo (DE), diâmetro do hipocótilo (DH) e comprimento do pecíolo (CP).

Os cotilédones opostos apresentam pecíolos com 14,18-38,65 mm de comprimento (Tabela 7), levemente canaliculados. O limbo é cartáceo, verde, de formato arredondado, glabro, lustroso, com nervação palmada e margem levemente ondulada. Neste estágio, os cotilédones frequentemente ainda estão envoltos por rudimentos seminais (Figura 1K), e medem 5,00-6,50 cm de comprimento e 5,00-7,50 cm de largura (Tabela 8), sugerindo moderada uniformidade dos dados obtidos, dada a uniformidade dos coeficientes de variação obtidos para o comprimento e largura dos cotilédones (13,93 e 16,70%, respectivamente) (Tabela 8).

Tabela 8. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos cotilédones das plântulas de *Joannesia princeps* no 21º dia após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|-------------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| Comprimento | 6,50 | 5,67 | 5,00 | 0,79 | 13,93 |
| Largura | 7,30 | 5,93 | 5,00 | 0,99 | 16,70 |

No 28º dia após a semeadura, a raiz principal das plântulas apresenta 2,13-3,68 mm de diâmetro (Tabela 9). A região do coleto não apresentou mudanças qualitativas, apenas aumento de diâmetro para 8,90-10,66 mm (Tabela 9). Da mesma forma o hipocótilo não apresenta mudanças qualitativas, e sim aumento de tamanho, passando a exibir 48,00-56,00 cm de altura (Tabela 9). Os cotilédones estão totalmente livres dos rudimentos seminais, e apresentam 7,50-10,00 cm de comprimento e 7,00-12,50 cm de largura (Tabela 9). Os pecíolos são levemente canaliculados (Figura 1L) com 7,27-11,59 mm de comprimento (Tabela 9). O epicótilo permanece diminuto. Os coeficientes de variação dos parâmetros altura do hipocótilo e diâmetro do coleto apresentam boa uniformidade dos dados. As dimensões dos cotilédones e o comprimento do pecíolo apresentam coeficientes de variação moderado. Somente o diâmetro da raiz principal apresenta coeficiente de variação alto evidenciando baixa uniformidade dos dados.

Tabela 9. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas de *Joannesia princeps* aos 28 dias após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|----------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| CC | 10,00 | 8,53 | 7,50 | 0,79 | 13,93 |
| LC | 12,50 | 9,29 | 7,00 | 1,09 | 11,73 |
| CP (mm) | 11,59 | 8,78 | 7,27 | 1,32 | 15,03 |
| ALTH | 56,00 | 52,10 | 48,00 | 1,58 | 3,03 |
| DC (mm) | 10,66 | 9,80 | 8,90 | 0,72 | 7,35 |
| DRP (mm) | 3,68 | 2,76 | 2,13 | 0,70 | 25,36 |

Legenda: comprimento dos cotilédones (CC), largura dos cotilédones (LC), comprimento do pecíolo (CP), altura do hipocótilo (ALTH), diâmetro do coleto (DC) e diâmetro da raiz principal (DRP).

No 35º após a semeadura, a raiz principal apresenta 2,62-3,54 mm de diâmetro, coleto com 9,25-10,86 mm de diâmetro e hipocótilo com 44,00-58,00 cm de altura (Tabela 10). O epicótilo não apresenta alterações morfológicas significativas, mas os pecíolos dos cotilédones aumentam de comprimento

passando a 11,32-20,48 cm (Tabela 10). Os cotilédones se expandem, passando a 6,00-8,50 cm de comprimento e 6,50-9,50 cm de largura (Tabela 10), sem mudanças qualitativas. O comprimento do hipocótilo e o diâmetro do coleto, no 35º dia após a semeadura, apresentam coeficientes de variação baixos, 4,25 e 7,13%, respectivamente (Tabela 10), evidenciando maior uniformização das medidas. O comprimento e a largura dos cotilédones, o comprimento dos pecíolos e o diâmetro da raiz principal apresentam coeficientes de variação moderados 11,94, 11,98, 10,56 e 16,45%, respectivamente (Tabela 10), revelando moderada uniformidade destes.

Tabela 10. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do comprimento e largura (dos cotilédones e hipocótilo); comprimento do pecíolo, diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas de *Joannesia princeps* no 35º dia após a semeadura

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|----------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| CC | 8,50 | 6,95 | 6,00 | 0,83 | 11,94 |
| LC | 9,50 | 8,26 | 6,50 | 0,99 | 11,98 |
| CH | 58,00 | 52,70 | 44,00 | 2,24 | 4,25 |
| CP | 20,48 | 16,10 | 11,32 | 1,70 | 10,56 |
| DC (mm) | 10,86 | 10,23 | 9,25 | 0,73 | 7,13 |
| DRP (mm) | 3,54 | 3,10 | 2,62 | 0,51 | 16,45 |

Legenda: comprimento dos cotilédones (CC), largura dos cotilédones (LC), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento do pecíolo (CP), diâmetro do coleto (DC), diâmetro da raiz principal (DRP).

No 42º dia após semeadura, último dia de avaliação em função da emergência dos protófilos, a raiz principal apresenta 3,54-5,72 mm de diâmetro (Figura 1M), passando à coloração castanha. O coleto ainda verde apresenta 9,02-11,44 mm de diâmetro e o hipocótilo aumenta para 37,00-52,00 cm de comprimento, com um ligeiro aumento do epicótilo para 11,00-26,00 cm de comprimento (Tabela 11). Os cotilédones possuem 11,00-16,00 cm de comprimento e 12,00-14,50 cm de largura, com as dimensões do pecíolo variando de 4,00-6,50 cm de comprimento (Tabela 11). Os protófilos são compostos, glabros, cartáceos, verdes, lisos e lustrosos (Figura 1N). Os limbos apresentam 12,00-17,00 cm de comprimento e 4,50-6,40 cm de largura, pecíolos levemente canaliculados, com 4,00-6,50 cm de comprimento (Tabela 11).

O comprimento e largura dos cotilédones, o comprimento do hipocótilo, o comprimento do protófilo e diâmetro do coleto apresentam coeficientes de variação abaixo de 10% (Tabela 11), podendo ser classificadas como medidas com boa uniformidade e precisão dos dados obtidos. O comprimento do epicótilo, comprimento do pecíolo, largura da folha e diâmetro da raiz principal, possuem coeficientes de variação médios (Tabela 11), apresentando desuniformidade moderada de tamanho. Nota-se que a comprimento do pecíolo da folha apresenta alta desuniformidade de tamanho demonstrada pelo coeficiente de variação obtido (35, 51%) (Tabela 11).

Tabela 11. Dimensões (cm), desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do comprimento e largura (dos cotilédones, hipocótilo e epicótilo); comprimento do pecíolo (cm); comprimento, largura e comprimento do pecíolo da folha (cm) e diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas de *Joannesia princeps* no 42º dia após a sementeira

| | Máximo | Média | Mínimo | Desvio Padrão | CV (%) |
|----------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| CC | 16,00 | 13,25 | 11,00 | 1,24 | 9,36 |
| LC | 14,50 | 13,35 | 12,00 | 0,84 | 6,29 |
| CE | 26,00 | 16,30 | 11,00 | 2,33 | 14,29 |
| CH | 52,00 | 41,95 | 37,00 | 2,19 | 5,22 |
| CP | 6,50 | 5,15 | 4,00 | 0,88 | 17,08 |
| CF | 17,00 | 14,45 | 12,00 | 1,24 | 8,58 |
| LF | 6,40 | 5,43 | 4,50 | 0,81 | 14,92 |
| CPF | 1,3 | 1,07 | 0,8 | 0,38 | 35,51 |
| DC (mm) | 11,44 | 10,44 | 9,02 | 0,92 | 8,81 |
| DRP (mm) | 5,72 | 4,51 | 3,54 | 0,85 | 18,84 |

Legenda: comprimento dos cotilédones (CC), largura dos cotilédones (LC), comprimento do epicótilo (CE), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento do pecíolo (CP), comprimento da folha (CF), largura da folha (LF), comprimento do pecíolo da folha (CPF), diâmetro do coleto (DC), diâmetro da raiz principal (DRP).

4. CONCLUSÕES

Os frutos de *Joannesia princeps* são capsulares apresentando exocarpo deiscente por valvas, mesocarpo lenhoso e sementes encerradas por um endocarpo igualmente lenhoso, o pirênio, podendo ser caracterizado como filotrimídio.

As sementes são globosas, sendo o ápice e a base arredondados, de coloração castanha. A germinação é do tipo epígea e fanerocotiledonar.

As plântulas *Joannesia princeps* se caracterizam por apresentar a região do coleto cilíndrica, hipocótilo e epicótilo, lisos e glabros.

Os cotilédones apresentam nervação palmada e margem levemente ondulada.

A morfologia do fruto, da semente e da plântula de *Joannesia princeps*, descrita e ilustrada neste trabalho foi suficientemente homogênea e, portanto, confiável à caracterização e identificação da espécie em processo de germinação e nos primeiros estádios de desenvolvimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563-568, 2005.

AZEVEDO, S. K.; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro. Brasil: **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, p. 185-194, 2006.

Barroso, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. et al. Estudo comparativo dos diversos tipos de frutos e sementes nas subclasses das dicotiledôneas In: **Frutos e sementes** - Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa, Editora da UFV, p. 128-129, 1999.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. São Paulo, **Editora da USP**, v. 1, 1978.

BOTERO, C. J.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M.; SARMIENTO, F. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 869-877, 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Circular técnica Embrapa 105: Boleira, taxonomia e nomenclatura**. Colombo, Paraná. 2005. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circotec/edicoes/circ-tec105.pdf>>. Acesso em: 14 Set. 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHAVES, M. M. F.; DAVIDE, A. C. Características morfológicas de frutos sementes e plântulas de *Joannesia princeps* Vell. - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 208-213, 1996.

CORNER, E. J. H. The Leguminous seed. **Phytomorphology**, v. 1, p. 117-150. 1951.

COUVILLON, G. A. *Cercis canadensis* L. seed size influences germination rate, seedling dry matter, and seedling leaf area. **Hortscience**, v. 37, n. 1, p. 206-207, 2002.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropolis cf. venulosa* MART. & ICHLER - Sapotaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 389-398, 2003.

HERINGER, E. P. Contribuição ao conhecimento da flora da Zona da Mata de Minas Gerais. **Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-187, 1947.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 08-17. 2007.

MELO, M. G. G de.; MENDONÇA, M. S de.; MENDES, A. M da. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.). Amazonas, **Acta Amazônica**. 2004. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/aa/v34n1/v34n1a02.pdf>>. Acesso em: 5 Set. 2011.

MIRANDA, P. R. M. **Morfologia de fruto, semente, germinação e plântula e efeito da temperatura na germinação e viabilidade de sete espécies florestais da Amazônia central**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/ Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 1998. 119 p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Ed. F. P. Gomes, 2000. 477 p.

ROOSMALEN, M. G. M. **Fruits of Guianan Flora**. Netherlands: Institute of Systematic Botany, Utricht University, 1985. 463 p.

SANGALI, A. **Propagação, desenvolvimento, anatomia e preservação ex situde *Jacaranda decurrens* subs. *Symmetrifoliolata* (Farias e Proença)**. 2008. 90 f. Dourados: Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2008.

SANTOS, S. R. G. dos; AGUIAR, I. B. de. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 77-83, 2005.

SANTOS, R. B. dos.; SOUZA, T. S. da.; LACERDA JUNIOR, V.; CASTRO, E. V. R. **Síntese e estudo do biodiesel do óleo da cutieira (*Joannesia princeps*)**. Vitória, ES. 2009. Disponível em:<<http://pt.scribd.com/doc/22582236/Analise-de-Biodiesel>>. Acesso em: 1 Set. 2011.

SCALON, S. P Q.; MUSSURY, M. R.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F.; FLORENCIO, D. K. A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de Jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). Viçosa: **Revista Árvore**. v. 30, n. 2, p.179-185, 2006.

SILVA, D. B. da.; LEMOS, B. S. da. **Plantas da área verde da Super Quadra. Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia**. Brasília, DF. 2002. Disponível em:< <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/184370/1/liv003.pdf>>. Acesso em: 5 Set. 2011.

SOUSA, O. V. de.; FIORAVANTE, I. A.; YAMAMOTO, C. H.; ALVES, M. S.; VIEIRA, G. D.; ARAÚJO, A. L. A. de. Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia princeps* Vellozo. Juiz de Fora: **HU Revista**. v. 33. n. 1, p. 23-27 2007.

SOUZA, H. N. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais**: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira. 2006. 127 f. Dissertação de Mestrado (Solos e Nutrição de Plantas - Departamento de Solos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa: UEPG, 2003. 259 p.

SOUZA, V. C; LORENZI, H. 2008. **Botânica Sistemática**. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Ed. 2. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa.

ANEXO

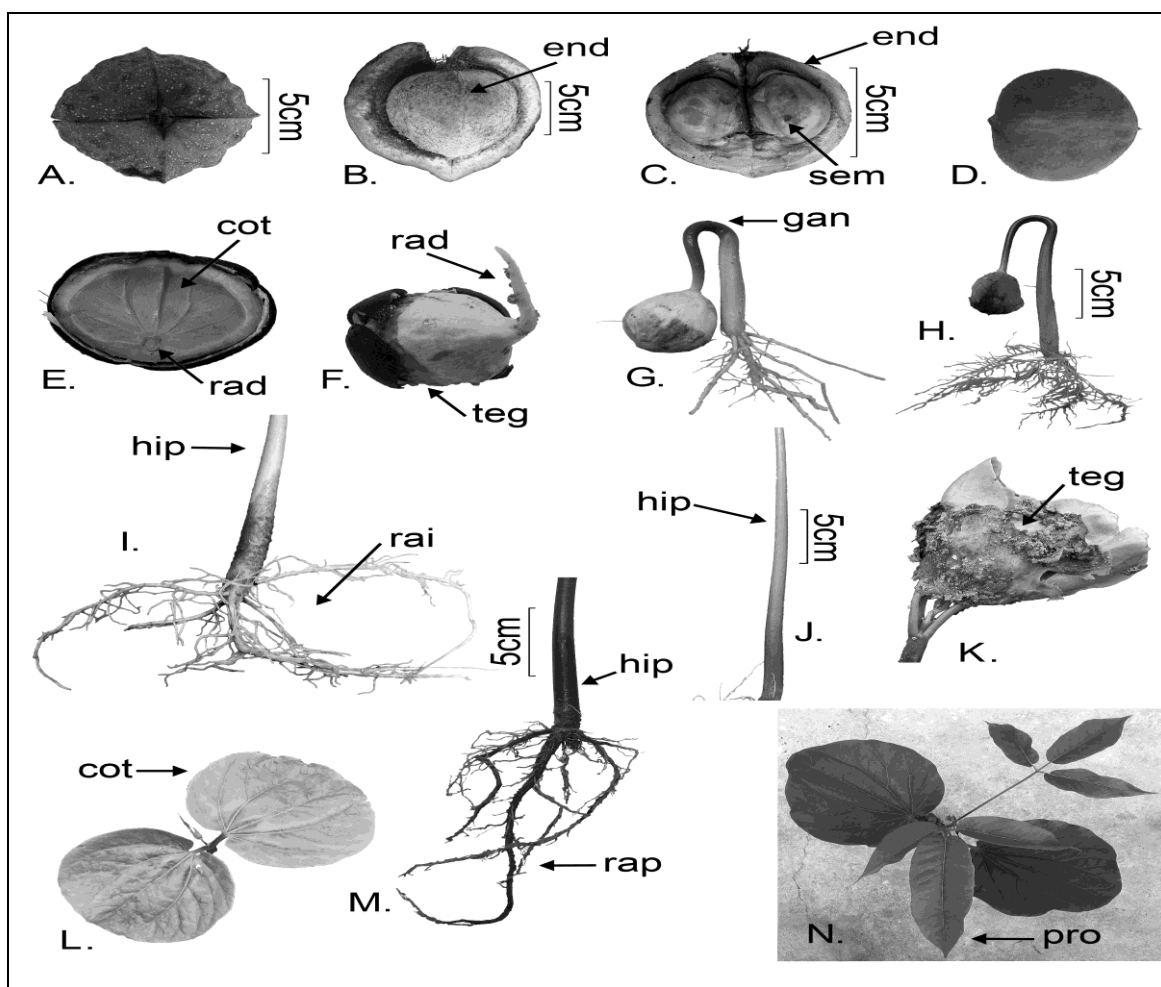


Figura 1. Morfologia e biometria de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*. A) Morfologia externa do fruto. B) Fruto aberto na porção mediana evidenciando o endocarpo. C) Endocarpo aberto evidenciando as sementes. D) Morfologia da semente. E) Morfologia interna da semente evidenciando o embrião. F) Morfologia da plântula no sexto dia após a sementeira. G) Hipocótilo curvo formando o gancho no sétimo dia após a sementeira. H) Morfologia da plântula no 14º dia após a sementeira. I) Morfologia da raiz no 21º dia após a sementeira. J) Morfologia do hipocótilo no 21º dia após a sementeira. K) Cotilédones envolvidos por rudimentos seminiais no 21º dia após a sementeira. L) Morfologia dos cotilédones no 28º dia após a sementeira. M) Morfologia da raiz e do hipocótilo no 42º dia após a sementeira. N) Morfologia dos protófilos no 42º dia após a sementeira.

Legenda: cot = cotilédone; end = endocarpo; gan = gancho; hip=hipocótilo, rad= radícula; rai = raízes; rap = raiz primária; sem = semente; teg = tegumentos da semente.

CAPÍTULO III

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE *Joannesia princeps* Vell.**

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Joannesia princeps* Vell.

RESUMO

Objetivou-se estudar e analisar a distribuição espacial dos atributos que determinam a qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps*. As sementes foram coletadas, individualmente, de 40 árvores matrizes no Horto Municipal de Alegre-ES e o experimento conduzido em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal do CCAUFES. As sementes tiveram o tegumento trincado e foi realizada a embebição em ácido giberélico GA₃ 500 mgL⁻¹ durante 24 h em câmara tipo BOD com temperatura ajustada para 30 °C. A semeadura foi realizada em sacos plásticos de ±600 cm³ contendo terra+areia+esterco na proporção de 1:1:1. Foram avaliados os seguintes atributos: emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA). Com exceção do CPA e da MFSR, verificou-se dependência espacial para as demais variáveis estudadas: E, IVE, CR, DC, MFSR, MFPA, MSSR e MSPA; com alcance variando de 14,0 a 47,5 m, sendo o menor alcance para o CR e o maior alcance e IDE para o IVE.

Palavras-chave: *Joannesia princeps*, distribuição espacial, qualidade fisiológica, sementes.

ABSTRACT

The objective was to study and analyze the spatial distribution on the attributes that determine the physiological quality of seeds *Joannesia princeps*. Seeds were collected, individually, 40 mother trees in the Horto City Alegre-ES and experiment conducted in the greenhouse of the Department of Plant Production CCAUFES. The seeds have had cracked the integument was performed and the imbibition in gibberellic acid GA_3 500 mgL^{-1} for 24 h in environmental chamber with temperature adjusted to $30 \text{ }^\circ\text{C}$. The seeds were sown in plastic bags of $\pm 600 \text{ cm}^3$ containing soil + sand + manure in the ratio of 1:1:1. Were evaluated the following attributes: emergence (E), emergence speed index (IVE), root length (CR), diameter of base (DC), shoot length of the aerial part (CPA), fresh mass of the root system (MFSR), fresh mass of the aerial part (MFPA), dry mass of the root system (MSSR) and dry mass of the aerial part (MSPA). With the exception of CPA and MFSR, it was found spatial dependence for the other studied variables: E, IVE, CR, DC, MFPA, MSSR e MSPA; with range varying of 14,0 a 47,5 m, being the lowest range for the CR and longer range and IDE for the IVE.

Keywords: *Joannesia princeps*, spatial distribution, physiological quality, seeds.

1. INTRODUÇÃO

O aumento das atividades econômicas em larga escala sobre os recursos naturais tem reduzido às florestas nativas a pequenos fragmentos em relação às suas áreas originais, gerando o desequilíbrio dos ecossistemas florestais.

Neste sentido, recuperar ecossistemas degradados e possibilitar seu retorno ao estado anterior, por meio da sucessão vegetal, é um dos grandes desafios na atualidade. Logo, a produção de mudas de espécies nativas para a revegetação torna-se uma alternativa interessante, pois essa prática pode acelerar os processos de sucessão secundária e, conseqüentemente, reduzir o tempo de formação da vegetação.

A preocupação com técnicas e estimadores mais eficientes, que determinem as características de uma área tem sido alvo de estudos de diversas áreas do conhecimento. No Brasil, ainda são escassos os trabalhos que abordam as variáveis que caracterizam a qualidade fisiológica das sementes sobre o ponto de vista espacial, sendo ainda mais raro esse estudo, em áreas regeneradas.

Como as espécies arbóreas nativas, em grande maioria, são propagadas sexuadamente, e o sucesso na fase de formação das mudas depende do conhecimento sobre o processo germinativo de cada espécie e da qualidade fisiológica da semente utilizada, torna-se fundamental a realização de estudos que visem caracterizar a variabilidade espacial da qualidade fisiológica das sementes de *Joannesia princeps*, objetivando evitar a utilização de sementes de qualidade inadequada.

Segundo Popinigs (1985) a qualidade fisiológica das sementes é o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários da semente, responsáveis por sua capacidade de originar plântulas altamente produtivas.

Uma espécie arbórea potencial para utilização em programas de recuperação de áreas degradadas, podendo também ser utilizada para outros fins, como o madeireiro, celulose, industrial e produção de biodiesel, é a *Joannesia princeps* Vell., conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-ssu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo. Segundo Santos et. al (2009) o óleo que

é extraído das sementes de cutieira pode ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, sendo uma fonte de energia ecologicamente viável e renovável.

Baseado nestes fatos, neste trabalho, objetivou-se estudar a existência de dependência espacial das variáveis que caracterizam a qualidade fisiológica das sementes de *J. princeps*, para que se possa distinguir lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho após a semeadura e/ou durante o armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das sementes de *Joannesia princeps* foi realizada no Horto Municipal de Alegre, Espírito Santo, com sede localizada nas coordenadas 20°46'04.41" S e 41°32'59.59" O.

Na área foi construída uma malha de 40 pontos amostrais para coleta das sementes. As árvores, que correspondem aos pontos amostrais e das quais foram coletadas as sementes, individualmente, foram enumeradas de um a 40. O levantamento topográfico foi realizado com auxílio de um GPS geodésico de alta precisão e estação total. A coleta dos frutos foi realizada imediatamente após a maturação fisiológica e queda dos mesmos, que posteriormente foram colocados para secar sob temperatura ambiente e em estufa com circulação de ar regulada a 30 °C até o início da deiscência (BRASIL, 2009). As sementes foram extraídas com auxílio de um torno.

No Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo as sementes tiveram seus tegumentos trincados e foram submetidas ao tratamento de embebição com GA₃ (500 mg L⁻¹) durante 24 horas. A embebição foi realizada em câmaras tipo BOD com temperatura ajustada para 30 °C. Posteriormente, em casa de vegetação, procedeu-se a semeadura em sacos de polietileno preto, contendo aproximadamente 600 cm³ de substrato composto por terra+areia+compostagem na proporção de 1:1:1, respectivamente, cuja análise química encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do substrato

| pH | P | K | Na | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | t | T | V | m |
|------------------|---------------------|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|------------------------------------|------|------|------|-------|-----|
| H ₂ O | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | % | | |
| 6,05 | 7,27 | 175 | 4,0 | 1,55 | 0,8 | 0,0 | 0,83 | 2,81 | 2,81 | 3,64 | 77,31 | 0,0 |

Foram realizadas irrigações diárias pela manhã e à tarde, durante todo o período experimental, de acordo com as necessidades de culturas florestais. A verificação do número de sementes emersas foi feita diariamente até que se tornasse constante, e foi calculado o índice velocidade de emergência (IVE), de acordo com Maguirre (1962). No final foram avaliados: comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e das raízes (MFR e MSR) das plântulas normais (BRASIL, 2009). Para avaliação da massa seca, as plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo *Kraft* e mantidas em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura de 80 °C, durante 72 horas. As massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular foram determinadas em balança com precisão de 0,0001 g.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes/ponto amostrado. Com os dados obtidos realizou-se, primeiramente, uma análise descritiva com o objetivo de descrever as estatísticas que ajudam a identificar a tendência, a dispersão e a forma de distribuição dos dados.

A análise geoestatística foi realizada com os atributos que caracterizam a qualidade fisiológica das sementes para verificar o grau de dependência espacial, com pressuposição da hipótese da estacionaridade intrínseca (DAVID, 1977). A partir daí foram calculadas as semivariâncias para cada variável em estudo de acordo com a equação 1, possibilitando assim a elaboração dos semivariogramas.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que: $\hat{\gamma}(h)$ é a semivariância, $Z(x_i) - Z(x_i + h)$ são os pares de valores medidos separados por um vetor "h", $N(h)$ é o número de pares de valores $Z(x_i) - Z(x_i + h)$ separados por um vetor distância "h", informando quão

diferentes se tornam os valores em função da distância, x_i é uma posição espacial da variável “z” em estudo.

Para a modelagem do semivariograma e sua validação, foi empregada a ferramenta geoestatística utilizando o *software* GS⁺ (ROBERTSON, 1998). Os critérios para ajuste e seleção do melhor modelo foram o coeficiente de determinação (R^2), a soma de quadrados de resíduos (SQR) e o coeficiente de correlação da validação cruzada. A partir do semivariograma foram definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), correspondendo ao valor da interseção no eixo das semivariâncias; patamar (C_0+C), aproximadamente igual ao valor da variância dos dados; alcance (a), que representa a distância na qual o semivariograma atinge o valor do patamar e a distância de dependência espacial entre as amostras, conforme Vieira et al. (1983), e o índice de dependência espacial (IDE). O IDE foi calculado pela relação $[C/(C_0+C)]$, conforme critérios estabelecidos por Cambardella et al. (1994) que estabeleceu que a dependência espacial é forte se ($IDE \leq 0,25\%$); moderada ($25\% \geq IDE < 75\%$); e fraca ($IDE \geq 75\%$). Se constatada a presença de dependência espacial das variáveis, será realizada a interpolação pelo método de krigagem ordinária para estimar valores das variáveis em locais não medidos.

A análise estatística foi realizada por meio do *software* Statistica; as análises geoestatísticas e os métodos de interpolação foram realizados no *software* GS⁺ (ROBERTSON, 1998); e as imagens foram processadas no *software* ArcGis 10.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estatística descritiva dos dados para as variáveis estudadas, emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA); encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis estudadas de *Joannesia princeps*

| Variáveis | Principais Estatísticas | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|----------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | Média | s | s ² | Mínimo | Máximo | CV(%) | Cs | Ck |
| E | 70,6 | 10,74 | 115,32 | 49,0 | 91,0 | 15,21 | -0,22 | -0,85 |
| IVE | 11,21 | 1,48 | 2,19 | 7,6 | 13,55 | 13,20 | -0,27 | -0,15 |
| CR | 12,55 | 1,16 | 1,35 | 9,65 | 15,10 | 9,24 | -0,07 | 0,23 |
| DC | 0,92 | 0,05 | 0,0025 | 0,85 | 1,02 | 5,43 | 0,21 | -1,11 |
| CPA | 67,67 | 4,06 | 16,46 | 56,65 | 74,49 | 5,99 | -0,81 | 0,56 |
| MFSR | 3,55 | 4,50 | 20,23 | 1,51 | 23,17 | 126,7 | 3,48 | 11,51 |
| MFPA | 44,81 | 6,35 | 40,31 | 30,49 | 55,85 | 14,17 | -0,29 | -0,17 |
| MSSR | 0,327 | 0,07 | 0,0055 | 0,12 | 0,48 | 21,40 | -0,32 | 0,63 |
| MSPA | 5,10 | 1,00 | 1,00 | 2,07 | 6,80 | 19,6 | -0,84 | 1,33 |

Legenda: E = emergência; IVE = índice de velocidade de emergência; CR = comprimento da raiz; DC = diâmetro do coleto; CPA = comprimento da parte aérea; MFSR = massa fresca do sistema radicular; MFPA = massa fresca da parte aérea; MSSR = massa seca do sistema radicular; MSPA = massa seca da parte aérea; s = desvio padrão; s² = variância; CV = coeficiente de variação; Cs = coeficiente de assimetria; e Ck = coeficiente de curtose.

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que o desvio padrão (s) e a variância (s²) nos fornece uma ideia da existência de variabilidade das observações em torno da média aritmética. As variáveis que obtiveram os menores valores de desvio padrão foram o IVE, CR, DC, MSSR e MSPA (1,48; 1,16; 0,05; 0,07; e 1,0; respectivamente), enquanto o CPA, MFSR e MFPA assumiram valores médios sendo que a E apresentou o maior valor de desvio padrão (10,74) (Tabela 2), evidenciando alta dispersão dos dados coletados em relação à média. Esse comportamento pode ter ocorrido devido a erros na coleta e condução do experimento ou devido à alta variabilidade genética das espécies florestais nativas ainda não domesticadas (MONTANARI JÚNIOR, 2008).

Quanto ao coeficiente de variação (CV), que avalia a dispersão dos dados em torno da média (LANDIM, 2003), na Tabela 2, observa-se conforme classificação de Warrick e Nielsen (1980), que consideram baixos valores de CV < 12%; médios para 12% ≤ CV ≤ 60% e altos para CV > 60%, que as variáveis CR, DC, CPA; apresentaram-se dentro da faixa de baixos valores de CV, enquanto as variáveis E, IVE, MFPA, MSSR e MSPA; enquadram-se dentro da faixa de médios valores de CV. No entanto, para a variável MFSR, o CV atingiu o valor de 126,7% (Tabela 2), podendo ser classificado como alto valor de CV, o que sugere alta variabilidade dos dados amostrados.

Neste contexto, em relação ao coeficiente de assimetria (C_s) que refere-se ao afastamento da variável em relação a um valor central, pode-se observar que a distribuição foi positiva somente para a variável MFSR (3,48) (Tabela 2), devido a média ter sido maior que a mediana, caracterizando uma distribuição assimétrica a direita. No entanto, para as demais variáveis analisadas, o C_s assumiu valores negativos, caracterizando distribuição assimétrica para a esquerda, indicando maior concentração dos dados acima da média. Analisando os coeficientes de curtose (C_k) (Tabela 2), observa-se que as variáveis E, IVE, DC e MFPA; apresentam curtose do tipo platicúrtica, enquanto as variáveis CR, CPA, MFSR, MSSR e MSPA; assumem curtose do tipo leptocúrtica.

Os resultados da análise espacial para *Joannesia princeps*, segundo metodologia geoestatística, encontram-se na Tabela 3. Os parâmetros dos semivariogramas foram ajustados e escalonados pela variância dos dados.

Tabela 3. Parâmetros e modelos dos semivariogramas escalonados ajustados para as variáveis estudadas de *Joannesia princeps*

| Variáveis | Parâmetros e modelos dos semivariogramas | | | | | | |
|-----------|--|-------|---------|-------|-----------|---------|--------|
| | Modelo | C_0 | C_0+C | a (m) | R^2 (%) | IDE (%) | SQR |
| E | Esférico | 0,5 | 1,1 | 22,0 | 58,5 | 44,5 | 1551,0 |
| IVE | Gaussiano | 0,6 | 1,2 | 47,5 | 78,5 | 50,0 | 1,79 |
| CR | Esférico | 0,1 | 1,3 | 14,0 | 59,0 | 6,1 | 0,46 |
| DC | Gaussiano | 0,3 | 1,6 | 23,0 | 79,6 | 17,2 | 0,0 |
| CPA | EPP | 1,0 | 1,0 | - | - | - | - |
| MFSR | EPP | 1,0 | 1,0 | - | - | - | - |
| MFPA | Esférico | 0,002 | 1,5 | 16,0 | 98,2 | 0,1 | 54,6 |
| MSSR | Gaussiano | 0,6 | 1,3 | 47,0 | 83,4 | 43,4 | 0,0 |
| MSPA | Esférico | 0,3 | 1,2 | 29,0 | 60,8 | 26,2 | 0,24 |

Legenda: E = emergência; IVE = índice de velocidade de emergência; CR = comprimento da raiz; DC = diâmetro do colete; CPA = comprimento da parte aérea; MFSR = massa fresca do sistema radicular; MFPA = massa fresca da parte aérea; MSSR = massa seca do sistema radicular; MSPA = massa seca da parte aérea; EPP = efeito pepita puro; C_0 = efeito pepita; C_0+C = patamar; a = alcance; R^2 = coeficiente de determinação do modelo do semivariograma; IDE = índice de dependência espacial (C/ C_0+C); R^2 (VC) = coeficiente de determinação da validação cruzada.

De acordo com a Tabela 3, observou-se que 33,33% das variáveis ajustaram-se ao modelo gaussiano; 44,44% ao modelo esférico e 22,22% das

variáveis não obtiveram ajuste a nenhum modelo com a malha amostral adotada no experimento. O CPA e a MFSR apresentaram ausência de dependência espacial, ou seja, efeito pepita puro (EPP), para distâncias maiores que a menor amostragem, mostrando que as amostras são independentes. Isso sugere que a diferença entre os valores das amostras acontecem por acaso, não mostrando dependência espacial, podendo usar o valor da média para representá-los.

Os alcances de dependência espacial das variáveis E, CR, DC, MFPA e MSPA são de 20,0; 14,0; 23,0; 16,0 e 29,0 m (Tabela 3); respectivamente, indicando padrão espacial próximo. Neste sentido, o IVE e a MSSR, possuem padrão espacial similares, com alcances de 47,5 e 47,0 m (Tabela 3), respectivamente. Corá et al. (2004) relataram que os valores de alcance influenciam na qualidade das estimativas, uma vez que ele determina o número de vizinhos usados na interpolação. Desta forma, as estimativas feitas com interpolação por krigagem ordinária utilizando valores de alcances maiores tendem a ser mais confiáveis, apresentando mapas que representam melhor a realidade.

Os semivariogramas para as variáveis (E, IVE, CR, DC, CPA, MFSR, MFPA, MSSR e MSPA) que caracterizam a qualidade fisiológica das sementes de *Joannesia princeps* estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

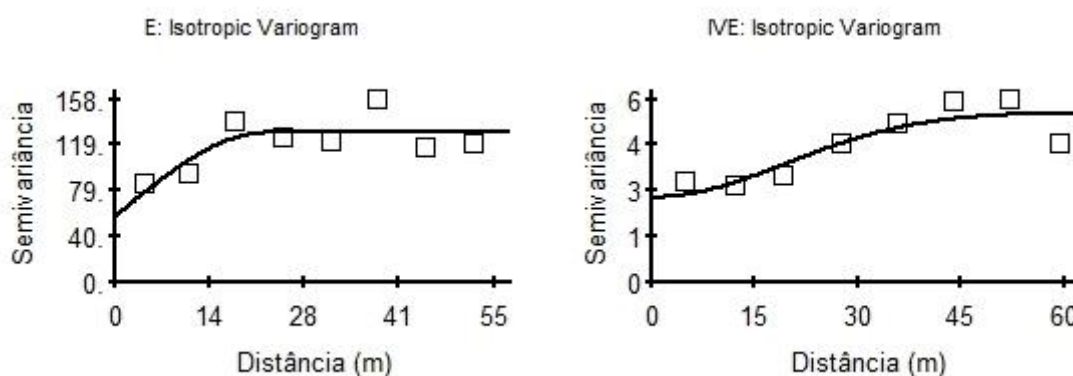


Figura 1. Semivariogramas para as variáveis emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), nos quais o eixo x corresponde a distância, em metros, e no eixo y estão os valores das semivarâncias (%²).

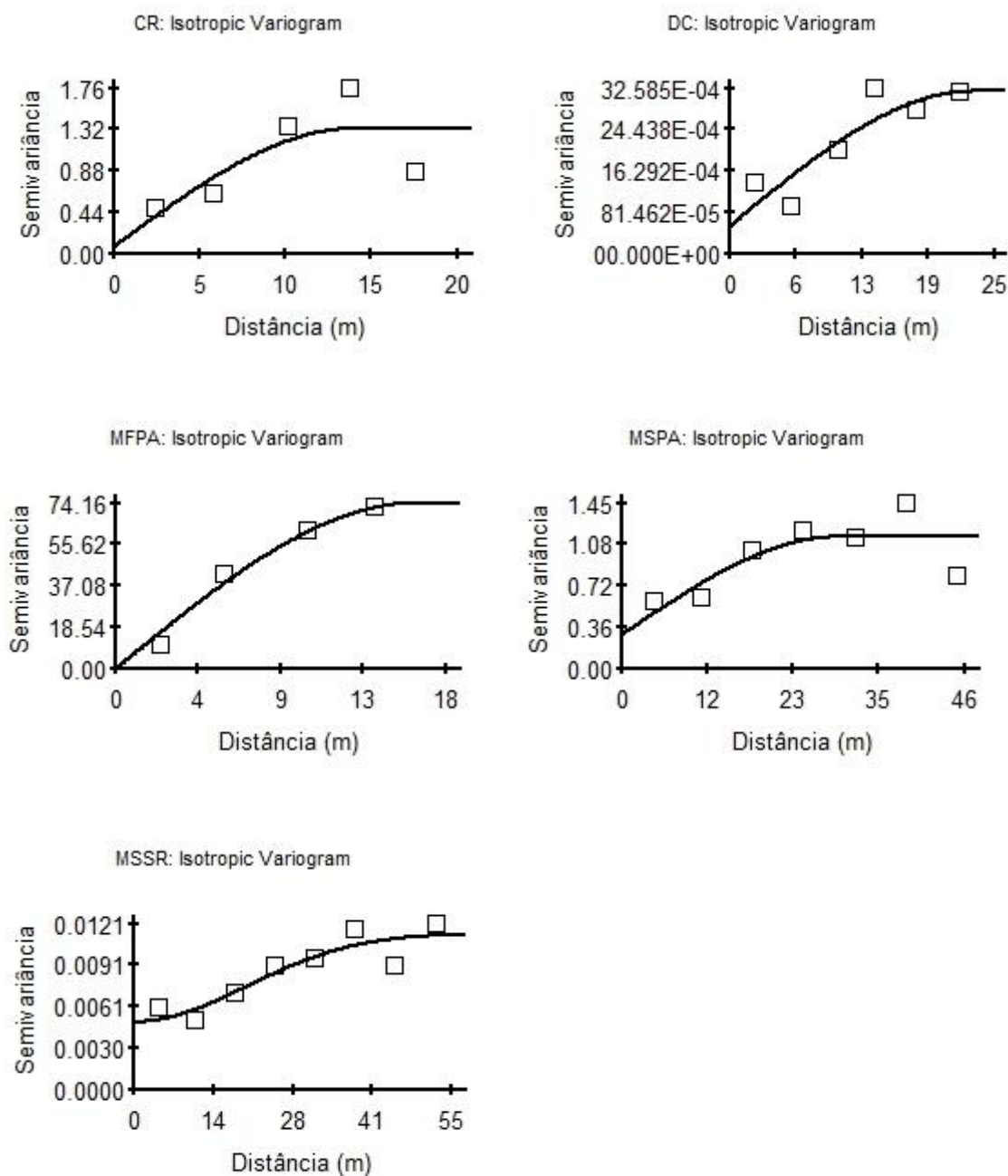


Figura 2. Semivariogramas para as variáveis comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR), nos quais o eixo x corresponde a distância, em metros, e no eixo y estão os valores das semivariâncias (%²).

O índice de dependência espacial (IDE) apresentou-se forte para variáveis CR, DC e MFPA (6,1; 17,2 e 0,1; respectivamente) (Tabela 3) e moderado para E, IVE, MSSR e MSPA. O coeficiente de determinação múltipla (R^2) variou de 58,5% para E a 98,2% para MFPA (Tabela 3), todos acima de

50%, sugerindo uma estimativa de valores com maior confiabilidade pelo método de interpolação da krigagem ordinária, devido a continuidade espacial (AZEVEDO, 2004).

Após a definição dos modelos e parâmetros dos semivariogramas, realizou-se a interpolação por meio de krigagem ordinária para construção dos mapas temáticos de: emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA); encontram-se nas Figuras 3 a 9.

Observa-se na Figura 3 que os maiores valores de emergência (E) foram obtidos na região Leste da área de estudo, apresentando valores entre 81 e 91%, localizada entre as latitudes 7701430 e 7701460 m; e os menores valores de E estão na região Oeste do mapa com valores de 49 a 60%. Quanto ao IVE, os menores valores são encontrados na parte superior Norte da área de estudo, com valores entre 5,75 e 8,00 (Figura 4). No entanto, a maior proporção do mapa tem valor de IVE entre 10,01 e 12,00 (Figura 4). Os maiores valores estão distribuídos de forma irregular com concentrações em alguns pontos da área.

De acordo com a Figura 5 o CR médio possui valores entre 12,01 e 14,00 cm, estando distribuído por toda área do mapa. Todavia, a maior concentração de pontos, porém isolados, com maiores valores de CR foram obtidos na parte central da área estudada. Quanto ao padrão de distribuição da variável DC, observa-se na Figura 6 que valores entre 0,91 e 0,95 mm podem ser encontrados em toda extensão da área. No entanto, valores entre 0,96 e 1,00 mm são encontrados na região centro Leste e Norte do mapa.

Observa-se na Figura 7 que os valores médios para a MSSR em quase toda extensão da área estão entre 0,34 e 0,44 g. No entanto, na região central há uma concentração de valores da MSSR entre 0,23 e 0,33 g (Figura 7). Ainda, na parte superior Leste, pode-se encontrar valores da MSSR entre 0,45 e 0,55 g (Figura 7).

A massa fresca da parte aérea (Figura 8) possui valores entre 40,01 e 50,00 g em toda área de estudo. No entanto, pode-se encontrar valores de

MSPA variando entre 50,01 e 60,00 g em pontos isolados na região central Leste, superior Leste e Sul da área estudada. A variável MSPA possui valores entre 4,51 e 6,00 g (Figura 9) em quase toda extensão do mapa. Todavia, na região central Oeste da área os valores estão entre 3,01 e 4,50 g (Figura 9) e na região Sul do mapa há uma maior concentração dos valores da MSPA entre 6,01 e 7,50 g (Figura 9), podendo estes valores ser encontrados em pontos isolados na região central Leste e superior Leste da área.

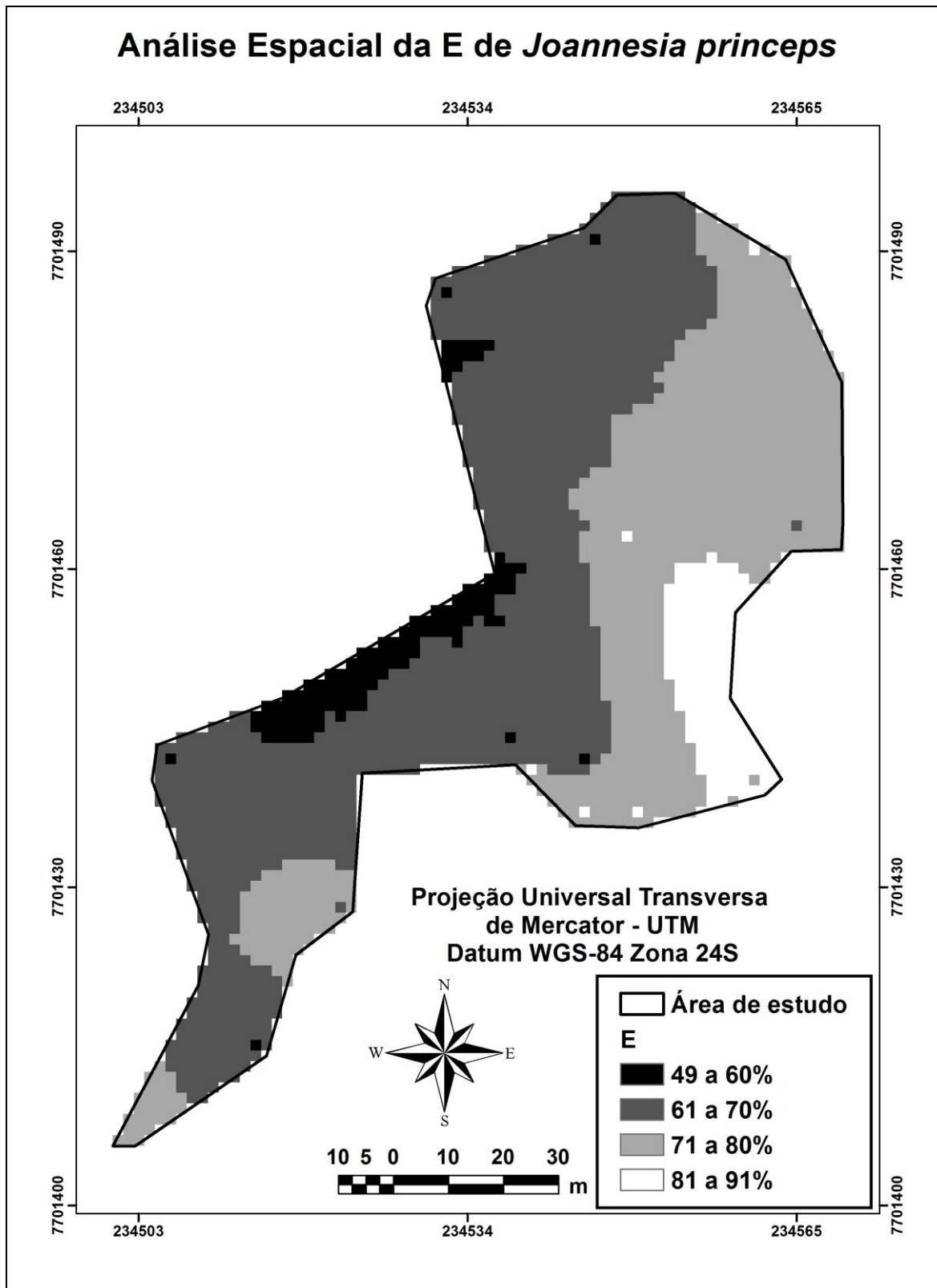


Figura 3. Mapa temático da variável emergência (E) das plântulas de *Joannesia princeps*.

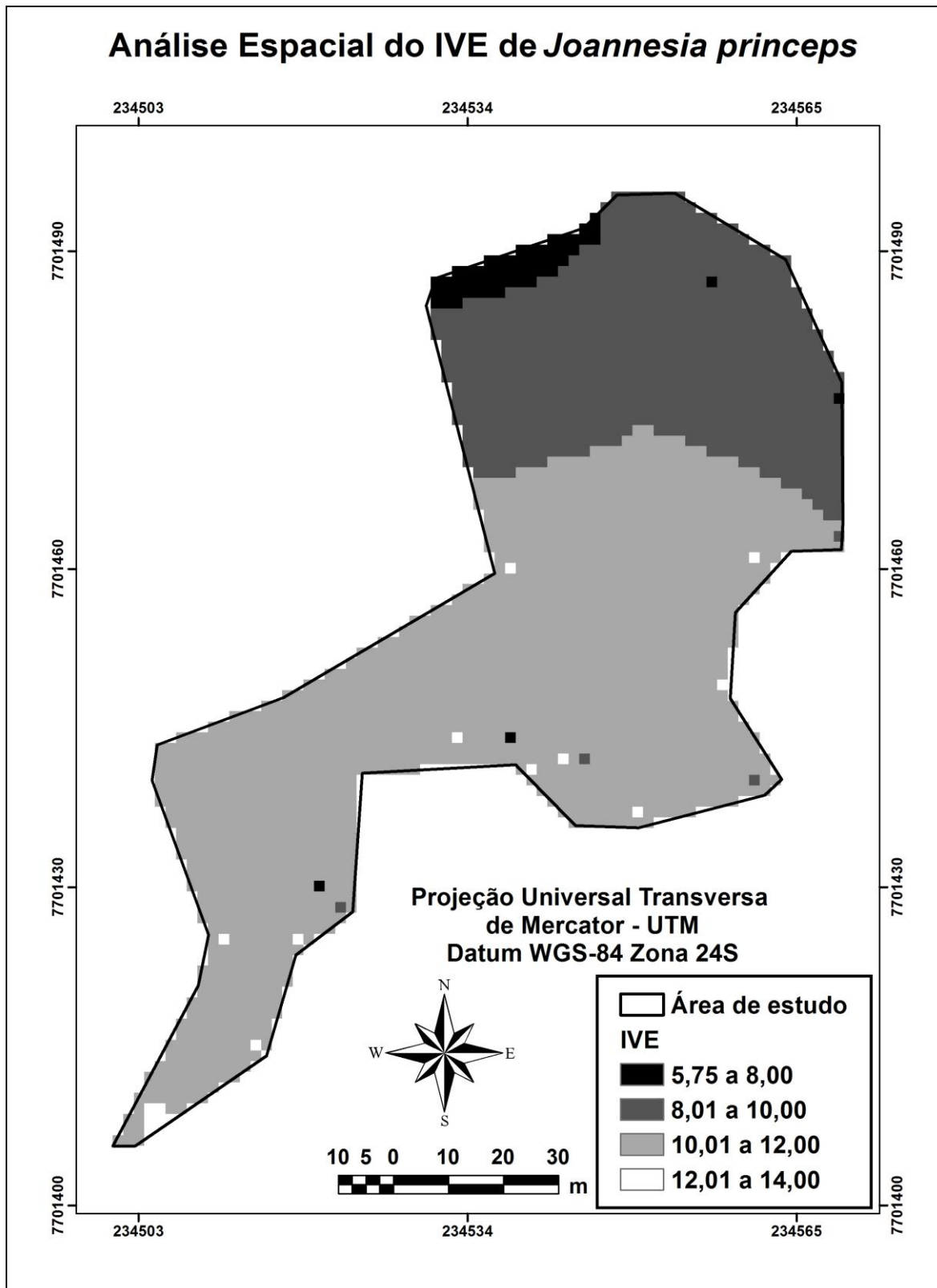


Figura 4. Mapa temático da variável índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de *Joannesia princeps*.

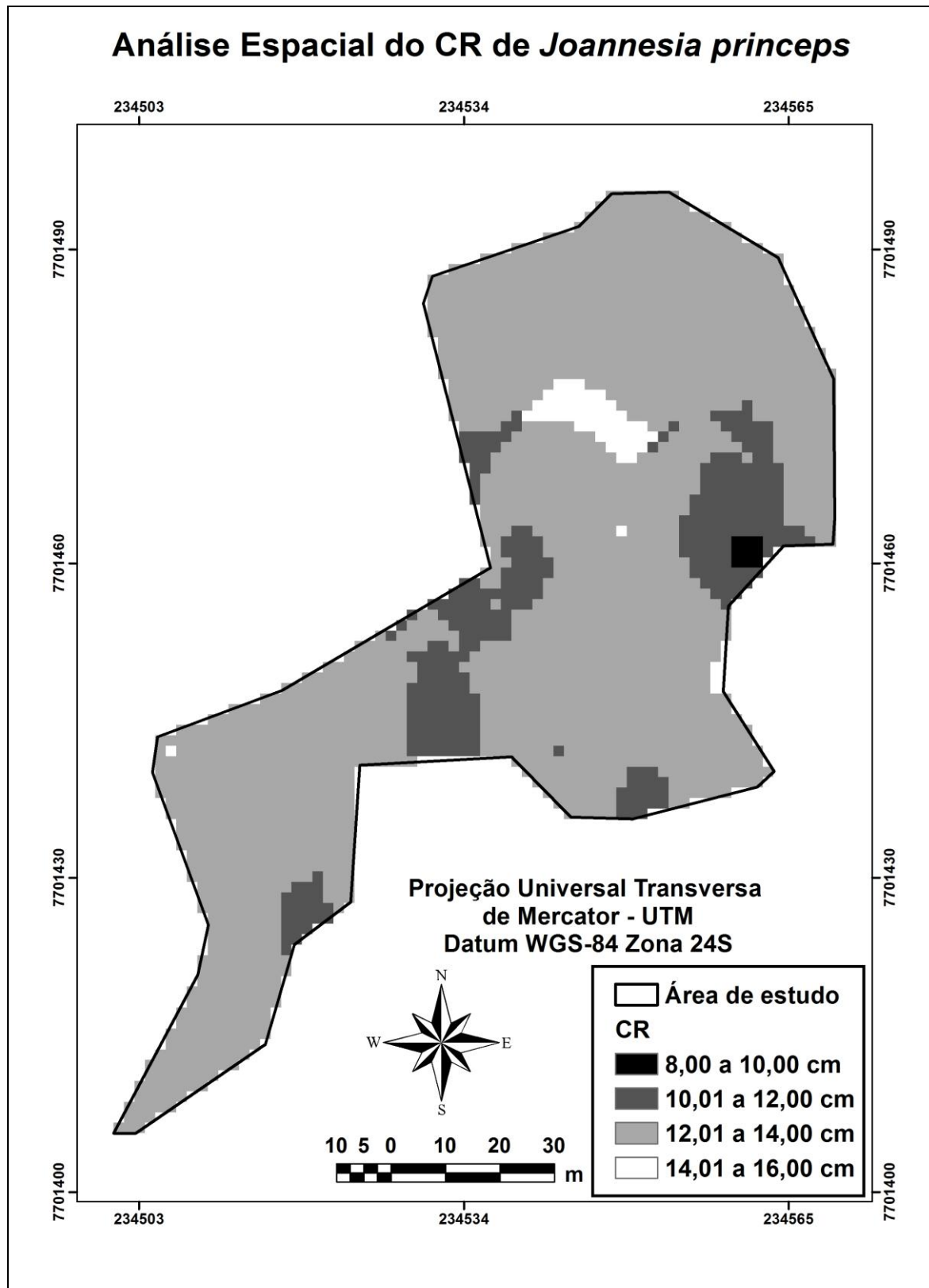


Figura 5. Mapa temático da variável comprimento da raiz (CR) das mudas de *Joannesia princeps*.

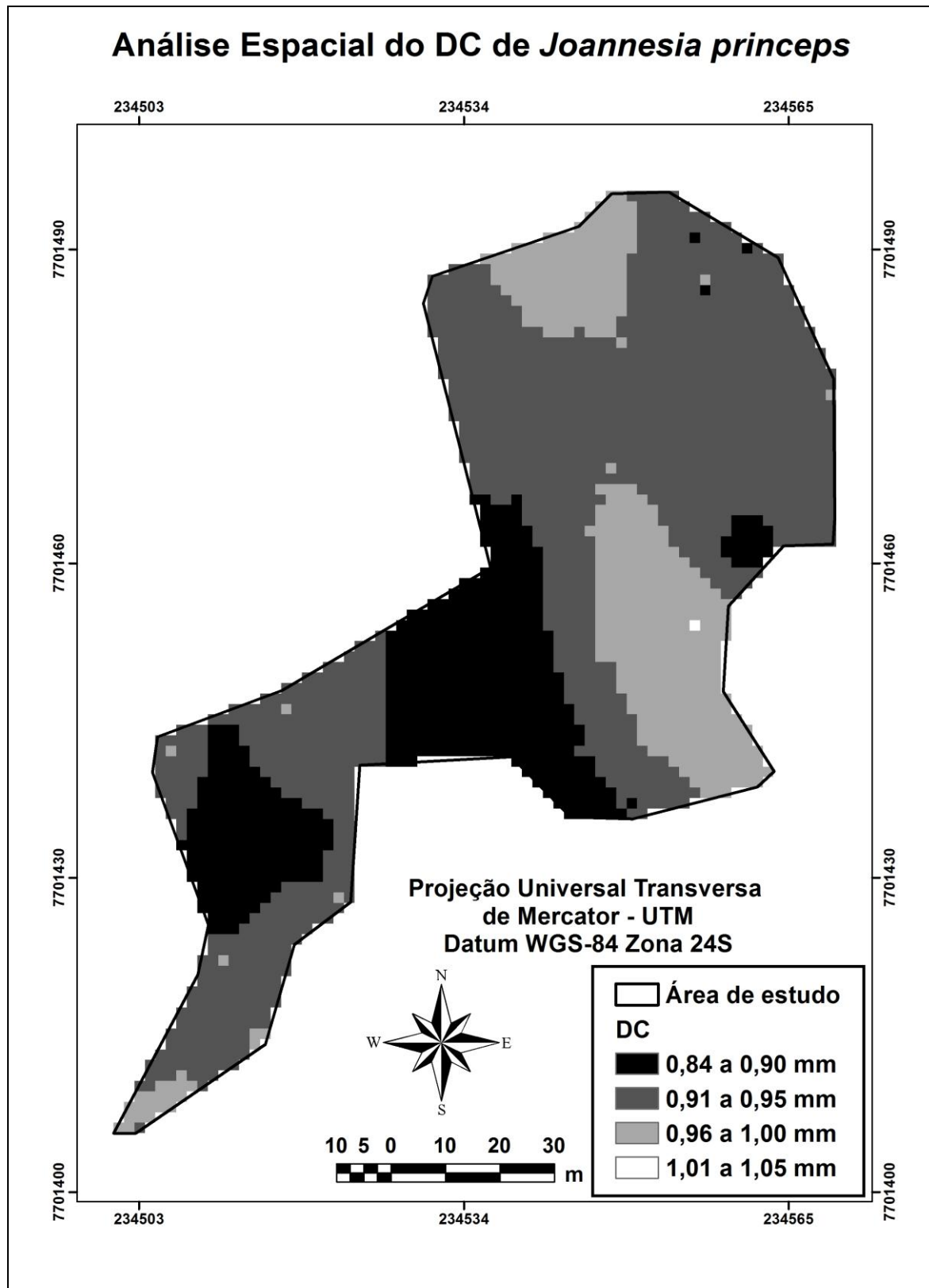


Figura 6. Mapa temático da variável diâmetro do coletor (DC) das mudas de *Joannesia princeps*.

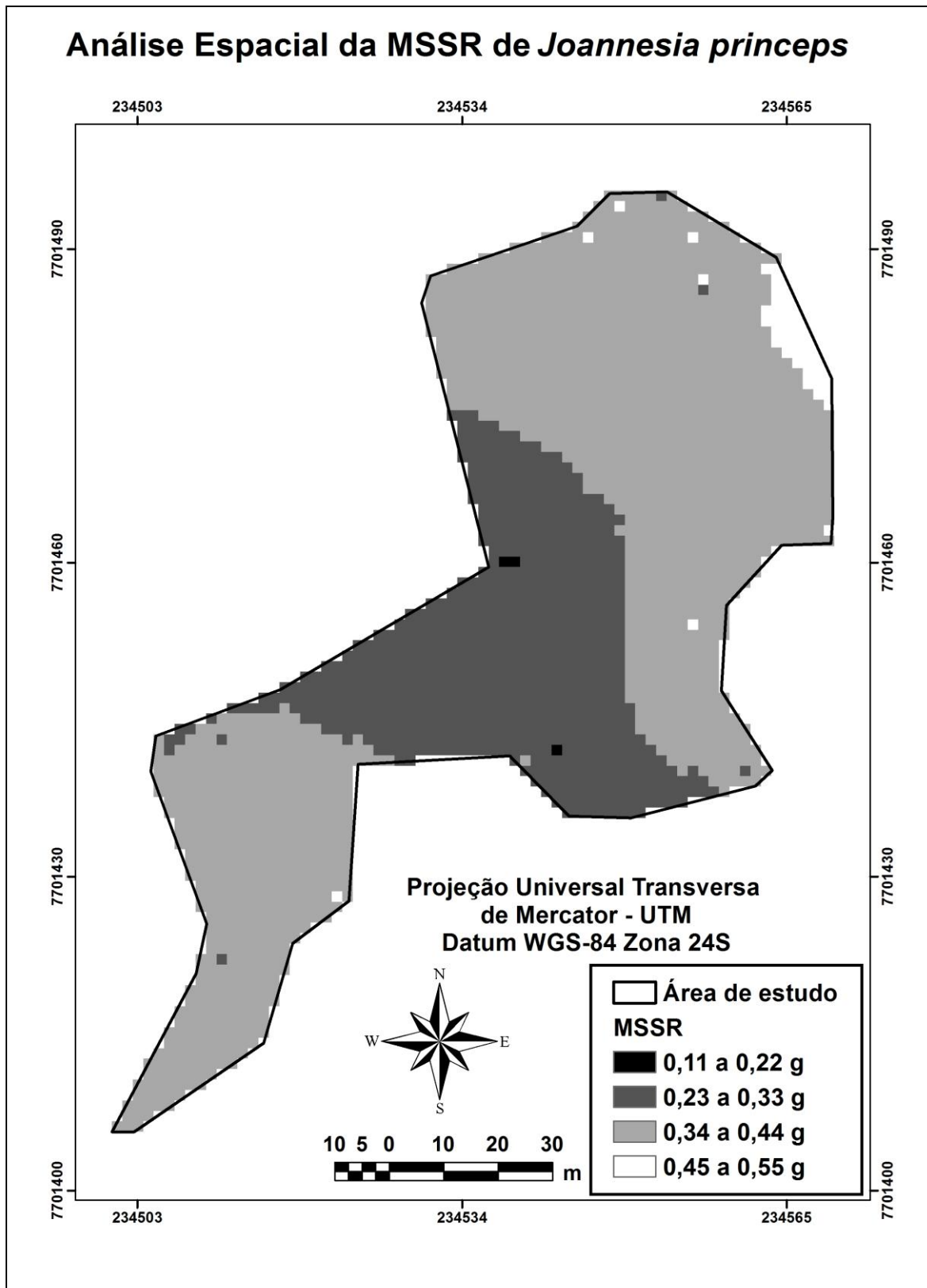


Figura 7. Mapa temático da variável massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de *Joannesia princeps*.

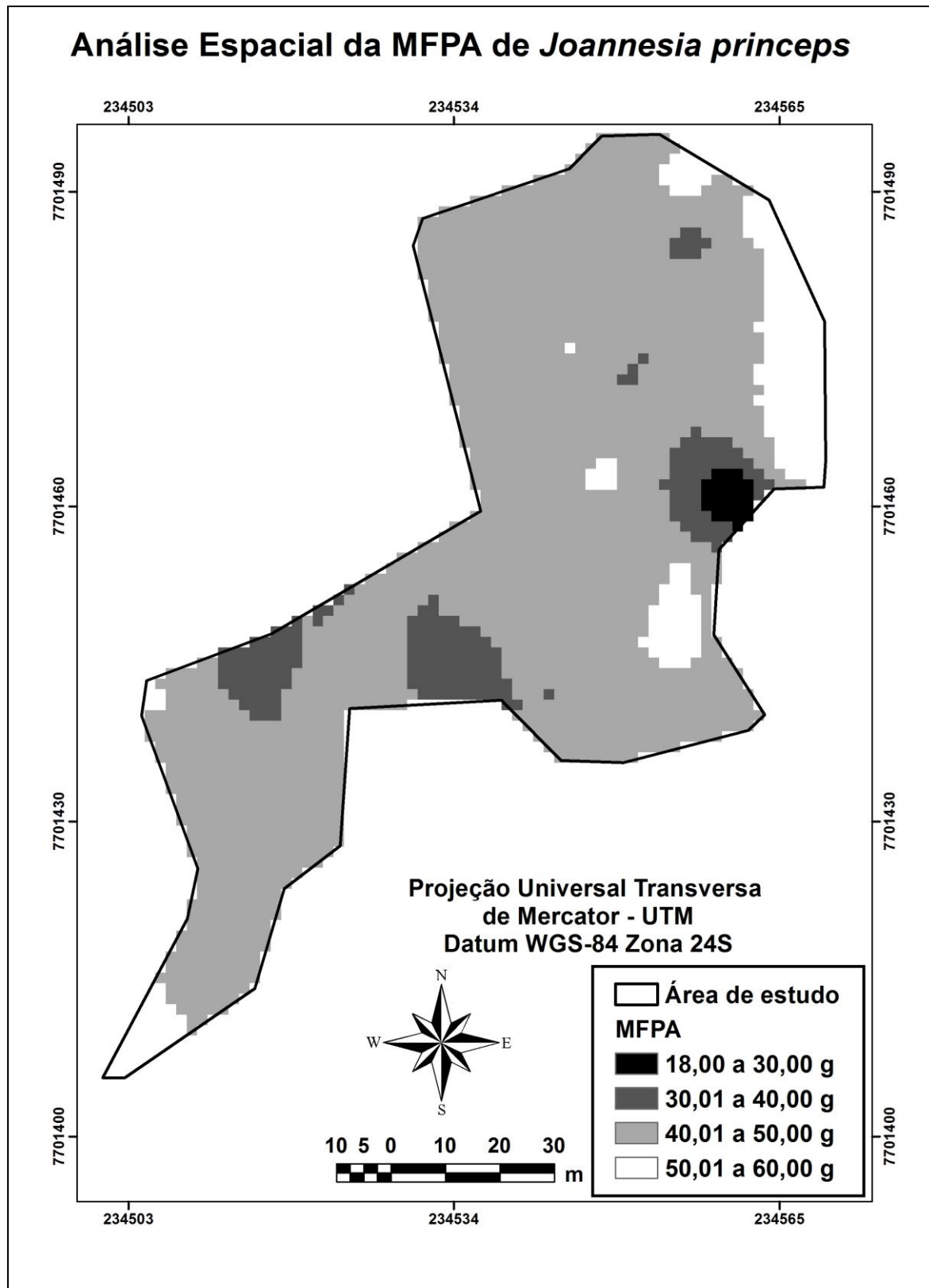


Figura 8. Mapa temático da variável massa fresca da parte aérea (MFPA) das mudas de *Joannesia princeps*.

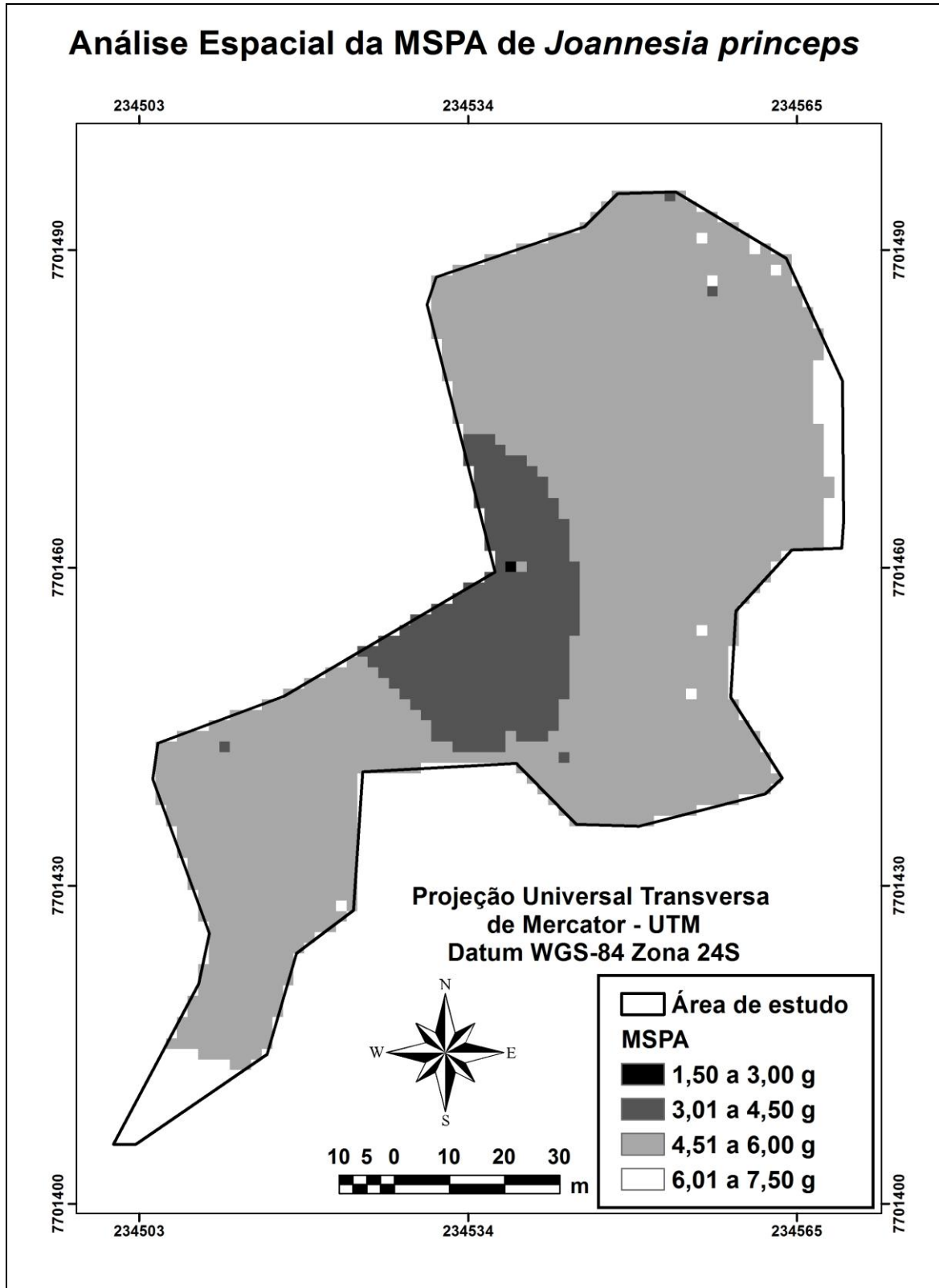


Figura 9. Mapa temático da variável massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas de *Joannesia princeps*.

4. CONCLUSÕES

A análise da distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps*, na área estudada, pode ser utilizada como uma ferramenta para definição da região de coleta de sementes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho após a semeadura e/ou durante o armazenamento, visando à produção de mudas de qualidade.

Com exceção do comprimento da parte aérea (CPA) e da massa fresca do sistema radicular (MFSR), verificou-se dependência espacial para as demais variáveis estudadas: emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA); com alcance variando de 14,0 a 47,5 m, sendo o menor alcance para o CR e o maior alcance e IDE para o IVE.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 2, p. 1501-1511. 1994.

DAVID, M. **Geoestatistical ore reserve estimation**. New York, Elsevier Scientific, 1977. 364p.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2.ed. São Paulo. UNESP, 2003. 253 p.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2. n. 1, 176-177 p. 1962.

MONTANARI JÚNIOR, I. **Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas**. Campinas: CPQBA-UNICAMP. 2002. 7 p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289 p.

ROBERTSON, G.P. GS⁺: **Geostatistics for the environmental sciences-GS⁺ user's Guide**. Plainwell, Gamma Design Software, 1998. 152 p.

SANTOS, R. B. dos.; SOUZA, T. S. da.; LACERDA JUNIOR, V.; CASTRO, E. V. R. Síntese e estudo do biodiesel do óleo da cutieira (*Joannesia princeps*). Vitória, ES. 2009. Disponível em:< <http://pt.scribd.com/doc/22582236/Analise-de-Biodiesel>>. Acesso em: 1 Set. 2011.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. H.; SCHAEFER, C .E .G .R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1-54, 2000.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, T. L.; NIELSEN, D. R. et al. Geoestatistical theory and application on variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v. 51, p. 1-75, 1983.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: ILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic, p. 319-344.1980.