



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE
DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**



JULIELEN ZANETTI BRANDANI

**ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Genipa americana*
L. (RUBIACEAE)**

DOURADOS

2015

JULIELEN ZANETTI BRANDANI

**ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Genipa americana*
L. (RUBIACEAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Biologia Geral – Bioprospecção, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dr^a Rosilda Mara Mussury Franco Silva
Coorientadora: Dr^a Silvana de Paula Quintão Scalon

DOURADOS

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B817a Brandani, Julielen Zanetti.

Aspectos da germinação e crescimento inicial de *Genipa americana* L. (RUBIACEAE). / Julielen Zanetti Brandani. – Dourados, MS: UFGD, 2015.

58f.

Orientadora: Prof. Dra. Rosilda Mara Mussury Franco Silva.

Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Mudas. 2. Sementes. 3. Submersão. 4. Sombreamento. 5. Anatomia. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

"ASPECTOS DE GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Genipa americana* L.
(RUBIACEAE)".

POR

JULIELEN ZANETTI BRANDANI

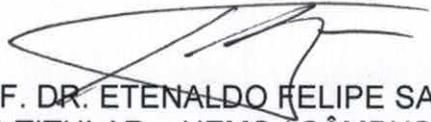
DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO "BIOPROSPECÇÃO".



PROF^a. DR^a. ROSILDA MARA MUSSURY FRANCO SILVA
ORIENTADORA – UFGD



DR^a. DAIANE MUGNOL DRESCH
MEMBRO TITULAR – UFGD



PROF. DR. ETENALDO FELIPE SANTIAGO
MEMBRO TITULAR – UEMS / CÂMPUS DOURADOS



PROF^a. DR^a. GLAUCIA ALMEIDA DE MORAIS
MEMBRO TITULAR / CÂMPUS IVINHEMA

Aprovada em 04 de setembro de 2015.

*Dedico este trabalho a minha **família**, que sempre foi a minha força e motivação.*

Aos meus pais, Lúcia e Milton, pela vida, pelo amor infinito e por se desdobrarem para que nós pudéssemos ter a herança mais preciosa que os pais podem deixar aos filhos: Educação!

Aos meus irmãos Jéssica, Jeniffer e Vini por sempre estarem ao meu lado e serem meus melhores amigos.

Ao Lucas, meu companheiro e amor, por me esperar por horas dentro do carro enquanto conversava com minha orientadora, por ir a campo comigo, por contar sementes, por ser compreensivo com minhas ausências, enfim, obrigada por Tudo, sou muito feliz ao seu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o maior Mestre que tenho, pois sem ele nada seria possível!

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção pelo apoio acadêmico e oportunidades oferecidas pelo curso.

À FUNDECT/CAPES pela bolsa de estudos fornecida em grande parte deste trabalho.

À minha orientadora Dra. Rosilda Mara Mussury, que mesmo não me conhecendo me proporcionou a oportunidade de fazer parte do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção. Obrigada pelos ensinamentos, pela paciência, pelos puxões de orelha, pelo suporte científico e principalmente pela sua amizade.

À professora Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon pela coorientação e à Dra. Daiane Mugnol Dresch pela ajuda estatística.

Às técnicas de laboratório Juliana, Livia e Fabiana pela ajuda de sempre. À Suzana e Elda pela ajuda com as lâminas anatômicas.

Ao Paulo Henrique, secretário do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção, que não mede esforços para nos ajudar.

Aos amigos Mário Junglos e Fernanda Junglos pela ajuda incansável, pelos trabalhos feitos e pela prontidão de sempre. À amiga Rosalia Azambuja por me receber em sua casa e ser minha única companhia no primeiro ano de Mestrado.

A todos os professores e colegas de curso, que me ajudaram direta e indiretamente, em especial aos colegas Marciane, Jucilene, Simone, Leandro, Vinícius e Tobias pela parceria.

*Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades, pois
as grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível. (Charles Chaplin)*

RESUMO

Muitos esforços têm sido feitos para aumentar a diversidade da flora tropical, entretanto muitas vezes estes esforços são dificultados pelo conhecimento limitado da biologia básica de espécies vegetais. Uma espécie que merece atenção é *Genipa americana* L., pois é distribuída por todo o Brasil e pode se desenvolver tanto em áreas secas quanto em áreas alagadas, sendo mais comumente encontrada em matas ciliares, compostas por vegetações secundárias sujeitas a alagamentos temporários. Diante destas informações, buscou-se avaliar a germinação de sementes de *Genipa americana* L. provenientes de duas populações de dois municípios (Dourados e Antônio João) submetendo-as a diferentes tempos e ambientes de submersão em água (laboratório e córrego). Além disso, avaliou-se o efeito da luminosidade no crescimento inicial e na anatomia foliar dessa espécie. Os tempos de submersão das sementes em água foram 0 (controle), 16, 32, 64 e 128 dias em condições de laboratório e córrego. Os níveis de sombreamento em que as mudas foram submetidas foram 0, 30, 50 e 70%, avaliados até 260 dias de idade. Verificou-se que a submersão das sementes não influenciou a germinação, pois esta foi superior a 80%, entretanto, o crescimento das plântulas oriundas das sementes submersas foi afetado na maioria das variáveis analisadas para as diferentes populações e ambientes em que as sementes foram submetidas. Para luminosidade, pode-se constatar que as mudas de *G. americana* apresentaram alta taxa de sobrevivência em todos os níveis de sombreamento, tolerando condições de pleno sol e sombreamento a que foram expostas, porém apresentaram melhor crescimento em ambientes sombreados. Para a anatomia não houve diferença entre os tratamentos de sombreamento e as folhas desta espécie apresentaram caracteres comuns para a família Rubiaceae. Conclui-se que *G. americana* é uma espécie com plasticidade fenotípica, pois suas sementes toleram submersão em água e suas mudas toleram vários níveis condições de sombreamento.

Palavras-chave: Mudas, sementes, submersão, sombreamento, anatomia.

ABSTRACT

Many efforts have been made to increase the diversity of tropical flora. These efforts are often hampered by limited knowledge of the basic biology of plant species. *Genipa americana* L. is a species that needs to be studied, because it is distributed throughout Brazil, it can develop in both dry and wetland areas, but is most commonly found in riparian forests, composed of secondary vegetation subject to temporary flooding. The germination of *G. americana* seeds from two populations of two municipalities (Dourados and Antônio João) was studied, subjecting them to different times and environments of submersion in water (laboratory and stream). In addition, the effect of lightness on initial growth and leaf anatomy of this species was evaluated. Seed submersion times in water were 0 (control), 16, 32, 64 and 128 days in laboratory and stream conditions. The shade levels in which the seedlings were submitted were 0, 30, 50 and 70%, evaluated up to 260 days of age. It was verified that the submersion of the seeds did not influence the germination, because this was superior to 80%, however, the growth of the seedlings from the submerged seeds was affected in the majority of the analyzed variables for the different populations and environments in which the seeds were submitted. For luminosity, it is possible to observe that *G. americana* seedlings showed a high survival rate at all shade levels, tolerating full sun and shade conditions to which they were exposed, but showed better growth in shaded environments. For the anatomy there was no difference between the treatments of shading and the leaves of this species presented common characters for the family Rubiaceae. It is concluded that *G. americana* is a species with phenotypic plasticity, because its seeds tolerate submersion in water and its seedlings tolerate several levels shading conditions.

Keywords: seedlings, seeds, submersion, shading, anatomy.

ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Genipa americana</i> L. (RUBIACEAE)	
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
1.1. Matas ciliares.....	2
1.2. Germinação após períodos de submersão.....	3
1.3. Luminosidade.....	4
1.4. Descrição da espécie.....	5
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo geral.....	6
3.2. Objetivos específicos.....	6
4. REFERÊNCIAS	6
ARTIGO I	
5. Sementes de <i>Genipa americana</i> L. (RUBIACEAE) são tolerantes a submersão em água?	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1. Experimento I.....	15
2.2. Experimento II.....	15
2.3. Parâmetros avaliados.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1. Experimento I.....	16
3.2. Experimento II.....	22
4. CONCLUSÃO.....	28
5. REFERÊNCIAS.....	28

ARTIGO II	
6. Efeito do sombreamento no crescimento inicial e na anatomia foliar de <i>Genipa americana</i> L. (RUBIACEAE)	34
1.INTRODUÇÃO.....	35
2.MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4. AGRADECIMENTOS.....	49
5. REFERÊNCIAS.....	50
7. CONCLUSÃO GERAL.....	57

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os ecossistemas florestais exercem função ambiental e social, pois abrigam grande diversidade, propiciando a conservação de espécies, manutenção do fluxo gênico e dos processos evolutivos. Além disso, protegem espécies medicinais e o solo, regulam o clima, fornecendo alimento e recursos florestais ao homem, entre outros benefícios (AVILA et al., 2013).

Segundo Lewinsohn & Prado (2000), o Brasil contém em torno de 14% de toda a biota mundial e 18,3% das cerca de 430.000 espécies de Angiospermas catalogadas no mundo. No entanto, ao mesmo tempo em que se identifica a relevante importância das florestas, também se observa um processo adiantado de alteração e degradação, e conseqüentemente presença de paisagens fragmentadas, biodiversidade reduzida e risco de extinção local de espécies (KAGEYAMA et al., 2003; AVILA et al., 2013). Devido a estas práticas de degradação, têm-se observado uma crescente conscientização ambiental, seguida de um aumento do interesse em pesquisas com espécies arbóreas nativas, objetivando a recuperação de áreas degradadas e/ou recomposição da vegetação (ARAÚJO NETO et al., 2003). O custo de tais ações torna-se elevado diante da necessidade de replantio decorrente dos altos índices de mortalidade das mudas. Em alguns casos, isso ocorre devido à falta de conhecimento dos aspectos ecofisiológicos de sementes e mudas das espécies utilizadas (CARVALHO FILHO et al., 2003).

Assim, o conhecimento sobre a influência de fatores ambientais no comportamento de espécies vegetais é necessário, sobretudo no que diz respeito à germinação de sementes, crescimento inicial de plantas e produção de mudas, para que ações de restauração tenham resultados satisfatórios (ALMEIDA et al., 2004). O alagamento de sementes e o efeito da luminosidade sobre o crescimento inicial de plantas são exemplos desses fatores.

Processos fisiológicos que caracterizam a germinação podem ser impedidos ou podem impor a dormência às sementes de muitas espécies por causa da restrição ao oxigênio durante o período de inundação. Além disso, outros efeitos prejudiciais à germinação das sementes e desenvolvimento de plântulas são provocados pela inundação do solo (KOZLOWSKI, 1997).

A radiação solar é fundamental como fonte essencial e direta de energia, para o desenvolvimento de todos os vegetais. Por isso, o estudo da luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial das espécies arbóreas em programas de revegetação, sendo um dos

fatores críticos para o desenvolvimento de mudas em viveiro (ATROCH et al., 2001; ALMEIDA et al., 2004).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Matas ciliares

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo uma das regiões de maior biodiversidade do planeta. Compreende um mosaico de tipos de vegetação, enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo sujo, Campo limpo e Campo rupestre) (BRASIL, 2009).

Dentro das formações florestais estão as matas ciliares, que se caracterizam por apresentarem vegetação florestal e/ou arbustiva que acompanha o curso dos rios de médio e grande porte (LACERDA & FIGUEIREDO, 2009). Estas matas englobam cerca de 89% das famílias, 62% dos gêneros e 33% do número total de espécies de fanerógamas conhecidas para todas as formações do Cerrado. Isso evidencia a extraordinária riqueza dessas formações florestais ribeirinhas, tendo em vista a pequena extensão de área do bioma ocupado por elas, cerca de 5% (FELFILLI et al., 2001).

Além disso, essas formações vegetais desempenham importantes funções ambientais, dentre as quais se destacam a manutenção da estabilidade geológica, evitando o assoreamento de cursos de água; a manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade, por meio da filtragem de poluentes; a conservação da biodiversidade e o fluxo gênico da fauna e da flora, pois funcionam como corredores ecológicos, abrigo e fonte de alimentos para a fauna (BARRELA et al., 2000; FONSECA et al., 2001).

As matas ciliares frequentemente sofrem com a ocorrência de alagamentos do solo, o que diminui drasticamente a disponibilidade de oxigênio, altera processos de decomposição e fertilidade do solo, além de provocar mudanças no microclima. Tais modificações podem levar a seleção de espécies vegetais aptas a responder com eficiência a estas alterações, especialmente quanto à quantidade de oxigênio no solo (MEDRI et al. 2002). Assim, as matas ciliares constituem um mosaico de condições ecológicas distintas, cada qual com suas particularidades fisionômicas, florísticas e/ou estruturais, podendo apresentar maior heterogeneidade espacial e temporal que áreas não ribeirinhas (BIANCHINI et al., 2001).

Apesar da relevância e das particularidades dessas áreas, se observa um processo adiantado de alteração e degradação em função do desenvolvimento econômico desordenado, que tem mudado drasticamente as estruturas e funcionalidades das matas ciliares. Estas vêm sofrendo forte pressão em razão do ambiente onde ocorrem ser mais plano e fértil e, frequentemente, adequado para as práticas agrícolas (BERG & OLIVEIRA FILHO, 2000; REIS et al., 2010).

O impacto alarmante desse desenvolvimento está sinalizando a necessidade de conciliar as áreas produtivas com áreas de conservação. Deste modo, têm-se observado uma crescente conscientização ambiental, seguida de um aumento do interesse em pesquisas com espécies arbóreas nativas, objetivando a restauração de áreas degradadas e/ou recomposição da vegetação (ARAÚJO NETO et al., 2003; REIS et al., 2010).

Uma das principais medidas que tem sido apontada para a conservação da natureza é a restauração das matas ciliares, entretanto esse processo tem alto custo financeiro e exige estudos a fim de se evitarem possíveis erros que podem levar ao fracasso do plantio e ao prejuízo econômico (RODRIGUES et al., 2007; DARONCO et al., 2012).

2.2 Germinação após períodos de submersão

O fenômeno fisiológico da germinação inicia-se com a entrada da água na semente, a embebição, e termina com o início do alongamento do eixo embrionário, usualmente, a radícula. Durante essa etapa, ocorrem processos como a hidratação de proteínas, mudanças estruturais subcelulares, aumento da respiração, síntese de macromoléculas e alongamento celular. Ao considerar o mosaico ambiental característico das matas ciliares, com gradientes de umidade, temperatura e luminosidade percebe-se a importância da variação isolada e conjunta de todos esses fatores e seu papel na gama de estratégias de germinação, apresentadas por suas espécies (SOUZA-SILVA et al., 2001).

Entre os agentes perturbadores que atuam nas matas ciliares, a inundação é um fator importante que influencia na composição, estrutura e distribuição de espécies. Este fator provoca grandes alterações na capacidade do solo suportar o crescimento das plantas, como diminuição ou ausência de oxigênio, acúmulo de CO₂ e formação de compostos tóxicos (KOZLOWSKI, 1997). Com a frequente inundação ocorrendo nesses ecossistemas, frutos e sementes podem ser dispersos na água ou em solos hidricamente saturados.

A capacidade de sementes germinarem submersas em água é bastante variável. *Himatanthus sucuuba* (Spruce) Woodson, espécie que ocorre na Amazônia, é capaz de germinar e produzir plântulas enquanto estão submersas na água (FERREIRA et al., 2007), enquanto sementes de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC não germinam sob anoxia ou quando estão completamente submersas, mas quando permanecem flutuando na água atingem máxima germinação (KOLB & JOLY, 2010).

A hipoxia ou anoxia, induzida pela inundação, é o principal fator para a ausência de germinação em muitas sementes submersas. A diminuição da quantidade de oxigênio disponível para a semente nessas condições reduz os processos metabólicos envolvidos no processo germinativo (FERREIRA & RIBEIRO, 2001).

Espécies que toleram o estresse hídrico desenvolveram uma variedade de estratégias que as capacitaram a ocupar áreas sujeitas ao alagamento do solo. Deste modo, sinalizam potencial para tolerarem a baixa concentração de oxigênio, típica das áreas alagadas e, por conseguinte, exibem características adequadas para revegetar/restaurar ambientes submetidos a alagamentos (COSTA et al., 2006; GONÇALVES et al., 2013).

As plantas que vivem ao longo das margens dos rios e em áreas sujeitas a alagamentos são potencialmente importantes para a restauração dessas áreas. Deste modo, o conhecimento das respostas da germinação de suas sementes durante e após períodos de alagamento são relevantes (KESTRING et al., 2009).

2.3 Luminosidade

A luminosidade é a fonte primária de energia para a fotossíntese, sendo um dos principais fatores que influenciam no crescimento das espécies vegetais. A habilidade de algumas espécies em manter populações de plântulas e plantas jovens em ambientes sombreados está associada à capacidade destas de incrementar a sobrevivência sob baixas irradiâncias, ou seja, tolerar o sombreamento (WALTERS & REICH, 1999; UCHIDA & CAMPOS, 2000).

O conhecimento sobre o ajuste das espécies arbóreas à disponibilidade de luz é importante, no sentido de contribuir para o desenvolvimento de técnicas de plantio e de manejo de mudas dessas espécies (LIMA et al., 2010).

A maior ou menor plasticidade adaptativa das espécies às diferentes condições de radiação solar depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, de modo a garantir maior

eficiência na conversão da energia radiante em carboidratos e, conseqüentemente, maior crescimento (CAMPOS & UCHIDA, 2002).

Várias características constituem parâmetros para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa. Estudos sobre esse crescimento, por meio do controle da radiação incidente com uso de telas redutoras, têm sido feitos para o conhecimento da resposta de diversas espécies submetidas a diferentes condições de luminosidade (SILVA et al., 2007; AGUIAR et al., 2011). Essas modificações nos níveis de luminosidade a que uma espécie está adaptada pode acarretar diferentes respostas em suas características fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento. Assim, a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de ajuste das plantas às condições de intensidade luminosa do ambiente (ATROCH et al., 2001).

2.4 Descrição da espécie

Genipa americana L., conhecida popularmente como jenipapo ou jenipapeiro, pertence à família Rubiaceae, que segundo Souza & Lorenzi (2005) possui mais de 500 gêneros e aproximadamente 9000 espécies. É uma das maiores famílias de Angiospermas e uma das principais da flora brasileira, de grande importância social e econômica, pois o café, uma das bebidas mais consumidas mundialmente, encontra-se nela (ERBANO & DUARTE, 2010).

A espécie possui ampla distribuição pelas regiões tropicais úmidas e subtropicais da América Latina, que vão desde o México até a Argentina (ANDRADE et al., 2000; CARVALHO, 2008). No Brasil, ocorre do Amapá aos estados do sul (CARVALHO, 2008).

Possui porte arbóreo, com características de planta semi-heliófita que tolera baixas intensidades de sombreamento quando jovem, semidecídua e seletiva higrófito. Sua ocorrência é rara em florestas primárias, entretanto comum em áreas com florestas de vegetação secundária de várzeas situadas em locais temporário ou permanentemente inundados. É encontrada com frequência em matas ciliares e também nas partes secas (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2008).

O jenipapeiro possui pequeno ou médio porte, podendo apresentar de 8 a 30 metros de altura e diâmetro do tronco entre 20 e 60 centímetros. Seu tronco é geralmente reto e apresenta casca lisa; suas folhas são simples, opostas, de cor verde-escura; seus frutos possuem forma ovoide e produzem grande quantidade de sementes (CARVALHO, 2008).

Seus frutos são comestíveis e muito apreciados; quando verdes podem ser usados como corante e fornecem suco de cor azulada que é muito consumido. Após a maturação, fornece polpa comestível aproveitada *in natura* e na forma de doces. O suco fermentado pode ser transformado em vinho e licor (LORENZI, 2008).

A árvore é sensível ao fogo e muito útil para plantios mistos em áreas brejosas e degradadas, de preservação permanente, visto fornecer abundante alimentação para a fauna em geral (LORENZI, 2008).

A grande exploração da espécie, tanto pelas características madeireiras quanto por seu fruto que possui vários atributos medicinais, alimentícios e cosméticos, tem gerado uma ação extrativista sem nenhum cuidado de preservação e conhecimento da espécie (SANTOS et al., 2011).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar aspectos da germinação e do crescimento inicial de *Genipa americana* L. em diferentes condições.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a germinação das sementes de *G. americana* de diferentes procedências e sujeitas a diferentes tempos e ambientes de submersão em água;
- Analisar o efeito da luminosidade no crescimento inicial e na anatomia foliar de *G. americana*.

4. REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASCHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 58, p. 729-734, 2011.

ALMEIDA, L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v. 34, p. 83-88, 2004.

ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 609-615, 2000.

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

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 853-862, 2001.

AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; GASPARIN, E.; LONGHI, S. J. Mecanismos de regeneração natural em remanescente florestal de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Cerne**, v. 19, n. 4, p. 621-628, 2013.

BARRELA, W.; PETRERE J. R., M.; SMITH, W. S. E.; MONTAG, L. F. A. **As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo. 2000. p. 187-207.

BERG, E. & OLIVEIRA FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira Botânica**, v. 23, p. 231-253, 2000.

BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Spatial and Temporal Variation in the Canopy Cover in a Tropical Semi-Deciduous Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, p. 269-276, 2001.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado – PPCerrado. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/ppcerrado_consultapublica_182.pdf>.

Acesso em: 04 dez. 2014.

CAMPOS, M. A. A. & UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 281-288, 2002.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, p. 109-118, 2003.

CARVALHO P. E. R. 2008. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 3, p. 297-303.

COSTA, A. M.; GOBBI, E. L.; DEMUNER, V. G.; HEBLING S. A. O efeito da inundação do solo sobre o crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell) S.F Blake, guapuruvu. **Natureza online**, v. 4, p. 7-13, 2006.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, v. 36, p. 291-299, 2012.

ERBANO, M. & DUARTE, M. R. Morfoanatomia de folha e caule de *Genipa americana* L., Rubiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 825-832, 2010.

FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W.; SOUSA-SILVA, J. C. 2001. **Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria**. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds), Cerrado - Caracterização e recuperação de Matas de Galeria, vol. 1, Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 779-811.

FERREIRA, C. S.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; PAROLIN, P. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sucuuba*: Effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, p. 477–483, 2007.

FERREIRA, J. N. & RIBEIRO, J. F. **Ecologia da inundação em Matas de Galeria**. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C (Eds), Cerrado - Caracterização e recuperação de Matas de Galeria, v. 1, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, p. 425-451.

FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. F.; SOUZA, C. C.; REZENDE, R. P.; BALBINO, V. K. **Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no Distrito Federal e Entorno**. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Org.). Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de Galeria. 1 ed. Vol.1. Brasília: Embrapa Cerrados, 2001, p. 815-870.

GONÇALVES, J. F. C.; MELO, E. G. F.; FERREIRA, M. J.; SILVA, C. E. M.; GOMES, I. B. Crescimento, partição de biomassa e fotossíntese em plantas jovens de *Genipa spruceana* submetidas ao alagamento. **Cerne**, v. 19, p. 193-200, 2013.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. **Biodiversidade e restauração da floresta tropical**. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. Botucatu, SP, 2003, p. 29-48.

KESTRING, D.; KLEIN, J.; MENEZES, L. C. C. R.; ROSSI, M. N. Imbibition phases and germination response of *Mimosa bimucronata* (Fabaceae: Mimosoideae) to water submersion. **Aquatic Botany**, v. 91, p. 105–109, 2009.

KOLB, R. M. & JOLY, C. A. Germination and anaerobic metabolism of seeds of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC subjected to flooding and anoxia. **Flora**, v. 205, p. 112–117, 2010.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, n. 1, p. 1-29, 1997.

LACERDA, D. M. A. & FIGUEIREDO, P. S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no Município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 295-304, 2009.

LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Relatório final. Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais e Instituto de Biologia. Unicamp, Campinas, SP, 2000. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sbf/chm/relpub.html>.

LIMA, M. A. O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, v. 38, p. 527-534, 2010.

LORENZI H. 2008. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1. 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S.; MÜLLER, C. **Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi**. In: Medri, M. E.; Bianchini, E.; Shibatta, O. A.; Pimenta, J. A. (Eds.). A bacia do Rio Tibagi. Edição dos editores, Londrina, BR, 2002, p. 133-172.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, v. 67, p. 244-250, 2010.

RODRIGUES, E. R.; CULLEN JR, L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para a recuperação de Reserva Legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, v. 31, p. 941-948, 2007.

SANTOS, A. R. F.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Restrição hídrica em sementes de Jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Árvore**, v. 35, p. 213-220, 2011.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, p. 1019-1026, 2007.

SOUZA-SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ANTUNES, N. B. **Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria**. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds), Cerrado - Caracterização e recuperação de Matas de Galeria, vol. 1, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, p. 379-422.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. 2005. **Botânica sistemática**. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

UCHIDA, T. & CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de camuru (*Dipteryx odorata* (AUBL.) Willd. – Fabaceae), cultivadas em viveiro. **Acta Amazonica**, v. 30, p. 107-114, 2000.

WALTERS, M. B. & REICH, P. B. Low-light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? **New Phytologist**, v. 143, p. 143-154, 1999.

5. ARTIGO 1

SEMENTES DE *Genipa americana* L. (RUBIACEAE) SÃO TOLERANTES A SUBMERSÃO EM ÁGUA?

Julielen Zanetti Brandani¹; Rosilda Mara Mussury², Silvana de Paula Quintão Scalon³

¹Mestre em Biologia Geral/Bioprospecção – UFGD; ²Docente da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – UFGD; ³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias – UFGD.

RESUMO: O conhecimento das respostas de germinação das sementes de plantas que vivem ao longo das margens dos rios ou em áreas propensas a inundações é relevante, sobretudo, para a adoção de práticas de restauração nestas áreas. Considerando que a maturação dos frutos de *Genipa americana* ocorre na época de chuvas, quando estas áreas estão inundadas, algumas questões foram levantadas: a germinação de sementes desta espécie é afetada pela submersão em água? Condições de submersão e diferentes procedências afetam a resposta germinativa? Dessa forma, sementes de *G. americana* foram submersas em água por diferentes períodos (dias) avaliando-se as respostas germinativas, de crescimento e massa das plântulas considerando-se diferentes ambientes experimentais (laboratório e córrego) e diferentes populações (Dourados e Antônio João). A submersão influenciou a germinação das sementes, entretanto esta foi superior a 80%. Já o crescimento das plântulas foi prejudicado na maioria das variáveis analisadas para as diferentes populações das sementes.

Palavras-chave: Germinação, populações, plasticidade fenotípica, hipoxia, anoxia.

ABSTRAT: Knowledge of germination responses of plant seeds that live along the banks of rivers or in areas prone to flooding is relevant mainly to the adoption of restoration practices in these areas. Whereas the maturation of *Genipa americana* fruit occurs during the rainy season, when these areas are flooded, some questions were raised: the germination of seeds of this species is affected by submersion in water? Conditions of submersion and different sources affect the germinative response? Thus, *G. americana* seeds were submerged in water for different periods (days) evaluating the germ responses, growth and mass seedling considering different experimental environments (laboratory and stream) and different populations (Dourados and Antônio João). Submerging influence the germination of seeds, however this was more than 80%. The growth of seedling was affected most of the variables for different populations of seeds.

Key words: Germination, populations, phenotypic plasticity, hypoxia, anoxia

1 INTRODUÇÃO

O indiscutível valor ecológico das florestas ciliares e da paisagem circundante tem justificado os esforços na conservação e no exercício de práticas de restauração. (BUIJSE et al., 2002; GLENZ et al., 2006). Intervenções nestas áreas são dificultadas pelo conhecimento limitado da biologia básica de espécies vegetais, especialmente quando se trata dos condicionantes ambientais para a germinação (LUCAS et al., 2012), destacando-se os efeitos prejudiciais à germinação das sementes e desenvolvimento de plântulas são provocados pelo alagamento do solo (KOZLOWSKI, 1997).

Muitas plantas de espécies arbóreas crescem naturalmente em ambientes sujeitos ao alagamento podendo tirar proveito da água na dispersão de sementes (hidrocoria) estabelecendo suas populações em manchas adequadas longe das plantas matrizes (KESTRING et al, 2009). Existem também sementes de algumas espécies que necessitam permanecer em condições de alagamento para quebrar sua dormência (KOZLOWSKI, 1997; LUCAS et al., 2012).

Por outro lado, as plantas que toleram inundações periódicas devem regularmente ajustar seu metabolismo e ciclo de vida, por meio de respostas plásticas modificando processos fisiológicos e/ou morfológicos de forma a tolerar as condições hipóxicas ou até mesmo anóxicas impostas pelo alagamento, o que requer a existência de genótipo adaptado (KOZLOWSKI, 1997; DAT et al., 2000).

O genótipo adaptado implica na presença de genes ou conjuntos gênicos (genes co-adaptados) que quando expressos resultam em caracteres com valor adaptativo (LYNN & WALDREN, 2002) aumentando as chances de sobrevivência do organismo frente aos condicionantes ambientais, estes quando geradores de estresse ativam genes específicos os genes estresse induzidos.

Por força dos processos de seleção, genótipos adaptados a determinado condicionante ambiental podem surgir em grupos sem parentesco filogenético, ou serem restritos às famílias ou gêneros ou mesmo estarem limitados às populações (DAWS et al., 2004; GIVNISH, 2010; LAMARCA et al., 2011; MATTANA et al., 2012; SANTIAGO et al., 2015), o que implica na necessidade de estudos em diferentes níveis para o melhor entendimento da plasticidade das respostas.

Informações sobre a tolerância de sementes após submersão são ainda insuficientes, sobretudo, para as espécies arbóreas tropicais. O conhecimento das respostas de germinação das sementes de plantas que vivem ao longo das margens dos rios ou em áreas propensas a inundações é relevante, pois estas plantas podem ser potencialmente importantes para restaurar este tipo de habitat (KESTRING et al, 2009).

Neste sentido figura *Genipa americana* L. uma espécie arbórea, da família Rubiaceae, conhecida popularmente como jenipapeiro. Possui grande importância ecológica e econômica, pois seus frutos, além de serem altamente atrativos para a fauna, são consumidos *in natura* ou utilizados para a produção de doces, bolos, compotas, geléias e licores. Esta espécie é distribuída por todo o Brasil, podendo assim ocupar vários tipos de biomas, entretanto, é encontrada com mais frequência em áreas com florestas abertas e de vegetação secundária de várzeas situadas em locais temporariamente ou permanentemente inundados, sendo recomendada para recompor vegetações de áreas de mata ciliar (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2008).

Diante destas informações, algumas hipóteses foram levantadas: a germinação de sementes de *G. americana* é afetada pela submersão em água? Condições de submersão e diferentes procedências afetam a resposta germinativa? Deste modo, avaliou-se a resposta germinativa de sementes de *G. americana* L. visando discutir a plasticidade de respostas associadas às populações de plantas e ambientes de submersão das sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Genipa americana* L. foram coletados, em estágio final de maturação, de árvores adultas, em novembro de 2013, nos municípios de Dourados (DD) (22°13'18.54" S e 54°48'23.09" O - altitude de 400 metros) e Antônio João (AJ) (22°11'27.81" S e 55°56'52.48" O - altitude de 681 metros), Mato Grosso do Sul, Brasil. Estes distam entre si cerca de 150 km, ambos estão sob influência da Bacia do Rio Paraguai e Bacia do Rio Paraná e pertencem ao bioma Cerrado, sendo que o município de Dourados também possui fragmentos de Mata Atlântica.

De cada localização, tratadas aqui como populações DD e AJ, frutos maduros intactos foram coletados manualmente de 5 a 7 matrizes diferentes. Em dezembro do mesmo ano, extraiu-se a polpa dos frutos com as sementes, sendo essa polpa passada em peneira de malha

fina na presença de água corrente para facilitar a extração das sementes. Estas foram selecionadas quanto à integridade e padronizadas quanto ao tamanho e coloração. Após o processamento, as sementes foram submetidas à assepsia com solução de hipoclorito de sódio a 3% por 5 minutos e lavadas em água corrente por 3 minutos para evitar a proliferação de fungos.

2.1 Experimento 1

As sementes de *G. americana* provenientes da população DD foram submetidas a diferentes ambientes de submersão: laboratório (LAB) e córrego (COR).

Em condição de laboratório foram utilizados cinco béqueres de 1000 mL, contendo 500 mL de água destilada cada. Em cada béquer colocaram-se 225 sementes, sendo estas submersas em água por 16 (T16), 32 (T32) e 64 (T64) dias, além do tratamento controle (T0) sem submersão.

Para exposição às condições naturais, cinco “trouxas” de tecido tipo Voal, contendo 225 sementes cada, foram depositadas em uma caixa feita com tela Sombrite® e madeira. Esta caixa ficou submersa no Córrego do Zezão (22°15'55.4" S e 53°52'45.6" O), município de Ivinhema, MS, pelos mesmos períodos mencionados para a condição de laboratório (16, 32 e 64 dias).

2.2 Experimento 2

As sementes de *G. americana* provenientes de ambas populações (DD e AJ) foram colocadas separadamente em béqueres de 1000 mL contendo 500 mL de água destilada. Dentro dos béqueres, 225 sementes de cada localidade foram submetidas a diferentes períodos de submersão: 0 (T0), 16 (T16), 32 (T32), 64 (T64) e 128 (T128) dias.

2.3. Parâmetros avaliados

Teor de Oxigênio – Em ambos os experimentos, o oxigênio dissolvido foi avaliado ao final de cada período de submersão por meio de um analisador de qualidade de água de

multiparâmetros HI 9828 (Hanna Instruments, Woonsocket, the USA) e os resultados expressos em mg/L.

Germinação - As sementes retiradas da submersão foram separadas em três repetições por tratamento e dispostas em papel Germitest[®], acondicionados em sacos plásticos transparentes na forma de rolos e mantidos em germinador tipo BOD regulado a temperatura constante de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas por 30 dias.

A cada dois dias, a partir do início de cada teste de germinação, avaliou-se o número de sementes germinadas, considerando-se como germinadas as sementes que apresentavam raiz primária com comprimento igual ou superior a 2,0 mm. Ao final dos períodos de germinação calculou-se a porcentagem de germinação (%G), o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), o tempo médio de germinação (TMG) (EDMOND & DRAPALA, 1958) e a frequência relativa de germinação.

Após 40 dias de semeadura, 30 plântulas de cada tratamento foram mensuradas com paquímetro digital de 150 mm (Starret[®]), sendo avaliado o diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA). Em balança digital analítica (Bel Engineering[®]) aferiu-se a massa fresca e seca de raiz e da parte aérea, para que fossem determinadas as massas fresca e seca totais (MFT e MST).

Análise estatística - O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial, sendo 2 (ambientes) x 4 (tempos de submersão) para o experimento 1 e 2 (populações) x 5 (tempos de submersão) para o experimento 2, com 3 repetições de 75 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os tempos de submersão foram avaliados por análise de regressão polinomial, considerando os coeficientes de regressão superiores a 50%, sendo as médias de ambiente de submersão ou procedência comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento 1

O teor de oxigênio dissolvido declinou em condições laboratoriais (LAB) atingindo 0,05 mg/L aos 64 dias de submersão, enquanto para o córrego (COR) o valor mínimo

observado foi de 3,86 mg/L, sendo estas condições consideradas anoxia e hipoxia, respectivamente (Figura 1).

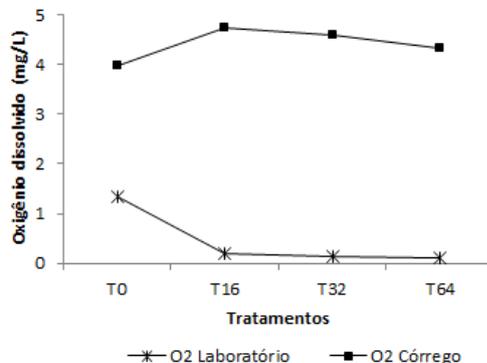


Figura 1 – Teor de oxigênio dissolvido na água (mg/L) ao final de cada período de submersão das sementes de *Genipa americana* L. em laboratório e no córrego.

Figure 1 - Dissolved oxygen content in water (mg/L) after each submersion period of the *Genipa americana* L. seeds in laboratory and in the stream.

As características avaliadas foram influenciadas pela interação entre os ambientes e os tempos de submersão, exceto para porcentagem de germinação (Tabela 1).

TABELA 1. Quadrado Médio do Resíduo referente à análise de variância para índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), porcentagem de germinação (%G), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), diâmetro do colo (DC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) em função do ambiente de submersão das sementes (A) e o tempo de submersão (T).

TABLE 1. Residual Mean Square in the analysis of variance for germination rate index (IVG), germination mean time (TMG), germination percentage (%G), root length (CR), shoot length (CPA), stem diameter (DC), total fresh mass (MFT) and total dry mass (MST) in function to environment submergence of the seeds (A) and time of submersion (T).

CV	IVG	TMG	%G	CR	CPA	DC	MFT	MSF
Ambiente	0,07 ^{ns}	1,04 ^{ns}	101,68 ^{ns}	682,88*	120,24*	0,08*	0,0003 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Tempo	13,63*	20,29*	411,85*	1084,31*	473,82*	0,22*	0,0015*	0,000054*
A x T	4,68*	3,49*	127,74 ^{ns}	344,45*	281,78*	0,06*	0,0009*	0,000039*
C.V (%)	10,29	5,05	10,36	6,41	4,44	3,82	6,25	7,83

(*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e (^{ns}) não significativo pela análise de variância; CV = Coeficiente de variação.

No presente estudo, a quantidade de oxigênio disponível antes da germinação não influenciou os resultados germinativos observados, uma vez que, embora as concentrações de O₂ nos ambientes LAB e COR tenham sido distintas, as médias de IVG, TMG e %G não

variaram entre os ambientes. Por outro lado, o tempo de submersão influenciou as médias para estas variáveis.

Os altos percentuais germinativos (sempre superiores a 80%) sugerem pouca influência dos baixos teores de O₂ sobre a germinação das sementes. O menor valor de %G foi observado quando as sementes foram submersas por 64 dias (81,76%) (Figura 2A).

A germinação depende de energia metabólica e a troca de gases, de maneira geral, é tratada como elemento importante no processo germinativo, de tal modo que a redução de oxigênio e o aumento de gás carbônico reduzem a germinação na maioria das espécies (BEWLEY, 1997; BONACIN et al., 2006), entretanto, essa influência negativa não foi percebida para as sementes de *G. americana*.

Durante o período de pré-embebição a atividade metabólica das sementes é normalmente basal o que implica em baixa atividade respiratória. Nas sementes ortodoxas, a embebição é acompanhada pelo aumento da atividade respiratória o que permite estabelecer, em linhas gerais, correlação entre germinabilidade e consumo de oxigênio (BEWLEY & BLACK, 1982; WALTERS, 2015). Entretanto, a respiração das sementes durante a embebição não constitui parâmetro seguro, por exemplo, para comparar respostas ao estresse, uma vez que nem sempre correspondem aos percentuais germinativos encontrados (PATANÈ & AVOLA, 2012), o que pode justificar o comportamento das sementes de *G. americana*.

As sementes do tratamento controle apresentaram os maiores valores para IVG nas duas condições de submersão (8,5), observando-se a tendência de queda dos valores com o aumento do período de submersão (Figura 2B), Já para a variável TMG a tendência foi contrária, sendo observado aos 64 dias o maior valor para LAB e COR (14 e 13, respectivamente) (Figura 2C).

Apesar das variáveis %G e IVG apresentarem tendência de queda com o aumento do tempo de submersão, pode-se inferir que sementes de *G. americana* toleram longos períodos de alagamento, não apresentando germinação enquanto submersas, mas quando encontram condições favoráveis germinam, uma vez que %G foi superior a 80% mesmo após 64 dias de submersão das sementes. Isso pode estar relacionado com o período de maturação e dispersão dos frutos desta espécie que ocorre no início do período das chuvas (VIEIRA et al., 2006), fazendo com que as sementes de *G. americana* fiquem submersas até o nível da água baixar.

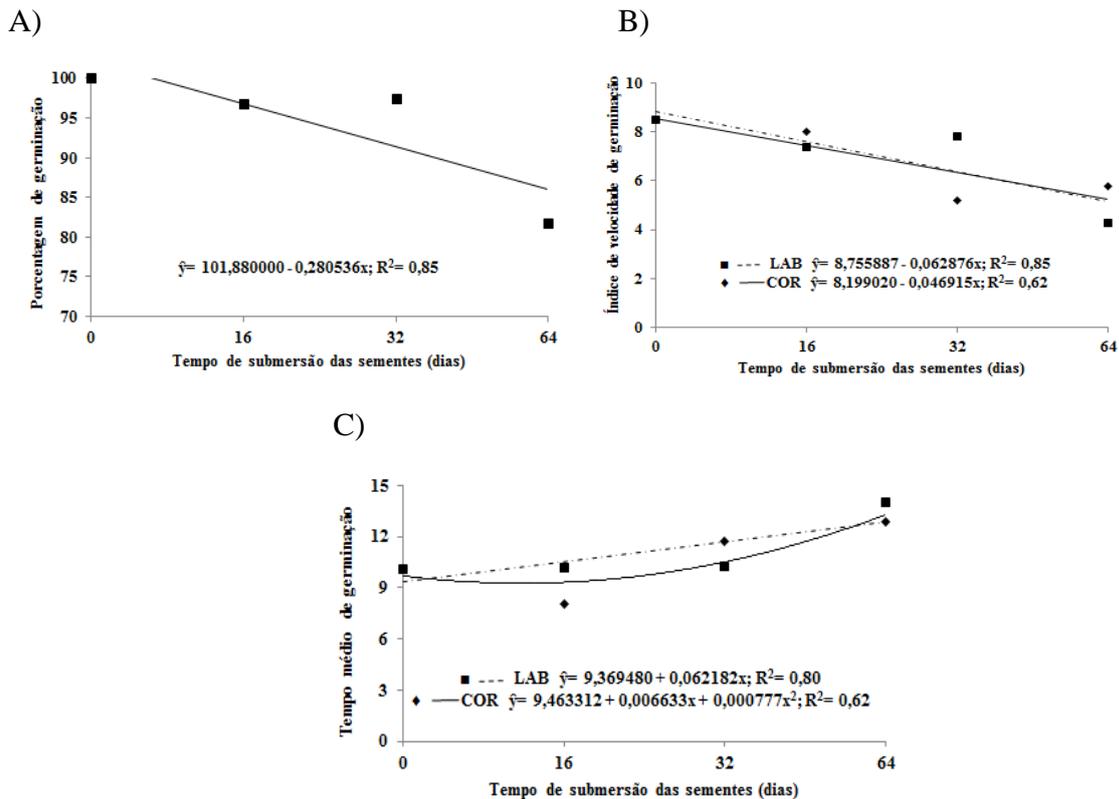


Figura 2 –A. Porcentagem de germinação; B. Índice de velocidade de germinação e C. Tempo médio de germinação de sementes de *Genipa americana* L. submetidas a diferentes ambientes e tempos de submersão.

Figure 2 - A. Germination percentage; B. Germination rate index and C. Germination mean time of *Genipa americana* L. seeds under different environmental and submersion times.

Além disso, verificou-se que a germinação das sementes de *G. americana* iniciou no 2º dia de avaliação para o tratamento controle (Figura 3). Em condições laboratoriais, a germinação iniciou no 6º dia de avaliação para os tempos T16, T32 e T64 (dias), enquanto para o ensaio no COR a germinação começou no 4º dia de avaliação para T16 e no 6º dia de avaliação para T32 e T64. O pico de germinação variou para os tratamentos, porém estes permaneceram na faixa dos 6 aos 12 dias de avaliação. Estes resultados diferem daqueles obtidos por Andrade et al. (2000), que relataram a ocorrência de protrusão da raiz primária de *G. americana* entre o 8º ao 13º dia após o início da embebição.

Deste modo, pode-se inferir que a antecipação da germinação, posteriormente a submersão, seria uma estratégia para se estabelecer no ambiente o mais rápido possível, aproveitando as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da planta (RODRIGUES et al., 2007).

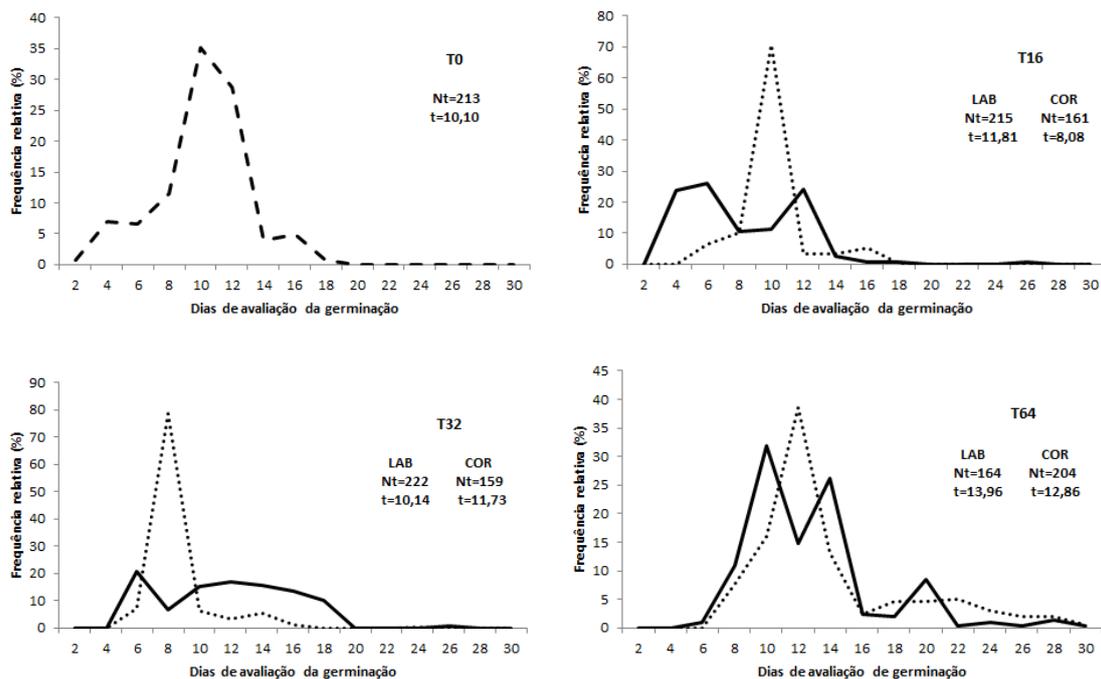


Figura 3 – Frequência relativa da germinação de sementes de *Genipa americana* L. em função da submersão das sementes em condição de laboratório (····) e córrego (—). Nt= número total de sementes germinadas; t= tempo médio de germinação.

Figure 3 - Relative frequency of *Genipa americana* L. seed germination as a function of seeds submersion in laboratory (····) and stream (—) conditions. Nt = total number of germinated seeds; t = germination time.

Para comprimento de parte aérea foi observado resposta quadrática para as plântulas provenientes de sementes mantidas em condições de LAB e COR (plântulas LAB e COR), sendo observados os valores mínimos de 40,52 mm aos 41 dias para plântulas LAB e de 28,14 mm aos 31 dias para as COR (Figura 4A). Houve tendência de aumento linear dos valores para comprimento de raiz, sendo os maiores observados para T64 tanto para as plântulas LAB (50,02 mm) quanto para COR (74,74 mm) (Figura 4B). Diferentemente, observou-se que para diâmetro do colo houve resposta quadrática para plântulas LAB, observando os maiores valores aos 22 dias de submersão. Para plântulas COR houve redução linear, sendo os menores valores verificados aos 64 dias de submersão (Figura 4C).

As condições ambientais que as sementes estão sujeitas são fatores determinantes na resposta a germinação ou desenvolvimento inicial (BOTEZELLI et al. 2000). Entretanto, os resultados mostram que, apesar dos experimentos serem realizados em diferentes ambientes de submersão, as plântulas apresentaram respostas semelhantes.

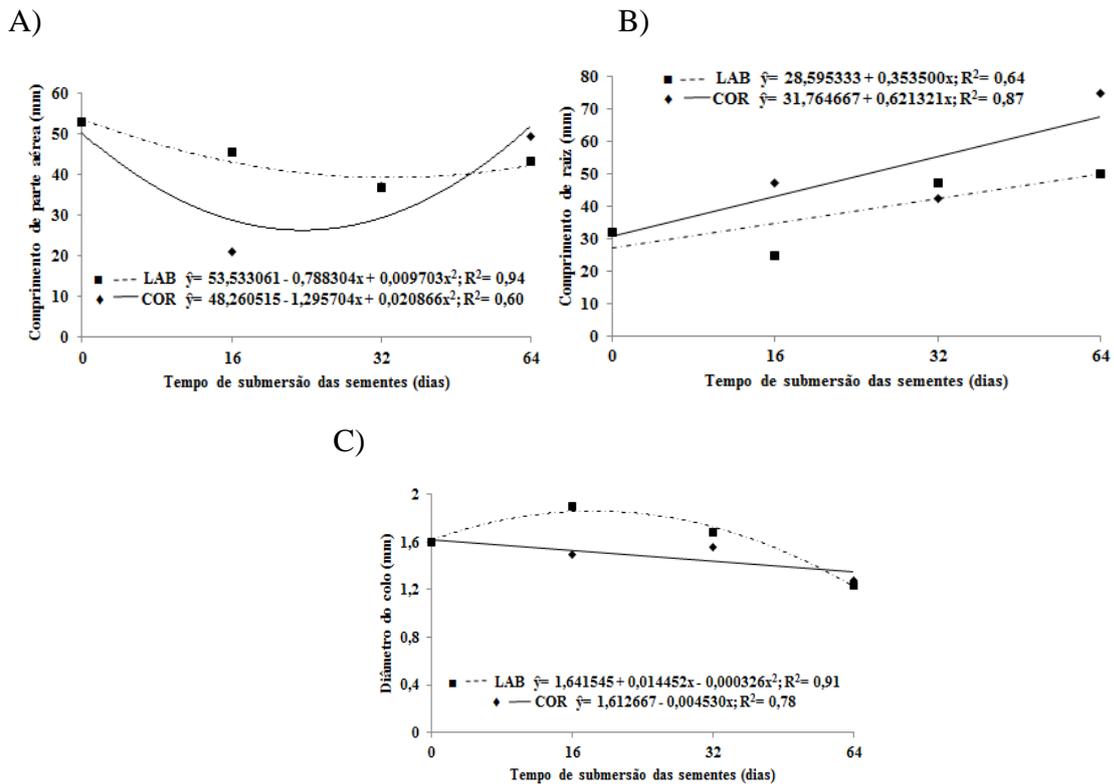


Figura 4 – A. Comprimento da parte aérea (mm); B. Comprimento de raiz (mm) e C. Diâmetro do colo (mm) de plântulas de *Genipa americana* L. provenientes de sementes submersas em diferentes ambientes (Laboratório – LAB (····) e Córrego – COR(—)) e tempos de submersão.

Figure 4 - A. Shoot length (mm); B. Root length (mm) and C. Stem diameter (mm) of *Genipa americana* seedlings L. from seeds submerged in different environmental (Laboratory – LAB (····) and Stream – COR(—)) and submersion times.

Para MFT foi observado efeito quadrático nos resultados, sendo que as plântulas provenientes da submersão em LAB e COR, apresentaram o menor acúmulo de biomassa aos 39 dias (0,149 mg) e 26 dias (0,150 mg), respectivamente (Figura 5 A). A MST não apresentou valores significativos para as plântulas LAB, sendo a média dos valores de 0,0190 mg. Para as plântulas COR, observou-se crescimento linear, de modo que o maior acúmulo de massa seca aconteceu aos 64 dias. Diferente do encontrado nesta pesquisa, Andrade et al. (1999), também trabalhando com plantas de *G. americana*, constataram que, apesar da elevada taxa de sobrevivência, longos períodos de inundação reduzem a matéria seca, assim como inibem o crescimento da planta inteira.

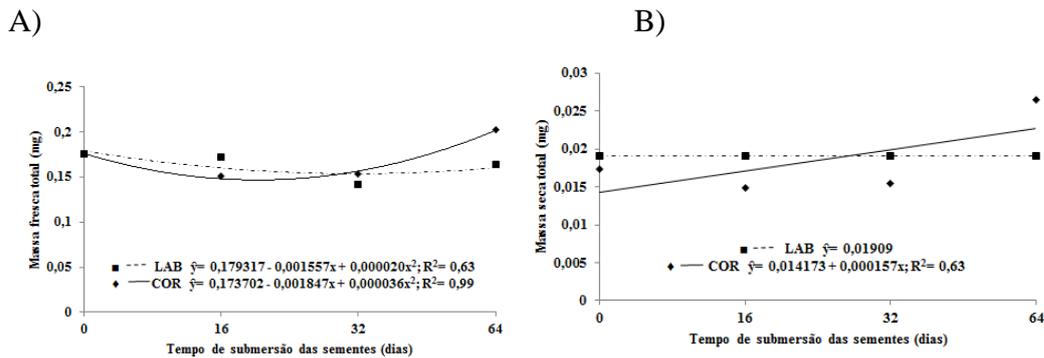


Figura 5 – A. Massa fresca total (mg) e B. Massa seca total (mg) de plântulas de *Genipa americana* L. provenientes de sementes submersas em diferentes ambientes (Laboratório – LAB (---) e Córrego – COR(—)) e tempos de submersão.

Figure 5 - A. Total fresh mass (mg) and B. Total dry mass (mg) of *Genipa americana* seedlings L. from seeds submerged different environmental (Laboratory – LAB (---) and Stream – COR(—)) and submersion times.

3.2. Experimento II

A interação entre procedência das sementes e tempo de submersão foi significativa para todas as variáveis analisadas (Tabela 2).

A quantidade de oxigênio dissolvido na água reduziu à medida que o tempo de submersão das sementes aumentou, alcançando 0,05 mg/L para as sementes de Dourados (DD) e 0,02 mg/L para as sementes de Antônio João (AJ) (Figura 6). Esses valores são extremamente baixos para sementes de qualquer espécie vegetal, entretanto, existem algumas espécies adaptadas que ajustam seu metabolismo para suportar o período de submersão em que foram submetidas (VOESENEK & BAILEY-SERRES, 2013).

TABELA 2. Quadrado Médio do Resíduo referente à análise de variância para índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), porcentagem de germinação (%G), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), diâmetro do colo (DC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) em função da procedência das sementes (P) e tempo de submersão (T).

TABLE 2. Mean Square residue on the analysis of variance for germination rate index (IVG), germination mean time (TMG), germination percentage (%G), root length (CR), shoot length (CPA), stem diameter (DC), total fresh mass (MFT) and total dry mass (MST) in function to origin of the seeds (P) and time of submersion (T).

CV	IVG	TMG	%G	CR	CPA	DC	MFT	MST
P	9,20*	0,41 ^{ns}	26,18 ^{ns}	45,63 ^{ns}	145,37*	0,017*	0,008*	0,00005*
T	3,88 ^{ns}	1,20*	37,82*	1364,72*	152,29*	0,59*	0,002*	0,000005*
P x T	35,66*	53,11*	113,21*	251,84*	14,93*	0,01*	0,001*	0,00002*
C.V (%)	18,87	4,62	3,74	8,96	4,96	4,03	6,34	9,24

Em que * e ^{ns} significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e não significativo pela análise de variância, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

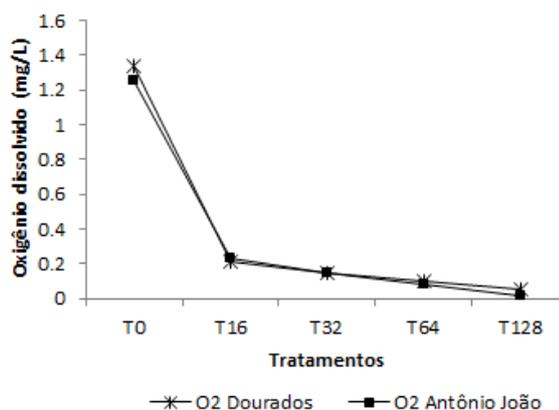


Figura 6 – Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) na água ao final de cada período de submersão de sementes de *Genipa americana* L. provenientes de diferentes populações de plantas.

Figure 6 - Dissolved oxygen content (mg/L) in water after each submersion period of the *Genipa americana* L. seeds from different plant populations.

As sementes provenientes de AJ apresentaram germinação enquanto estavam submersas, entretanto isso foi observado somente no tratamento de 128 dias (19 sementes germinaram). Além disso, estas formaram plântulas de aproximadamente 20 mm dentro da água e, posteriormente no Germitest[®], continuaram apresentando crescimento. Isso reforça que a ausência de oxigênio na água (anoxia) não influenciou na viabilidade ou capacidade das sementes germinarem.

De qualquer modo, parece sensato afirmar que *G. americana* possui alta capacidade germinativa mesmo quando as sementes são submersas, as mesmas mantêm ainda a viabilidade dos embriões das sementes não germinadas nestas condições (MELO et al., 2015). A natureza da reserva das sementes assume papel importante nas respostas ao alagamento bem como nas estratégias de fuga das plântulas a múltiplos estressores (LUCAS et al., 2013; MELO et al., 2015).

A porcentagem de germinação apresentou valores elevados para as sementes provenientes das populações DD e AJ, variando de 88 a 100% durante os 128 dias (Figura 7A). Para índice de velocidade de germinação houve queda dos valores para DD, sendo o maior valor observado para o tratamento controle (8,5) e o menor para o tratamento de 64 dias de submersão (4,29). Entretanto, para AJ a tendência foi de aumento crescente nesta variável, sendo a maior velocidade observada no tratamento de 128 dias (11,64) (Figura 7B).

Para tempo médio de germinação os menores valores foram observados em T0 (10,09) e T128 (8,38) para DD e AJ, respectivamente (Figura 7C). Corroborando com esta pesquisa,

Oliveira et al. (2008), também verificaram diferença na germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. coletadas de diferentes localidades.

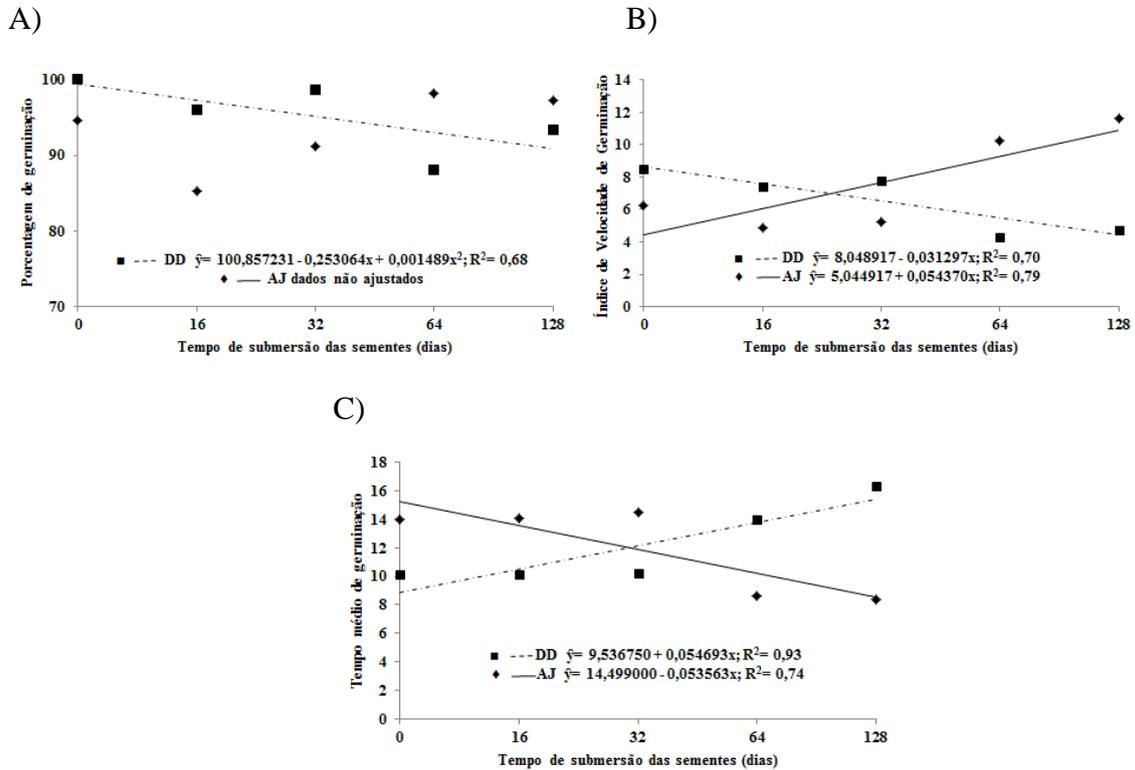


Figura 7 – A. Índice de velocidade de germinação (IVG); B. Porcentagem de germinação (%G) e C. Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Genipa americana* L. de diferentes populações (DD – Dourados; AJ – Antônio João) após diferentes períodos de submersão.

Figure 7 – A. Germination rate index (IVG), B. Germination percentage (%G) and C. Germination mean time (TMG) of *Genipa americana* L. seeds from different plant populations (DD – Dourados; AJ – Antônio João) after different periods of submersion.

A germinação das sementes DD foi iniciada no 2º dia após a sementeira para T0, no 6º dia para T16 e T32, no 8º dia para T64 e no 10º dia para T128. Para AJ, o início da germinação ocorreu no 4º dia após a sementeira para T0 e T64, no 6º dia para T16 e T32 e para T128 a germinação iniciou-se ainda na água. Assim, pode-se observar que os tratamentos com maior tempo de submersão apresentaram germinação mais lenta para DD, entretanto para AJ não houve uniformidade entre os tratamentos, não evidenciando um padrão. Observa-se também, vários polígonos de frequência de germinação, nos quais os picos variaram de 10 a 20 dias para ambas as procedências das sementes (Figura 8). Porém, houve deslocamento das maiores frequências de germinação para a esquerda do gráfico nos tratamentos nos quais as sementes foram submersas, indicando que grande parte das sementes germinou rapidamente.

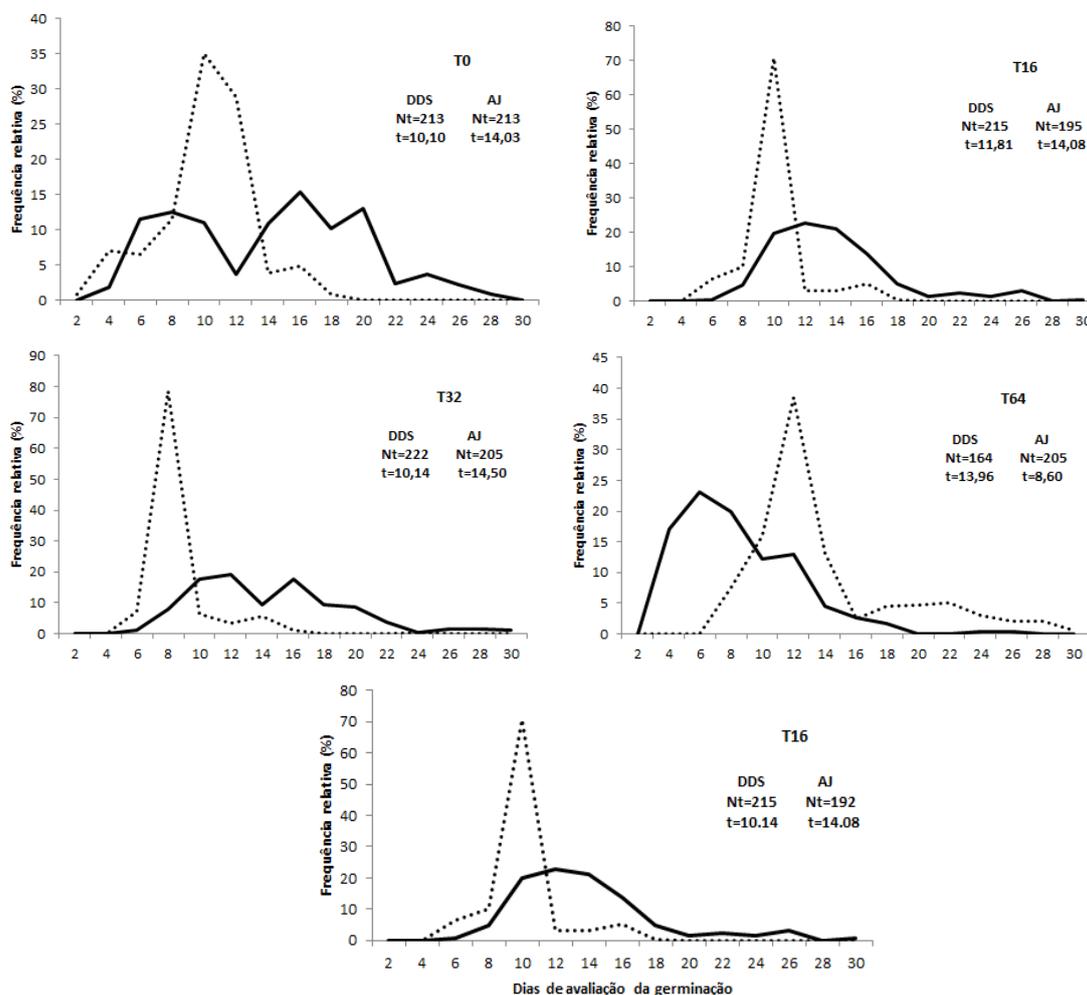


Figura 8 – Frequência relativa da germinação de sementes de *Genipa americana* L. em função da submersão das sementes em condição de laboratório (····) e córrego (—). Nt= número total de sementes germinadas; t= tempo médio de germinação.

Figure 8 - Relative germination frequency of *Genipa americana* L. seeds as a function of seeds submersion in laboratory (····) and stream (—) conditions. Nt = total number of germinated seeds; t = germination time.

Em relação aos parâmetros morfológicos verificou-se que para CPA houve tendência de redução nos valores com o aumento do tempo de submersão para ambas as procedências das sementes, sendo que os menores crescimentos foram aos 76 dias (38,39 mm) para DD e aos 92 dias (43,79 mm) para AJ (Figura 9A). Para o CR houve crescimento linear tanto para DD quanto para AJ, sendo os maiores valores observados para o tratamento de 128 dias de submersão (51,59 mm e 69,68 mm, respectivamente) (Figura 9B). Para diâmetro do colo foi observada uma queda nos valores com o aumento do período de submersão das sementes (Figura 9C).

Apesar das sementes serem provenientes de diferentes locais do mesmo bioma, os resultados observados mostram comportamento semelhante entre eles. As sementes provenientes de diferentes ambientes podem apresentar respostas diferenciadas, relacionadas tanto às condições ambientais locais (temperatura, luz, solo etc.), determinantes da fisiologia das espécies, como das variações genéticas entre as populações (BOTEZELLI et al., 2000).

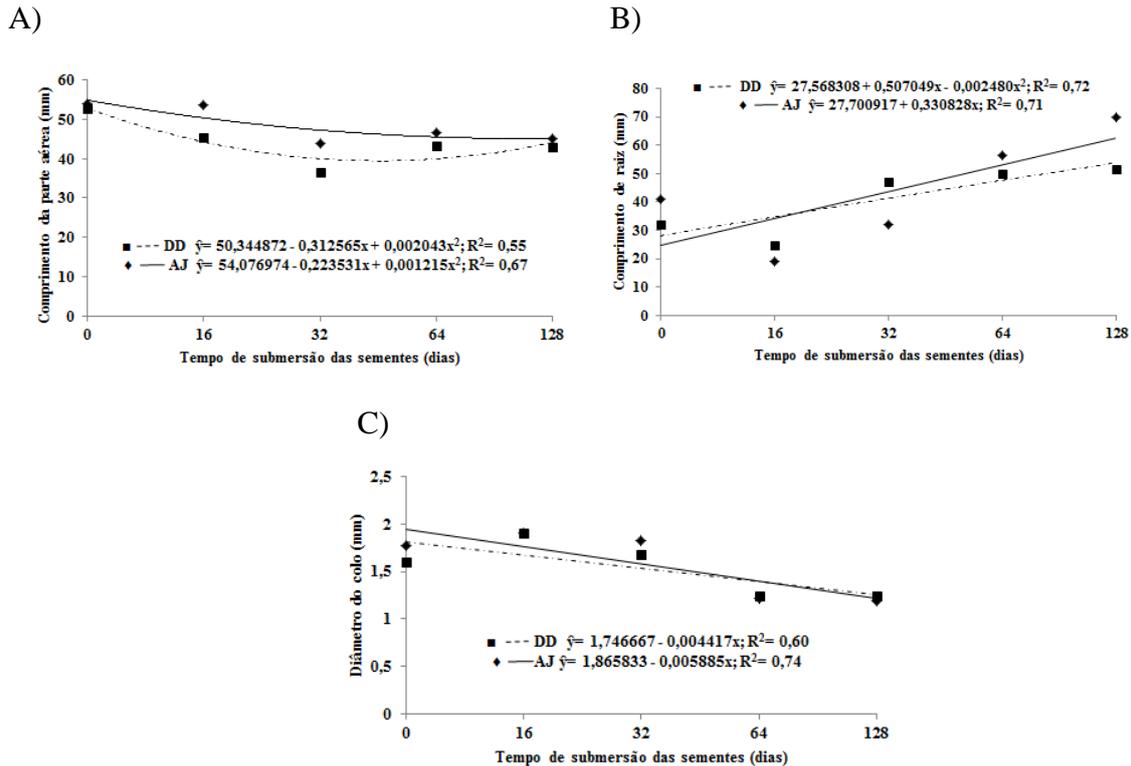


Figura 9 – A. Comprimento da parte aérea (mm); B. Comprimento de raiz (mm) e C. Diâmetro do colo (mm) de plântulas de *Genipa americana* L. de diferentes populações após diferentes períodos de submersão. DD – Dourados; AJ – Antônio João.

Figure 9 - A. Shoot length (mm); B. Root length (mm) e C. Stem diameter (mm) of *Genipa americana* seedlings L. from different origins after periods of submersion different.

Os valores de MFT de plântulas provenientes de sementes de DD não foram ajustados, apresentando média de 0,1625 mg (Figura 10A). Para AJ, a tendência foi de queda nos valores, sendo o menor acúmulo de biomassa observado aos 128 dias de submersão (0,1644 mg). Para MST verificou-se resposta contrária para as plântulas das duas populações de coleta das sementes, havendo tendência de aumento das médias para DD e queda para AJ aos 128 dias de submersão das sementes. Os maiores valores foram observados em T128 (0,0226 mg) para plântulas de DD e em T0 (0,0236 mg) para plântulas de AJ (Figura 10B). Os valores de

massa são importantes para avaliar a capacidade das espécies em tolerar algumas situações, como a inundação (MARTINEZ et al., 2011). Assim, para AJ, os resultados observados nas variáveis de massa sugerem que as plântulas de *G. americana* foram afetadas negativamente com o aumento do período de submersão das sementes, e para DD houve aumento dos valores para estas variáveis influenciados pelo período de submersão.

Salvo para os dados de massa quanto ao período de submersão, as respostas das plantas de ambas as populações foram semelhantes. Diferenças na expressão gênica entre populações de plantas são evidenciadas quando as mesmas são submetidas ao estresse (SANTIAGO et al., 2015), uma vez que a plasticidade envolve tanto respostas adaptativas quanto não adaptativas frente às variações ambientais (GIANOLI & GONZÁLEZ-TEUBER, 2005; GHALAMBOR et al., 2007).

No presente estudo, destaca-se que o alagamento não configurou condição de estresse para as plântulas de *G. americana*, considerando-se que a espécie é adaptada a ambientes sujeitos a alagamentos periódicos (BARBOSA et al., 2007; CARVALHO, 2008).

A aquisição de genótipo adaptado ocorre tanto sob estresse quanto a favor do ótimo de desenvolvimento, por processos de seleção natural (De JONG, 2005). O fato das matrizes de *G. americana*, das quais se obtiveram as sementes, ocorrem em ambientes semelhantes, sugere a existência de conjuntos de genes capazes de induzir resposta germinativa mesmo após longos períodos de hipóxia/anoxia das sementes. A similaridade do local de ocorrência natural das matrizes de plantas justifica respostas semelhantes (SANTIAGO et al., 2015), sendo este fator fundamental considerando-se os custos de aquisição e manutenção de genótipo adaptado.

As diferenças observadas entre as massas para DD e AJ pouco contribuíram para identificar ou diferenciar as populações. Respostas mais efetivas que evidenciam plasticidade podem envolver tanto caracteres morfológicos quanto fisiológicos e expressam a heterogeneidade ambiental tanto na expressão quanto na aquisição de genótipo (GIANOLI & GONZÁLEZ-TEUBER, 2005).

O ambiente pode também induzir respostas, ao nível molecular, de modificações no DNA, RNA ou proteínas, que afetam a expressão gênica (modificações epigênicas), capazes de serem herdadas (SCHLICHTING & WUND, 2014).

De qualquer modo, parece sensato afirmar que a adaptação de *G. americana* ao alagamento do substrato envolve a tolerância das sementes à submersão sendo este fator não

efetivo para a distinção das populações de plantas. Novos estudos envolvendo a exposição das plantas de *G. americana* a diferentes condicionantes ambientais são necessários para melhor esclarecer tanto as possíveis variações intra-populacionais quanto o caráter adaptativo das respostas observadas.

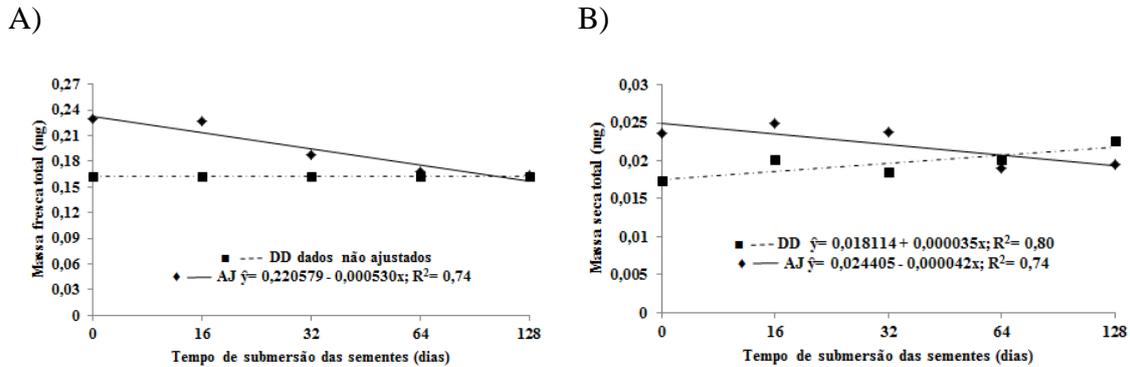


Figura 10 – A. Massa fresca total (mg) e B. Massa seca total (mg) de plântulas de *Genipa americana* L. de diferentes procedências após diferentes períodos de submersão.

Figure 10 – A. Total fresh mass (mg) e B. Total dry mass (mg) of *Genipa americana* seedlings L. from different origins after periods of submersion different.

4. CONCLUSÃO

A submersão reduziu a %G e o IVG e aumentou o TMG a germinação das sementes de ambas as populações e diferentes condições de submersão.

O tempo de submersão não afetou o crescimento das plântulas provenientes de sementes submersas em diferentes condições (laboratório e córrego), embora o crescimento pode ser afetado pelas diferentes populações (Dourados e Antônio João). Estudos envolvendo a exposição das plantas de *G. americana* a outros condicionantes ambientais são necessários para melhor compreender as variações intra-populacionais.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. S.; RAMOS, F. N.; SOUZA, A. F.; LOUREIRO, M. B.; BASTOS, R. Flooding effects in seedlings of *Cytherexylum myrianthum* Cham. and *Genipa americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 281-285, 1999.

ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 609-615, 2000.

BARBOSA, R. M. T.; ALMEIDA, A. A. F.; MIELKE, M. S.; LOGUERCIO, L. L.; MANGABEIRA, P. A.; GOMES, F. P. A physiological analysis of *Genipa americana* L.: a potential phytoremediator tree for chromium polluted watersheds. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, p. 264-271, 2007.

BEWLEY, J. D. Seed Germination and Dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, p. 1055-1066, 1997.

BEWLEY, J. D. & BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds, Berlin: Springer-Verlag, v.2. p. 27-30, 1982.

BONACIN, R. B. S, G. A.; RODRIGUES. T. J. D.; FERNANDES, A. C.; RODRIGUES, L. R. A. Germinação de sementes de alfafa submetidas a períodos de imersão em água. **Científica**, v. 34, p. 150-154, 2006.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, v. 6, p. 9-18, 2000.

BUIJSE, A. D.; COOPS, H.; STARAS, M.; JANS, L. H.; VAN GEEST, G. J.; GRIFTS, R. E.; IBELINGS, B. W.; OOSTERBERG, W.; ROOZEN, F. C. J. M. Restoration strategies for river floodplains along large lowland rivers in Europe. **Fresh water Biology**, v. 47, p. 889–907, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 3, 2008. p. 297-303.

DAT, J.; VANDENABEELE, S.; VRANOVÁ, E.; VAN MONTAGU, M.; INZÉ, D.; VAN BREUSEGEM, F. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 57, p. 779–795, 2000.

DAWS, M. I.; LYDALL, E.; CHMIELARZ, P.; LEPRINCE, O.; MATTHEWS, S.; THANOS, C. A.; PRITCHARD, H. W. Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. **New Phytologist**, v. 162, p. 157-166, 2004.

De JONG, G. Evolution of phenotypic plasticity: patterns of plasticity and the emergence of ecotypes. **New Phytologist**, v. 166, p. 101–118, 2005.

EDMOND, J. B. & DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 71, p. 428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GHALAMBOR, C. K.; McKAY, J. K.; CARROLL, S. P.; REZNICK, D. N. Adaptive versus non-adaptive phenotypic plasticity and the potential for contemporary adaptation in new environments. *Functional Ecology*, v. 21, p. 394–407, 2007.

GIANOLI, E. & GONZALEZ-TEUBER, M. Environmental heterogeneity and population differentiation in plasticity to drought in *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae). **Evolutionary Ecology**, v. 19, p. 603–613, 2005.

GIVNISH, T. J.; AMES, M.; McNEAL, J. R.; McKAIN, M. R.; STEELE, P. R.; DePAMPHILIS C. W.; GRAHAM, S. W.; PIRES, J. C.; STEVENSON, D. W.; ZOMLEFER, W. B.; BRIGGS, B. G.; DUVALL, M. R.; MOORE, M. J.; HEANEY, J. M.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S.; THIELE, K.; LEEBENS-MACK, J. H. Assembling the tree of the monocotyledons: Plastome sequence phylogeny and evolution of Poales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 97, p. 584–616, 2010.

GLENZ, C.; SCHLAEPFER, R.; IORGULESCU, I.; KIENAST, F. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. **Forest Ecology and Management**, v. 235 p. 1–13, 2006.

KESTRING, D.; KLEIN, J.; MENEZES, L. C. C. R.; ROSSI, M. N. Imbibition phases and germination response of *Mimosa bimucronata* (Fabaceae: Mimosoideae) to water submersion. **Aquatic Botany**, v. 91, p. 105–109, 2009.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, n. 1, p. 1-29, 1997.

LAMARCA, E. V., SILVA, C. V.; BARBEDO, C. J. Limites térmicos para a germinação em função da origem de sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae) nativas do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 293-300, 2011.

LORENZI, H. 2008. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1. 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

LUCAS, C. M.; MEKDECE, F.; NASCIMENTO, C. M. N.; HOLANDA, A. S.; BRAGA, J.; DIAS, S.; SOUSA, S.; ROSA, P. S.; SUEMITSU, C. Effects of short-term and prolonged saturation on seed germination of Amazonian floodplain forest species. **Aquatic Botany**, v. 99, p. 49-55, 2012.

LUCAS, C. M.; BRUNA, E. M.; NASCIMENTO, C. M. N. Seedling co-tolerance of multiple stressors in a disturbed tropical floodplain forest. **Ecosphere**, v. 4, p. 1-20, 2013.

LYNN, D. E. & WALDREN, S. Physiological variation in populations of *Ranunculus repens* L. (Creeping Buttercup) from the temporary limestone lakes (Turloughs) in the West of Ireland. **Annals of Botany**, v. 89, p. 707-714, 2002.

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

MARTINEZ, G. B.; MOURÃO, M.; BRIENZA JUNIOR, S. Respostas morfofisiológicas de plantas de açacu (*Hura crepitans* L.) provenientes de várzeas do rio Amazonas: efeito da anoxia do solo. **Revista Árvore**, v. 35, p. 1155-1164, 2011.

MATTANA, E.; DAWS, M. I.; FENU, G.; BACCHETTA, G. Adaptation to habitat in *Aquilegia* species endemic to Sardinia (Italy): Seed dispersal, germination and persistence in the soil. **Plant Biosystems**, v. 146, p. 374-383, 2012.

De MELO, R. B.; FRANCO, A. C.; SILVA, C. O.; PIEDADE, M. T. F.; FERREIRA, C. S. Seed germination and seedling development in response to submergence in tree species of the Central Amazonian floodplains. **AoB PLANTS** 7: plv041; doi:10.1093/aobpla/plv041.

OLIVEIRA, D. A.; NUNES, Y. R. F.; ROCHA, E. A.; BRAGA, R. F.; PIMENTA, M. A. S.; VELOSO, M. D. M. Potencial germinativo de sementes de Fava-D’anta (*Dimorphandra mollis* Benth. – Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, datas de coleta e tratamentos de escarificação. **Revista Árvore**, v. 32, p. 1001-1009, 2008.

PATANÈ, C. & AVOLA, G. A seed respiration-based index of cold-sensitivity during imbibition in four macrothermal species. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, p. 911–918, 2013.

RODRIGUES, A. C. C., OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R.; RIOS, A. P. S. Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). **Revista Árvore**, v. 31, p. 187-193, 2007.

SANTIAGO, E. F.; LARENTIS, T. C.; BARBOSA, V. M.; CAIRES, A. R. L.; MORAIS, G. A.; SÚAREZ, Y. R. Can the chlorophyll-a fluorescence be useful in identifying acclimated young plants from two populations of *Cecropia pachystachya* Trec. (Urticaceae), under elevated CO₂ concentrations? **Journal of Fluorescence**, v. 25, p. 49–57, 2015.

SCHLICHTING, C. D. & WUND, M. A. Phenotypic plasticity and epigenetic marking: an assessment of evidence for genetic accommodation. **Evolution**, v. 68, p. 656–672, 2014.

VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D.B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

VOESENEK, L. A. C. J. & BAILEY-SERRES, J. Flooding tolerance: O₂ sensing and survival strategies. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 1, p. 647–653, 2013.

WALTERS, C. Orthodoxy, recalcitrance and in-between: describing variation in seed storage characteristics using threshold responses to water loss. **Planta**, v. 242, p. 397–406, 2015.

6. ARTIGO 2

EFEITO DO SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO INICIAL E NA ANATOMIA FOLIAR DE *Genipa americana* L. (RUBIACEAE)

**Julielen Zanetti Brandani¹; Rosilda Mara Mussury¹; Silvana de Paula Quintão Scalon²;
Lucas Murillo Souza Santos Farias³; Mário Soares Junglos¹; Fernanda Soares Junglos¹;
Daiane Mugnol Dresch²**

¹Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.
Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção,
Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, 79404-070 Dourados, MS, Brasil

²Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Agrárias. Programa de
Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, 79404-
070 Dourados, MS, Brasil

³Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Agrárias. Programa de
Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Rodovia Dourados-
Itahum, Km 12, 79404-070 Dourados, MS, Brasil

Keywords: light, seedlings, growth analysis, tree species.

***Genipa americana* L. sob diferentes níveis de sombreamento**

SEÇÃO: Ciências Biológicas

Rosilda Mara Mussury. Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais na Universidade
Federal da Grande Dourados (UFGD) - Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, 79404-070
Dourados, MS, Brasil. maramussury@ufgd.edu.br

ABSTRACT

Forest vegetation of Brazil has suffered significant levels of disturbance, which meant that the initiatives for the implementation of conservation projects, restoration and sustainable use of these areas have grown, especially with the use of native tree species. Accordingly, the aim of this study was to evaluate the effect of different levels of shading on the initial growth and leaf anatomy of *Genipa americana* L. plants. Seedlings were subjected to the shading of 0, 30, 50 and 70%, and assessed at 80, 200, 230 and 260 days of age changes. *G. americana* seedlings have high survival rate in all levels of shading, tolerating conditions of full sun and shading to which they were exposed, but showed better growth in shaded environments. For the anatomy there was no difference between shading treatments and the leaves of this species showed common characters for the Rubiaceae family. In conclusion, *G. americana* is a species with phenotypic plasticity, for your seedlings tolerate different levels of shading.

INTRODUÇÃO

As vegetações florestais do Brasil vêm sofrendo níveis significativos de alterações devido ao avanço das fronteiras agropecuárias, das atividades madeireiras e à especulação imobiliária. Neste contexto, vêm crescendo as iniciativas para a execução de projetos de conservação, recuperação e uso sustentável dessas áreas, principalmente com o uso de espécies arbóreas nativas. Em virtude da carência de conhecimentos sobre a produção de mudas e o comportamento ecológico destas em diferentes condições ambientais, são de extrema importância estudos para o desenvolvimento da atividade florestal e para programas de conservação (Pacheco et al. 2013).

Informações sobre o crescimento das plantas em resposta a fatores como água, luz e temperatura, são essenciais para a produção de mudas de qualidade e em quantidade

suficiente (Silva et al. 2007). Apesar de fatores ambientais abióticos não serem forças isoladas que atuam sobre as plantas, a radiação é fundamental como fonte essencial e direta de energia (Lenhard et al. 2013), consistindo no fator físico mais importante para o controle do desenvolvimento de espécies arbóreas jovens, regulando a sobrevivência e estabelecimento das plantas nos mais diversos ambientes (Alencar e Araujo 1980, Oguchi et al. 2003).

Os diferentes graus de luminosidade causam mudanças fisiológicas e morfológicas na planta e fazem com que as folhas apresentem características que as capacitam a um uso efetivo da radiação solar disponível, sendo essa plasticidade expressa por características genéticas da planta em interação com o seu ambiente (Walters e Reich 1999). Assim, a capacidade de utilização da luz varia entre as espécies e o sucesso de cada indivíduo dependerá de suas respostas diante dos diferentes ambientes presentes em uma floresta (Hanba et al. 2002).

Duas estratégias de resposta à restrição de luz têm sido verificadas nas plantas: escape e tolerância. Aquelas que possuem mecanismo de escape ao sombreamento adaptam seu crescimento para maximizar a interceptação de luz e, deste modo, rapidamente, ocupar as lacunas do dossel. As plantas tolerantes ao sombreamento são caracterizadas por condicionar adaptações da fotossíntese a situações de baixa luminosidade, sendo capazes de sobreviver durante um longo período de tempo sob dossel sombreado (Ruberti et al. 2012).

Pesquisas têm sido realizadas visando obter informações sobre o crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas sob diferentes níveis de sombreamento. Mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) necessitam de sombra em sua fase inicial de desenvolvimento, sendo o nível de 50% de sombreamento uma alternativa viável para produção das mudas (Dutra et al. 2012). Por outro lado, mudas de *Caesalpinia pyramidalis*

Tul. (catingueira) não foram influenciadas pela luminosidade à qual foram submetidas (Dantas et al. 2009).

Além do crescimento, a anatomia foliar tem merecido atenção, já que as folhas consistem em órgãos especializados para a absorção de luz, existindo grande variação na estrutura foliar entre as plantas, seja entre indivíduos ou entre espécies (Apezzato-da-Gloria e Carmello-Guerreiro 2003). Estas geralmente apresentam grande plasticidade fenotípica em relação à radiação luminosa (Valladares e Niinemets 2008, Sanches et al. 2009), cuja disponibilidade e qualidade podem provocar efeitos substanciais no desenvolvimento, tamanho e espessura desse órgão (Hanba et al. 2002). Aragão et al. (2014), trabalhando com *Carapa guianensis* Aubl., verificaram que a espessura dos tecidos da lâmina foliar foram maiores com o aumento da intensidade luminosa.

Muitas espécies vegetais ainda precisam ser estudadas quanto as suas respostas a diferentes intensidades luminosas. Dentre elas *Genipa americana* L., que é uma espécie arbórea da família Rubiaceae, amplamente distribuída em florestas neotropicais que se estendem desde o México até o norte da Argentina, sendo considerada uma espécie secundária que tolera sombreamento moderado em estágios mais jovens e apresenta bom desenvolvimento em áreas com alta atividade antrópica (Lorenzi 2008, Carvalho 2008).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial e a anatomia foliar de plantas jovens de *Genipa americana* L.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Genipa americana* L. foram coletados de várias matrizes no município de Dourados-MS. Destes foram retiradas as sementes com auxílio de peneira de malha fina e

água corrente, sendo estas selecionadas quanto à integridade e padronizadas quanto ao tamanho e coloração. Posteriormente, as sementes foram submetidas a assepsia com solução de hipoclorito de sódio a 3% por 5 minutos e lavadas em água corrente por 3 minutos.

As sementes foram colocadas para germinar em papel Germitest[®], acondicionados dentro de sacos plásticos transparentes na forma de rolos e mantidos em germinador do tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) regulado à temperatura constante de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. Após 40 dias do início da germinação, 288 plântulas foram transplantadas em vasos plásticos (2 plântulas/vaso) com capacidade para 4 litros contendo Latossolo Vermelho Distroférico e Bioplant[®] (1:1) como substrato.

As plântulas foram aclimatadas por 10 dias em cada nível de sombra, começando do maior nível de sombreamento, até que fossem transferidas para o nível em que permaneceriam. Os níveis de sombreamento foram 70%, 50%, 30% e 0% (pleno sol). Durante a condução do experimento, foram efetuadas irrigações diárias em todos os tratamentos.

As plantas foram avaliadas aos 80 (tempo 0), 200, 230 e 260 dias de idade. Os parâmetros analisados foram: sobrevivência, número de folhas/planta, comprimento de raiz (CR;mm), comprimento de parte aérea (CPA;mm) e diâmetro do colo (DC;mm) com auxílio de paquímetro digital, massa fresca de raiz (MFR;mg) e da parte aérea (MFPA;mg) em balança digital analítica (Bel Engineering[®]). As massas seca de raiz (MSR;mg) e de parte aérea (MSPA;mg) foram obtidas por meio de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até o peso constante. Também foram avaliadas as relações entre parâmetros de comprimento da parte aérea e diâmetro do colo das mudas (CPA/DC) e massa seca da parte aérea com massa seca de raiz (MSPA/MSR), além do índice de qualidade de Dickson (IQD), obtido pela fórmula: $IQD = \frac{\text{massa seca total}}{(CPA/DC + MSPA/MSR)}$ (Dickson et al. 1960).

Para as análises anatômicas realizou-se a retirada de folhas laterais sadias do segundo e terceiro nós caulinares de três plantas em cada período de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade da muda) de cada nível de sombreamento. Para preparação das lâminas permanentes, segmentos da nervura central das folhas foram cortadas obtendo-se fragmentos de aproximadamente 1 cm, sendo estes colocados em tubos de eppendorfs com capacidade aproximada de 1,5 ml e cobertos com solução fixadora de FAA, ficando armazenados por 24 horas e depois fixados em álcool 70. Posteriormente, estes foram desidratados em série butílica terciária e incluídos em parafina (Johansen 1940). Secções transversais com espessura de 10 µm foram obtidas em micrótomo rotativo, sendo colocadas em lâminas e desparafinizadas através da coloração quádrupla triarca dos tecidos (Hagquist 1974). As imagens das lâminas foram obtidas por meio do sistema analisador de imagens acoplado ao microscópio óptico binocular.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial de 4 x 4 (4 níveis de sombreamento e 4 épocas de avaliação) com 3 repetições de 6 plantas para as avaliações de crescimento e 3 plantas para as análises anatômicas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e havendo efeito significativo, as médias dos sombreamentos foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias das épocas de avaliação e sua interação com o sombreamento foram ajustadas por equação de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de *Genipa americana* apresentaram alta taxa de sobrevivência em todos os níveis de sombreamento, variando de 95 (pleno sol) a 100% (50% de sombreamento).

De modo geral, o crescimento das mudas de *G. americana* foi influenciado pela interação época de avaliação e níveis de sombreamento, exceto o comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do colo (DC), relação comprimento da parte aérea e diâmetro do colo (CPA/DC) e massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) (Tabela 1).

TABELA 1. Quadrado Médio do Resíduo referente à análise de variância para número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), diâmetro do colo (DC), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação entre comprimento da parte aérea e diâmetro do colo (CPA/DC), massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função da época de avaliação (E) e níveis de sombreamento (S).

CV	QMR											
	NF	CR	CPA	DC	MFR	MFPA	MSR	MSPA	MST	CPA/ DC	MSPA/ MSR	IQD
E	632,9*	207464,7*	6209,9*	6,4*	1,5*	9,8*	0,09*	0,8*	0,1*	65,8 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,0004*
S	36,5*	26232,8*	15,3 ^{ns}	0,6*	0,3*	1,3*	0,004*	0,06*	1,4*	1116*	105,6*	0,004*
E x S	10,8*	14680,1*	53,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1*	0,4*	0,003*	0,02*	0,03*	19,9 ^{ns}	3,8 ^{ns}	0,0001*
CV(%)	17	38,8	17,6	15,7	60,6	43,4	67,4	48,2	50,6	23,7	40,9	77

(*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e (^{ns}) não significativo pela análise de variância, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

As mudas apresentaram aumento linear no número de folhas para todos os tratamentos, porém no tratamento a pleno sol apresentaram os menores resultados em todas as épocas de avaliação (Figura 1A). Apesar dessa característica não ser uma das mais indicadas para representar o crescimento das plantas quando submetidas a diferentes níveis de luz (pois as plantas perdem e lançam folhas continuamente, durante seu ciclo de vida), tal variável em conjunto com as demais, fornecem informações relevantes quanto ao comportamento das plantas diante de variações do ambiente (Nodari et al. 1999).

O comprimento da parte aérea das mudas aumentou linearmente ao longo das épocas de avaliação (Figura 1B). Embora o estiolamento seja uma das alterações morfológicas mais

comuns em situações de restrição luminosa, sendo caracterizadas como mecanismos estratégicos para otimizar a eficiência de interceptação de radiação (Moraes Neto et al. 2000), esse comportamento não foi verificado para *G. americana*. Estas alterações têm sido observadas em diferentes espécies, sem qualquer relação com a categoria sucessional, como para *Croton urucurana* Bail. (Alvarenga et al. 2003), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Santos et al. 2013) e *Pterogyne nitens* Tull. (César et al. 2014), mas não foi o caso deste estudo.

Para comprimento de raiz observou-se resposta quadrática para os tratamentos de 30, 50 e 70% de sombreamento, sendo os menores valores observados aos 52 dias (5,44 mm), 51 dias (10,51 mm) e aos 36 dias (35,72 mm), respectivamente (Figura 1C).

Na relação entre comprimento da parte aérea e diâmetro do colo (CPA/DC) observou-se queda dos valores com o aumento dos dias de avaliação, sendo o valor máximo encontrado na primeira avaliação (80 dias de idade da muda) (Figura 1D). Segundo Gomes et al. (2002), essa relação fornece informações sobre a qualidade de mudas. Entretanto, valores elevados de CPA/DC não são desejáveis, pois podem estar relacionados a um crescimento desordenado da planta (César et al. 2014). Para mudas de *G. americana* foi observado menor valor para esta relação aos 260 dias de idade.

Semelhante ao observado para comprimento da parte aérea, o diâmetro do colo não apresentou diferença estatística entre os tratamentos sombreados (Figura 2A), entretanto houve aumento dos valores ao longo das épocas de avaliação (Figura 2B). A maior média foi verificada sob sombreamento de 30% (2,34 mm) seguida do tratamento de 70% de sombreamento (2,33 mm). Entre os parâmetros morfológicos que indicam a boa qualidade de uma muda, o diâmetro do colo é um dos mais importantes, podendo ser considerado como um critério para o plantio da muda em campo (Scalon et al. 2002).

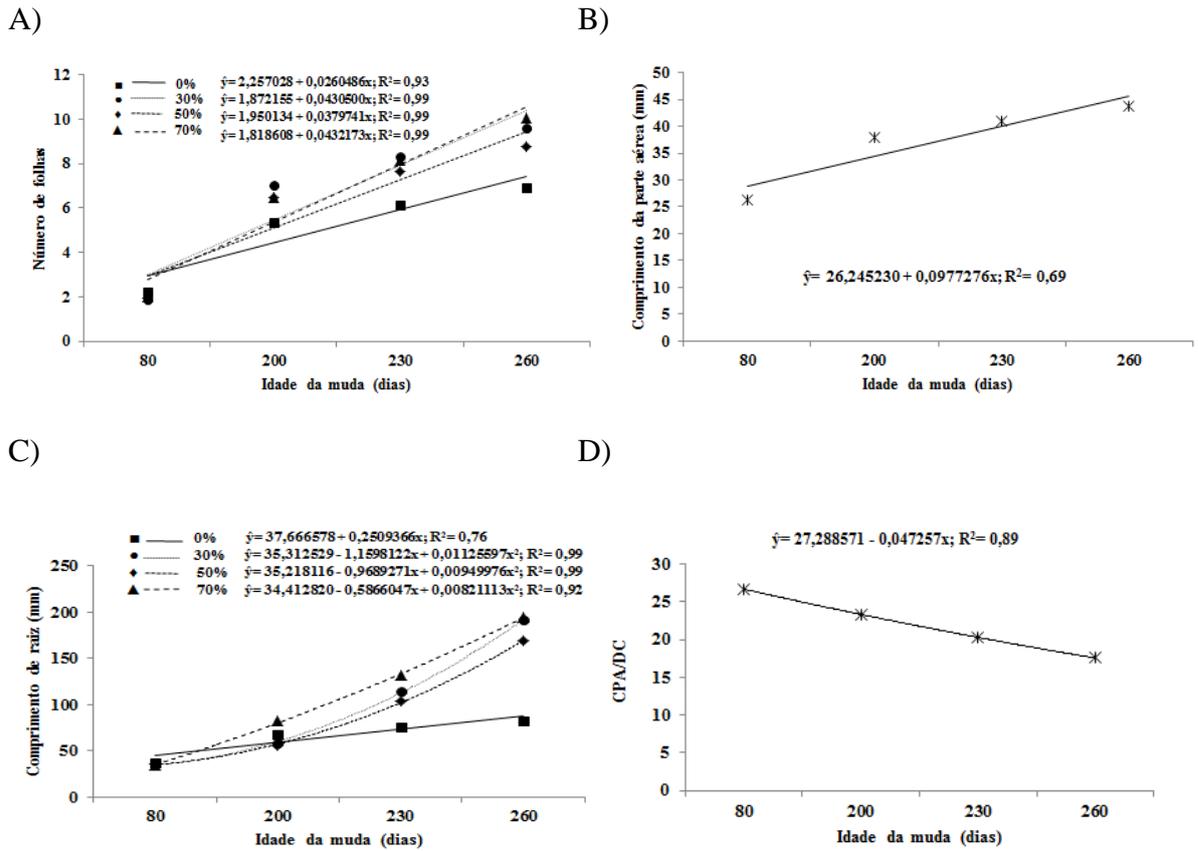


Figura 1 – A. Número de folhas; B. Comprimento da parte aérea (mm); C. Comprimento de raiz (mm) e D. Relação comprimento da parte aérea e diâmetro do colo (CPA/DC) de plantas de *Genipa americana* L. submetidas a diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e épocas de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade).

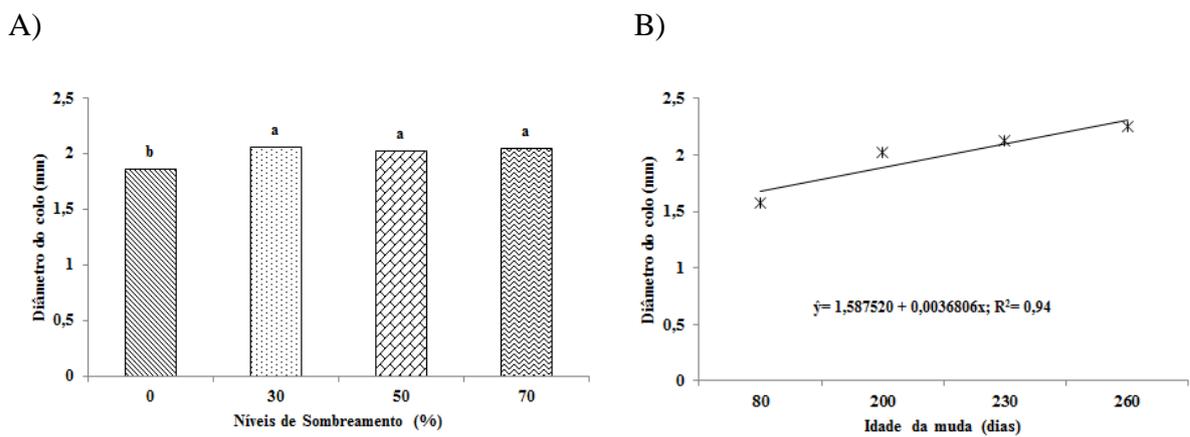


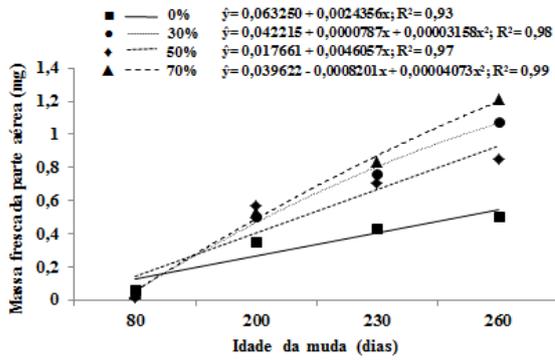
Figura 2 – Diâmetro do colo (mm) de plantas de *Genipa americana* L. submetidas a (A) diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e (B) diferentes épocas de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade). Letras iguais não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Apesar de o comprimento de raiz ter sido maior que o de parte aérea, houve maior direcionamento da massa fresca e seca para a parte aérea em todos os tratamentos (Figura 3A, B, C e D), possivelmente porque as folhas são utilizadas nestas variáveis. Os maiores resultados foram observados para os tratamentos com algum nível de sombreamento ao longo do período de avaliação, indicando que o maior nível de luminosidade prejudica o acúmulo de biomassa nas mudas de *G. americana*. Corroborando com esta pesquisa, Motta et al. (2013), trabalhando com *Anadenanthera falcata* Benth. Speg., relatam que existe tendência de maior direcionamento da fitomassa para a parte aérea em plantas sombreadas.

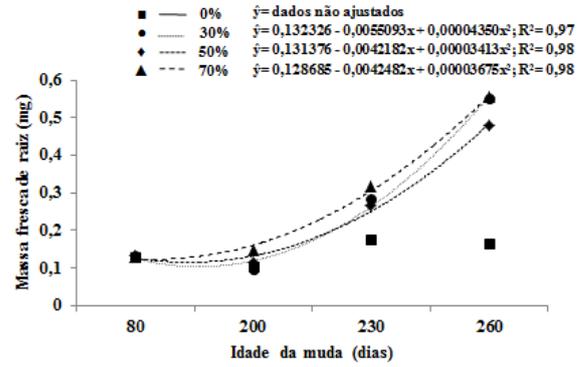
Para massa fresca e seca de parte aérea os maiores resultados foram observados para o tratamento com 70% de sombreamento (1,2118 mg/ 0,3163 mg, respectivamente), e para massa seca de raiz para 30% de sombreamento (0,1162 mg), ambos aos 260 dias. Para massa seca total (MST) o valor máximo foi observado para o tratamento de 30% de sombreamento (0,4196 mg) aos 260 dias. Esses resultados corroboram com os encontrados para *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) (Scalon et al. 2014) e *Dipteryx alata* Vog. (Mota et al. 2012), onde os maiores valores de massa foram encontrados em mudas cultivadas sob sombreamento.

Pode-se observar também que o tratamento a pleno sol afetou de modo negativo as mudas de *G. americana*, pois em todas as variáveis de massa esse tratamento proporcionou os menores resultados (Figura 3A, B, C, D e E). A exposição prolongada a altos níveis de luz pode ser prejudicial ao crescimento das plantas, por absorverem mais fótons de luz do que podem utilizar, o que pode causar a fotoinibição ou, mesmo, a morte (Kitao 2000). Segundo Felfili et al. (2001) a produção de matéria seca consiste no melhor índice de crescimento para respostas das plantas em condições de luz, indicando assim que as mudas de *G. americana* apresentam melhor crescimento em condições de sombreamento.

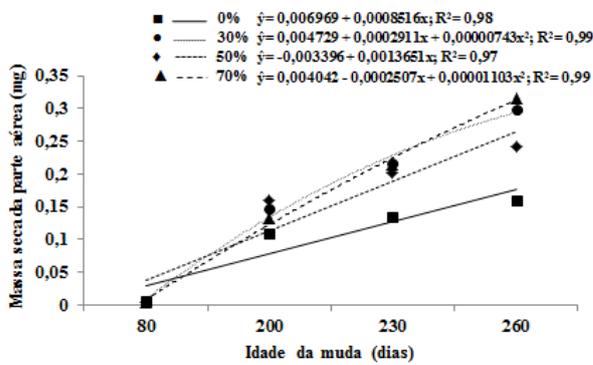
A)



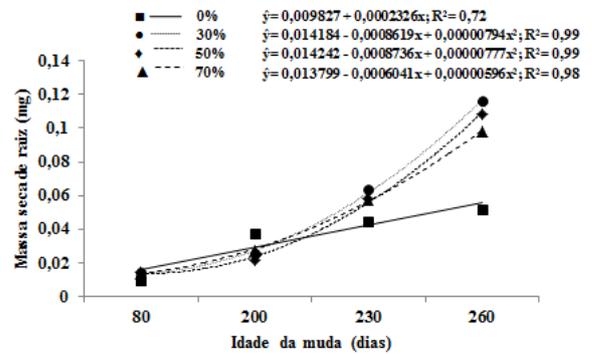
B)



C)



D)



E)

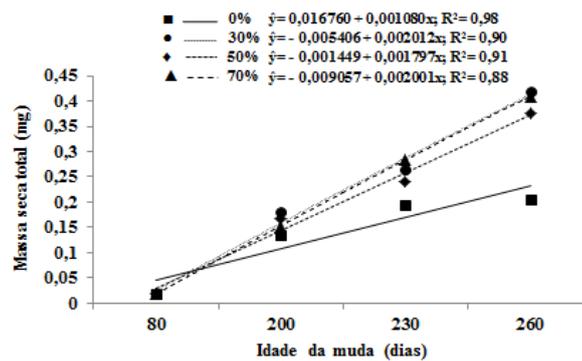
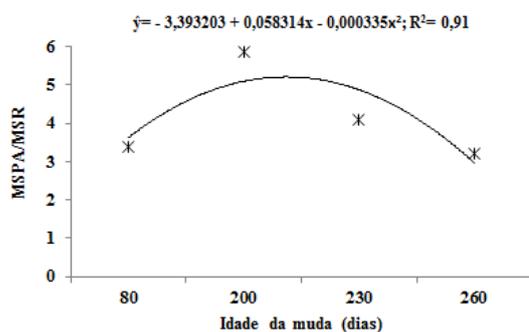


Figura 3 – A. Massa fresca da parte aérea (mg); B. Massa fresca de raiz (mg); C. Massa seca da parte aérea (mg); D. Massa seca de raiz (mg) e E. Massa seca total (mg) de plantas *Genipa americana* L. de submetidas a diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e épocas de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade).

Para a relação de massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) verificou-se resposta quadrática, sendo o maior resultado observado aos 87 dias (5,93) de idade da muda (Figura 4A). As melhores respostas para o IQD também foram observadas para os tratamentos sombreados em todas as épocas avaliadas com valores semelhantes (Figura 4B). Esta variável é utilizada como um parâmetro adequado para expressar a qualidade das mudas, pois define a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (Melo e Cunha 2008, Cruz et al. 2011). Desta forma, o sombreamento é indicado para o crescimento de *G. americana*.

A)



B)

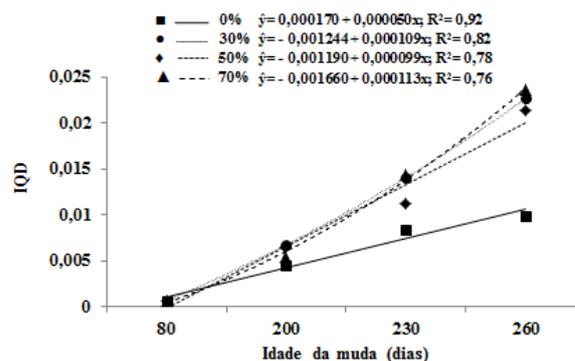


Figura 4 – A. Relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz e B. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas *Genipa americana* L. de submetidas a diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e épocas de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade).

Os dados anatômicos reforçam os resultados morfológicos, pois não foi verificada interação para época de avaliação e níveis de sombreamento para a maioria das variáveis analisadas, exceto para comprimento da região internervural (ITN) (Tabela 2). Carvalho et al. (2006) mencionaram que as alterações nos níveis de luminosidade aos quais uma espécie está adaptada acarretam diferenças na anatomia foliar, o que não foi verificado nesta pesquisa.

TABELA 2. Quadrado Médio do Resíduo referente à análise de variância para espessura da nervura central (NC), feixe vascular (FV), epiderme da face adaxial (EAD), epiderme da face abaxial (EAB), cutícula da face adaxial (CAD), cutícula da face abaxial (CAB), parênquima paliçádico (PP), parênquima lacunoso (PL) e região internervural (INT) em função da época de avaliação (EP) e níveis de sombreamento (S).

CV	NC	FV	EAD	EAB	CAD	CAB	PP	PL	INT
S	682,2 ^{ns}	280,5 ^{ns}	198,3 ^{ns}	4,0 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	95,9 ^{ns}	52,2 ^{ns}	375,3 ^{ns}
EP	1094,5 ^{ns}	1110,9*	317,7 ^{ns}	3,1 ^{ns}	5,63*	0,9*	370,7*	142,1 ^{ns}	245,1 ^{ns}
S x EP	1303,7 ^{ns}	224,3 ^{ns}	178,5 ^{ns}	3,8 ^{ns}	1,4 ^{ns}	0,3 ^{ns}	85,9 ^{ns}	92,4 ^{ns}	553,7*
CV(%)	16,2	20,1	94,7	16,3	73,4	33,8	23,3	27,6	50,6

(*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e (^{ns}) não significativo pela análise de variância, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

Para feixe vascular, cutícula da face adaxial e abaxial e parênquima paliçádico houve aumento linear em função da época de avaliação (Figura 5A, B, C e D), entretanto não houve diferença quanto aos níveis de sombreamento.

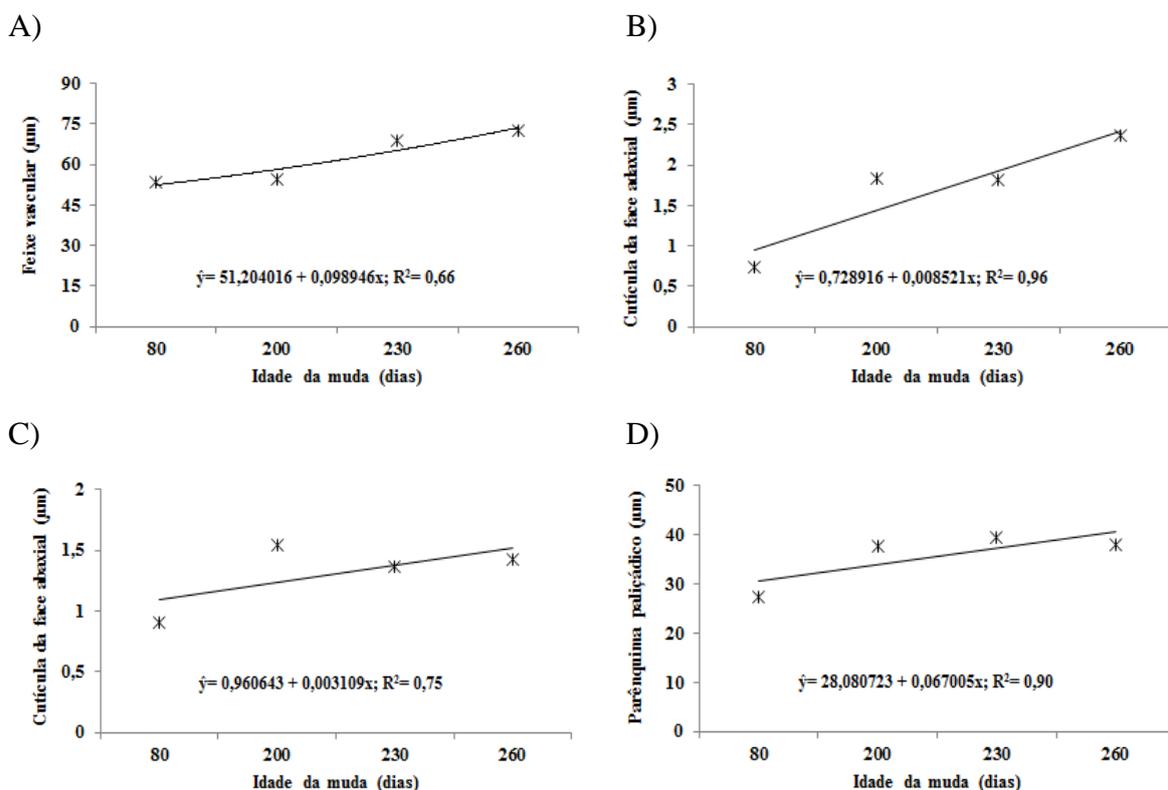


Figura 5 – A. Feixe vascular; B. Cutícula da face adaxial; C. Cutícula da face abaxial e D. Parênquima paliçádico de plantas *Genipa americana* L. submetidas a diferentes épocas de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade).

Para região internervural observaram-se respostas diferentes para os tratamentos. Sob pleno sol (0% de sombreamento) houve resposta quadrática, onde o valor máximo foi observado na segunda avaliação (123,62 μm), aos 92 dias de idade das mudas. No tratamento com 50% de sombreamento a menor média foi verificada aos 67 dias (77,2 mm) (Figura 6).

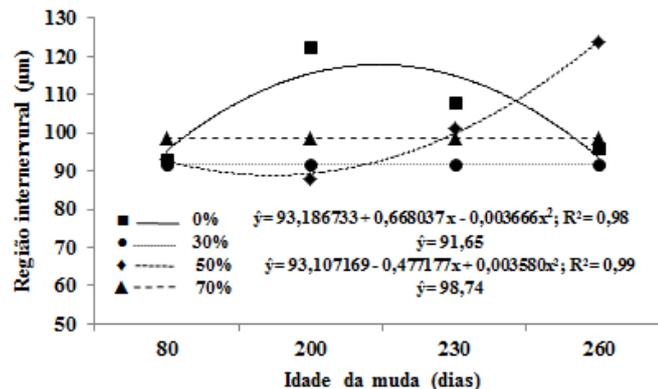


Figura 6 – Região internervural de plantas *Genipa americana* L. submetidas a diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) e épocas de avaliação (80, 200, 230 e 260 dias de idade).

Observou-se que a epiderme das folhas de *G. americana* é unisseriada, apresentando células maiores na face adaxial e é revestida por cutícula delgada de aspecto liso, cobrindo toda a superfície foliar. Na região da nervura central, adjacente a epiderme unisseriada, ocorre de 1 a 2 camadas estreitas de colênquima do tipo angular. O parênquima de preenchimento apresenta células ovais e arredondadas, sendo estas maiores que as do colênquima. O feixe vascular é colateral, apresenta formato de U (aberto), é constituído por faixas de células xilemáticas alinhadas e separadas por células parenquimáticas, e várias de células do floema, externamente. As células de parênquima dispostas no feixe vascular são menores do que as do parênquima de preenchimento (Figura 7A, B, C e D). No parênquima de preenchimento

verificou-se drusas de oxalato de cálcio e amiloplastos (Figura 7E), semelhante ao encontrado por Erbano e Duarte (2010).

O mesofilo é heterogêneo com estrutura dorsiventral, apresentando parênquima paliçádico constituído de 2 camadas, a primeira longa e a segunda com aspecto mais arredondado, e com parênquima lacunoso apresentando de 2 a 3 camadas de células irregulares. Distribuídos pelo mesofilo encontram-se feixes vasculares de pequeno porte, do tipo colateral, envoltos por uma bainha parenquimática (Figura 7F). Apesar das variações ambientais influenciarem nos aspectos anatômicos, Sant'Anna-Santos et al. (2006), avaliando a influência da chuva ácida sobre folhas de *G. americana*, relataram a presença de mesofilo dorsiventral, consistindo de um ou dois estratos de parênquima paliçádico, assim como foi verificado nesta pesquisa, sugerindo ser um padrão da espécie.

Coelho et al. (2006) estudando folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schldl.) K.Schum., também pertencente a família Rubiaceae, verificaram várias características semelhantes as encontradas para *G. americana*, como sistema vascular colateral, epiderme unisseriada, cutícula lisa, colênquima angular e mesofilo dorsiventral. Assim, pode-se inferir que estes caracteres não são os mais indicados para distinção de *G. americana*, sendo comuns em espécies da família.

Deste modo, conclui-se que *Genipa americana* L. é uma espécie com plasticidade fenotípica, pois suas mudas toleram vários níveis de sombreamento, entretanto o melhor desempenho de crescimento foi observado quando exposta a ambientes sombreados, apresentando como estratégia maior número de folhas nestas condições o que aumenta a interceptação de luz. Para a anatomia não houve diferença entre os tratamentos de sombreamento e as folhas desta espécie apresentaram caracteres comuns para a família Rubiaceae.

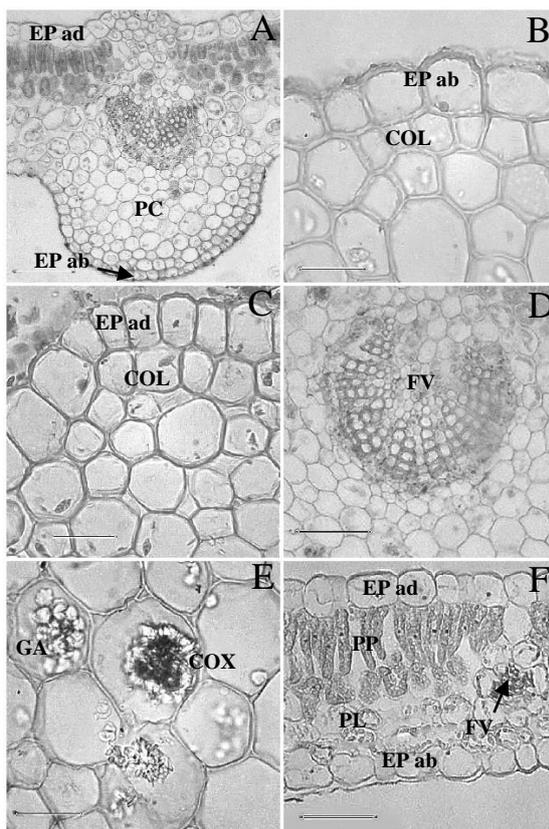


Figura 7 – Secções transversais da lamina foliar de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) A. Região central; B. Epiderme abaxial; C. Epiderme adaxial; D. Feixe vascular; E. Drusas de oxalato de cálcio e amiloplastos; F. Região internervural. Abreviaturas: COL= colênquima; COX= cristais de oxalato de cálcio; EP ad= epiderme na face adaxial; EP ab= epiderme na face abaxial; FV= feixe vascular; GA= grão de amido; PC= parênquima de preenchimento; PL= parênquima lacunoso; PP= parênquima paliádico. Barra= 50 µm.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNDECT/CAPES pela bolsa concedida ao primeiro autor.

RESUMO

As vegetações florestais do Brasil vêm sofrendo níveis significativos de perturbação, o que fez com que as iniciativas para a execução de projetos de conservação, recuperação e uso sustentável dessas áreas crescesse, principalmente com o uso de espécies arbóreas nativas.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial e anatomia foliar de plantas de *Genipa americana* L. As mudas foram submetidas aos sombreamentos de 0, 30, 50 e 70%, sendo avaliadas aos 80, 200, 230 e 260 dias de idade da muda. Pode-se constatar que as mudas de *G. americana* apresentaram alta taxa de sobrevivência em todos os níveis de sombreamento, tolerando condições de pleno sol e sombreamento a que foram expostas, porém apresentaram melhor crescimento em ambientes sombreados. Para a anatomia não houve diferença entre os tratamentos de sombreamento e as folhas desta espécie apresentaram caracteres comuns para a família Rubiaceae. Conclui-se que *G. americana* é uma espécie com plasticidade fenotípica, pois suas mudas toleram vários níveis de sombreamento.

Palavras-chave: luz, mudas, análises de crescimento, espécie arbórea.

REFERÊNCIAS

ALENCAR JC e ARAUJO VC. 1980. Comportamento de espécies florestais amazônicas quanto à luminosidade. *Acta Amaz* 10: 435-444.

ALVARENGA AA, CASTRO EM, LIMA JUNIOR EC e MAGALHÃES MM. 2003. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. *Rev Árvore* 27: 53-57.

APPEZZATTO-DA-GLORIA B e CARMELLO-GUERREIRO SM. 2003. Anatomia vegetal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 438p.

- ARAGÃO DS, LUNZ AMP, OLIVEIRA LC, RAPOSO A e FERMINO JUNIOR PCP. 2014. Efeito do sombreamento na anatomia foliar de plantas jovens de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). Rev Árvore 38: 631-639.
- CARVALHO NOS, PELACANI CR, RODRIGUES MOS e CREPALDI IC. 2006. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. Rev Árvore 30: 351-357.
- CARVALHO PER. 2008. Espécies Arbóreas Brasileiras. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. Vol. 3, p. 297-303.
- CÉSAR FRCF, MATSUMOTO SN, VIANA AES e BONFIM JA. 2014. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. Ci Fl 24: 357-366.
- COELHO VPM, AGRA MF e BARBOSA MRV. 2006. Estudo farmacobotânico das folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum. (Rubiaceae). Rev Bras Farmacogn 16: 170-177.
- CRUZ CAF, PAIVA HN, CUNHA ACMCM e NEVES JCL. 2011. Crescimento e qualidade de mudas de Fedegoso cultivadas em latossolo vermelho-amarelo em resposta a macronutrientes. Sci For 39: 21-33.

DANTAS BF, LOPES AP, SILVA FFS, LÚCIO AA, BATISTA PF, PIRES MML e ARAGÃO CA. 2009. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. *Rev Árvore* 33: 413-423.

DUTRA TR, GRAZZIOTTI PH, SANTANA RC e MASSAD MD. 2012. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. *Rev. Ciênc. Agron* 43: 321-329.

DICKSON A, LEAF AL e HOSNER JF. 1960. Quality appraisal of white spruce and White pine seedling stock of white spruce and White pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle* 36: 10-13.

ERBANO M e DUARTE MR. 2010. Morfoanatomia de folha e caule de *Genipa americana* L., Rubiaceae. *Rev. Bras. Farmacogn* 20: 825-832.

FELFILI JM, FRANCO AC, FAGG CW e SOUSA-SILVA JC. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. In: RIBEIRO JF, FONSECA CEL, SOUSA-SILVA JC (Eds), *Cerrado - caracterização e recuperação de Matas de Galeria*, vol. 1, Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 779-811.

GOMES JM, COUTO L, LEITE HG, XAVIER A e GARCIA SLR. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Rev Árvore* 26: 655-664.

HAGQUIST CW. 1974. Preparation and care of microscope slides. Am Bio Teach 36: 414-417.

HANBA YT, KOGAMI H e TERASHIMA I. 2002. The effect of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in Acer species differing in light demand. Plant Cell and Environ 25: 1021-1030.

JOHANSEN DA. 1940. Plant microtechnique. McGraw – Hill, New York.

KITAO M. 2000. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. Plant Cell and Environ 23: 81-89.

LARCHER W. 2004. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RiMa. 531 p.

LENHARD NR, PAIVA NETO VB, SCALON SPQ e ALVARENGA AA. 2013. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. Pesq Agropec Trop 43: 178-186.

LORENZI H. 2008. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1. 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

MELO RR e CUNHA MCL. 2008. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. Ambiência 4: 67-77.

MORAES NETO SP, GONÇALVES JLM, TAKAKI M, CENCI S e GONÇALVES JC. 2000. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. Rev Árvore 24: 35-45.

MOTTA LHS, SCALON SPQ e MUSSURY RM. 2013. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). Rev Bras Pl Med 15: 655-663.

NODARI RO, REIS MS, FANTINI AC, MANTOVANI A, RUSCHEL A e WELTER LJ. 1999. Crescimento de mudas de palmitheiro (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes condições de sombreamento e densidade. Rev Árvore 23: 285-292.

OLIVEIRA AKM e GUALTIERI SCJAP. 2012. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. Ci Fl 22: 263-273

OGUCHI R, HIKOSAKA K e HIROSE T. 2003. Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy? Plant Cell and Environ 26: 505–512.

PACHECO FV, PEREIRA CR, SILVA RL e ALVARENGA ICA. 2013. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorosia speciosa* A.St.-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. Rev Árvore 37: 945-953.

RUBERTI I, SESSA G, CIOLFI A, POSSENTI M, CARABELLI M e MORELLI G. 2012. Plant adaptation to dynamically changing environment: the shade avoidance response. *Biotech Adv* 30: 1047–1058.

SANCHES MC, MIELKE MS, SOUZA CSD, VIEIRA AJD, LOPES MMM, SILVA JÚNIOR MB. 2009. Morfologia foliar de indivíduos jovens e adultos de *Caesalpinia echinata* Lam. numa floresta semidecídua do sul da Bahia. *Rev Árvore* 33: 885-893.

SANT'ANNA-SANTOS BF, SILVA LC, AZEVEDO AA e AGUIAR R. 2006. Effects of simulated acid rain on leaf anatomy and micromorphology of *Genipa americana* L., Rubiaceae. *Braz Arch Biol Techn* 49: 313-321.

SANTOS LW, COELHO MFB e AZEVEDO RAB. 2013. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. *Pesq flor bras* 33: 151-158.

SCALON SPQ, MUSSURY RM, RIGONI MR e VERALDO F. 2002. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. *Rev Árvore* 26: 1-5.

SILVA BMS, LIMA JD, DANTAS VAV, MORAES WS e SABONARO DZ. 2007. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. *Rev Árvore* 31: 1019-1026.

VALLADARES F e NIINEMETS U. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* v. 39, p. 237-257.

WALTERS MB e REICH PB. 1999. Low light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? *New Phytologist* 143: 143-154.

7. CONCLUSÃO GERAL

Sementes de *Genipa americana* L. apresentam plasticidade fenotípica, pois toleram submersão em água por até 128 dias e as mudas toleram até 70% de sombreamento, entretanto o maior crescimento foi observado quando esta espécie foi exposta a algum nível de sombreamento. Não foi verificada diferença para anatomia foliar quanto ao sombreamento para a maioria das variáveis analisadas.

