

MARIANE KAORI SASAYA

**GERMINAÇÃO E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA
DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS
NATIVAS EM DIFERENTES pHs**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2020

	MARIANE KAORI SASAYA	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2020



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS**



MARIANE KAORI SASAYA

**GERMINAÇÃO E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA
DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS
NATIVAS EM DIFERENTES pHs**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Garlet

ALTA FLORESTA-MT

2020

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

SASAYA, Mariane Kaori Sasaya.
S252g Germinação e Descrição Morfológica de Plântulas de
Espécies Florestais Nativas em Diferentes Phs / Mariane Kaori
Sasaya Sasaya - Alta Floresta, 2021.
63 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu
(Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas
Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias,
Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato
Grosso, 2021.
Orientador: Juliana Garlet

1. Amazônia Meridional. 2. Espécies Nativas. 3.
Restauração. 4. Semeadura Direta. 5. Sementes Florestais. I.
Mariane Kaori Sasaya Sasaya. II. Germinação e Descrição
Morfológica de Plântulas de Espécies Florestais Nativas em
Diferentes Phs: .

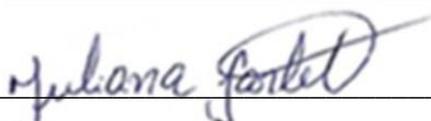
CDU 581.5

GERMINAÇÃO E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM DIFERENTES pHs

MARIANE KAORI SASAYA

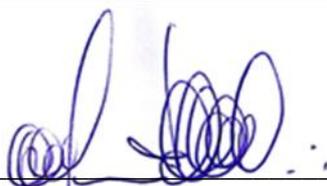
Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 10 de março de 2021.



Profª. Dra. Juliana Garlet

Orientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro



Prof. Dr. Marco Antonio Camillo De Carvalho

UNEMAT/ PPGBioAgro



Profª. Dra. Caciara Gonzatto Maciel
UFRGS/ Departamento de Horticultura e Silvicultura

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre me guiou em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos meus pais pelo todo o apoio e o incentivo.

A minha irmã que me ajudou nos experimentos.

A minha orientadora professora Dra. Juliana Garlet pela sua infinita paciência, conselhos, carinho, e dedicação do seu tempo para a elaboração deste trabalho. Mas agradeço especialmente por sempre estender a mão e me amparar quando precisei.

Aos meus colegas de laboratório pela convivência, pelos momentos de muitas risadas e grande ajuda na realização deste trabalho.

Aos companheiros de pós-graduação por poder compartilhar conhecimentos.

A todos os professores e as pessoas que contribuíram para a minha formação.

A minha amiga Jullyanna Mendes, por continuar ter me aturado e me auxiliado em todos os momentos.

“Don’t worry about what other people think.
Hold your head up high and plunge forward.”

Izuku Midoriya

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
3. CAPÍTULO 1	6
Resumo.....	7
Abstract.....	7
Introdução	9
Material e Métodos.....	11
Resultados	17
Discussão.....	24
Conclusões.....	28
Referências Bibliográficas	29
4. CAPÍTULO 2	32
Resumo.....	33
Abstract.....	33
Introdução	35
Materiais e métodos	36
Resultado e Discussão.....	40
Conclusões.....	50
Referência bibliográficas	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

RESUMO

SASAYA, Mariane Kaori. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, março de 2021. **Germinação e descrição morfológica de plântulas de espécies florestais nativas em diferentes pHs.** Orientadora Prof^a. Dra: Juliana Garlet.

A exigência de conhecimentos silviculturais voltados às espécies nativas no Brasil, nos últimos anos, tem aumentado significativamente, principalmente pelos incentivos à recomposição de matas ciliares e restauração de áreas degradadas. Pois o sucesso da implantação de programas de restauração depende de informações básicas sobre as espécies a serem utilizadas. Sendo que, o conhecimento de fatores ambientais e edáficos limitantes, como o pH, na germinação e no desenvolvimento de plântulas contribuem na escolha de espécies adequadas para situações adversas no campo e conseqüentemente na implementação da restauração florestal. E ainda, os estudos morfológicos de plântulas auxiliam na identificação botânica, contribuindo com o reconhecimento das espécies em fase de plântulas em formações florestais. No entanto, pouco se sabe sobre as características de espécies nativas florestais devido à escassez dos estudos realizados com estas espécies, principalmente em relação as da Amazônia Meridional. Desse modo, objetivou-se neste estudo avaliar a influência do pH na germinação e no desenvolvimento de plântulas de espécies florestais nativas da Amazônia Meridional. E ainda, realizar a descrição morfológica do processo de germinação até a formação de plântula por meio de ilustração de espécies utilizadas em programas de restauração florestal na região. Na análise da influência do pH, realizou-se o teste de germinação utilizando soluções com pHs nos potenciais: 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 e 11,0, nas seguintes espécies: *Bauhinia unguolata* L.; *Cecropia pachystachya* Trécul.; *Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier; *Colubrina glandulosa* Perkins; *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth; *Guazuma ulmifolia* Lam.; *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes; *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.; e *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby. Ao final do teste de germinação determinou-se: a porcentagem de germinação final e o índice de velocidade de germinação, bem como avaliou-se comprimento da parte aérea, comprimento da radícula, comprimento total, e o peso por meio de análise morfométrica das plântulas. Os testes de germinação foram conduzidos em delineamento inteiramente

casualizado, e a análise dos dados foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste post-hoc de Dunn com ajuste de p-valor tipo Bonferroni ($p < 0,05$). A descrição e ilustração morfológica do processo de germinação até formação de plântula foram realizadas através do acompanhamento do desenvolvimento das plântulas normais, onde descreveu-se as seguintes fases: Fase I= plântulas com emissão de radícula; Fase II= plântulas apresentando os cotilédones; Fase III= plântulas apresentando primeiro par de folhas. Para a maioria das espécies analisadas observou-se diminuição nos valores das variáveis analisadas em pHs extremos, especialmente nos pHs 2, 3 e 11. Porém todas as espécies analisadas, apresentaram desempenho satisfatório, principalmente em pH 7. Quanto a descrição morfológica, as características observadas nas três fases de desenvolvimento das plântulas, podem auxiliar como norteadores em identificação de espécies em fase de plântulas no campo, bem como contribuir na distinção de plântulas normais com as anormais.

Palavras-chave: Amazônia Meridional, Espécies nativas, Restauração, Semeadura direta, Sementes florestais.

ABSTRACT

SASAYA, Mariane Kaori. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Março de 2021. **Germination and morphological description of seedlings of native forest species at different pHs.** Adviser Prof^a. Dra: Juliana Garlet.

The demand for silvicultural knowledge aimed at native species in Brazil, in recent years, has increased, mainly due to incentives for the restoration of riparian forests and the recovery of degraded areas, since the success of the implementation of reforestation programs depends on basic information about the species to be used. Since, the knowledge of limiting environmental and edaphic factors, such as pH, in germination and seedling development contribute to the choice of species for adverse situations in the field and consequently in the implementation of forest restoration. Furthermore, seedling morphological studies assist in botanical identification, contributing to the recognition of species in the phase of seedlings in forest formations. However, little is known about the characteristics of native forest species due to the scarcity of studies carried out with these species, mainly in relation to those in the Southern Amazon. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of pH on germination and on the development of seedlings of forest species native to the Southern Amazon. And yet, perform a morphological description of the germination process until the formation of the seedling by means of illustration of species used in forest restoration programs in the region. In the analysis of the pH influence, the germination test was performed using solutions with pHs in the potential 2.0; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0; 7.0; 8.0; 9.0; 10.0 and 11.0, in the following species: *Bauhinia unguolata* L.; *Cecropia pachystachya* Trécul.; *Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier; *Colubrina glandulosa* Perkins; *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth; *Guazuma ulmifolia* Lam.; *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes; *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.; and *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby. At the end of the germination test, it was determined: percentage of final germination and the germination speed index, as well as shoot length, radicle length, total length, and weight through seedling morphometric analysis. The germination tests were conducted in a completely randomized design, and an analysis of the data was performed using the Kruskal-Wallis test, followed by

Dunn's post-hoc test with Bonferroni-type p-value adjustment ($p < 0.05$). The description and morphological illustration of the germination process until the formation of the seedling were followed through the monitoring of the development of normal seedlings, classified as the following phases: Phase I = seedlings with radicle emission; Phase II = seedlings stairs or cotyledons; Phase III = seedlings change first pair of leaves. For most of the analyzed species, it was observed a decrease in the values of the variables analyzed at extreme pHs, especially at pHs 2, 3 and 11. However, all the analyzed species, yield satisfactory performance, where data show excellent performance, mainly at pH 7. The morphological description, the characteristics observed in the three stages of seedling development, can assist as guides in the identification of species in the field of seedlings in the field, as well as distinguish in the distinction between normal and abnormal seedlings.

Key-words: Southern Amazon, Native species, Restoration, Direct seeding, Forest seeds.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil detém área extensa ocupada pela floresta tropical e conseqüentemente apresenta grande biodiversidade. No entanto, ações antrópicas têm levado a diminuição significativa de áreas florestais nativas. Isso tem ocorrido pela elevada demanda de madeiras pelo mercado consumidor, que resultou na exploração de florestas nativas sem planejamento, e pela abertura de novas áreas para agricultura e pecuária (COPERTINO et al., 2019). Diante deste cenário, a cada ano aumenta a necessidade de realizar recomposição de florestas utilizando espécies nativas. A restauração florestal é uma atividade multidisciplinar que concilia conhecimentos sobre Ecologia, Botânica, Silvicultura, Ciência do Solo, Economia e entre outros, e tem como objetivo reestabelecer funções do ecossistema e recuperar diversos componentes da biodiversidade original que foram perdidas (CHAZDON, 2008; GROSSNICKLE & IVETIĆ, 2017).

Inicialmente a restauração florestal era baseada em plantios utilizando uma ou poucas espécies exóticas de rápido crescimento visando que, com o passar do tempo surgissem novas espécies e esta área evoluísse para uma floresta. No entanto, essas estratégias tiveram resultados ineficientes. Com o avanço das pesquisas e o Código Florestal (Lei nº12.651/2012 (BRASIL, 2012)) atualmente recomenda-se realizar plantios com diversas espécies nativas escolhidas de acordo com suas aptidões ecológicas que preferencialmente apresentam potencial em atrair a fauna de dispersores de sementes que possibilitam acelerar o processo de restauração. Além disso, é indicado o plantio intercalado de espécies de grupos sucessionais distintos, sendo as espécies de rápido crescimento (pioneiras) e de crescimento mais lentas (não pioneiras), pois o plantio simultâneo destas espécies pode acelerar o processo natural de sucessão vegetal (RODRIGUES & GANDOLFI, 1996; RODRIGUES et al., 2009; KLIPPEL et al., 2015; GROSSNICKLE & IVETIĆ, 2017).

Uma das formas de plantio mais utilizadas nos projetos de restauração atualmente é a semeadura direta, que consiste na utilização de sementes de espécies florestais diretamente no solo da área que se pretende reflorestar com intuito de promover o recobrimento do solo. Sendo que essa técnica possibilita realizar restauração ecológica com várias espécies devido à facilidade de criar misturas de espécies em comparação com o plantio

convencional, assim promovendo maior diversidade e densidade de plantas (AGUIRRE et al., 2015; GROSSNICKLE & IVETIĆ, 2017).

A técnica de semeadura direta tem sido recomendada para restauração de ecossistemas florestais por ser uma estratégia alternativa de menor custo comparada ao plantio de mudas, e pelo fato que a maioria das espécies florestais é propagada via sementes. Além disso, a semeadura direta pode ser aplicada em áreas de difícil acesso, onde as condições de solo tornam inaplicável o plantio por meio de mudas. No entanto, as imprevisibilidades das taxas de germinação e a maior suscetibilidade às condições adversas que se encontram no campo, são as principais desvantagens desse método (CLOSE & DAVIDSON, 2003; AGUIRRE et al., 2015; SILVA & VIEIRA, 2017).

Para aumentar a eficiência da semeadura direta, torna-se de grande importância a obtenção de informações básicas sobre as espécies a serem utilizadas, escolhendo espécies adequadas para cada situação que se encontra á campo. Pois, a germinação de sementes, e o desenvolvimento das plântulas são influenciadas por diversos fatores incluindo os edafoclimáticos, refletindo em respostas variadas de acordo com a condição que as sementes foram submetidas. Dentre estes fatores edafoclimáticos que podem causar efeitos negativos aos cultivos destaca-se o pH, pois muitos plantios para fins de restauração são realizados em solos sem correção de nutrição e pH. E o pH em níveis mais extremos atua como fator limitante na germinação e estabelecimento de plantas no campo. No entanto o comportamento das sementes varia de acordo com as espécies, pois algumas espécies apresentam preferência pelos solos ácidos, e outras pelos solos alcalinos (TUDELA-ISANTA et al, 2018).

Cabe ressaltar, que existem poucos estudos sobre o efeito do pH na germinação, especialmente para espécies florestais nativas. Essa falta de informações pode resultar em insucessos na implantação de programas de restauração florestal, por empregar as espécies em locais com condições edafoclimáticas inadequadas (SILVA et al., 2017).

A falta de informação de espécies florestais nativas também se aplica em relação aos estudos morfológicos de plântulas. O estudo morfológico de sementes e plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo de subsídio para os plantios e na identificação destas espécies em

condições naturais na floresta. E a caracterização de plântulas no campo contribui no planejamento e tratamentos silviculturais assim possibilitando o sucesso na implantação de plantios florestais (GUERRA et al., 2006).

A região norte de Mato Grosso, tem apresentado número significativo de projetos de restauro, e muitos deles realizados com semeadura direta, pois este método tem apresentado eficiência, e menor custo em relação ao plantio de mudas. Silva et al. (2020) avaliando métodos de implantação florestal utilizando espécies pioneiras nativas no município de Alta Floresta, no Mato Grosso, concluíram que o método de semeadura direta tem apresentado resultado satisfatório tanto em número de sobrevivência de indivíduos, como nos parâmetros morfométricos avaliados.

Destaca-se que, ainda pouco se conhece em relação à germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies florestais nativas em geral, em especial com espécies nativas utilizadas em projetos de restauração, bem como a influência de fatores edáficos na germinação e desenvolvimento de plântulas como o pH. Assim, o objetivo desta pesquisa é avaliar a influência do pH na germinação e no desenvolvimento de plântulas, e realizar a descrição e ilustração morfológica do processo de germinação de espécies florestais nativas utilizadas em programas de restauração florestal na Amazônia Meridional.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. G. et al. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 4, p. 629-64, 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 12 mar. de 2021.

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.

CLOSE D. C. ; DAVIDSON, N. J. Revegetation to combat tree decline in the Midlands and Derwent Valley lowlands of Tasmania: Practices for improved plant establishment. **Ecological Management & Restoration**, v. 4, n. 1, p. 29-36, 2003.

COPERTINO, M. et al. Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 71, n. 4, p. 4-5, 2019.

TUDELA-ISANTA, M. et al. The seed germination niche limits the distribution of some plant species in calcareous or siliceous alpine bedrocks. **Alpine Botany**, v. 128, n.1, p. 83-95, 2018.

GROSSNICKLE, S. C.; IVETIĆ, V. Direct seeding in reforestation: a field performance review. **REFORESTA**, v. 4, n. 1, p. 94-142, 2017.

GUERRA, M. E. de. C. et al. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.

KLIPPEL V. H. et al. Avaliação de métodos de restauração florestal de mata de tabuleiros-ES. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 69-79, 2015.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 2, n. 1, p. 4-15, 1996.

SILVA, A. C. S. et al. Planting of Seedlings and direct seeding with different inputs in pioneer species in the Southeastern Amazon. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 2, p. 1-11, 2020.

SILVA, R. B. e. et al. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 142-150, 2017.

SILVA, R. R. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. **Applied Vegetation Science**, v.20, n. 3, p. 410–421, 2017.

3. CAPÍTULO 1

3.1 GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS EM DIFERENTES pHs DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS UTILIZADAS EM PROGRAMAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Resumo - (Germinação e desenvolvimento de plântulas em diferentes pHs de espécies florestais nativas utilizadas em programas de restauração florestal na Amazônia Meridional). A exigência de pesquisas voltadas à germinação de sementes de espécies florestais nativas aumentou pelos incentivos à restauração de áreas degradadas utilizando principalmente semeadura direta. Onde o pH do solo pode comprometer o sucesso de implantação do projeto de restauração florestal, por interferir na capacidade de estabelecimento das plantas. Assim objetivou-se avaliar a influência do pH na germinação e desenvolvimento de plântulas, das espécies: *Bauhinia unguolata* L.; *Cecropia pachystachya* Trécul; *Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier; *Colubrina glandulosa* Perkins; *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.; *Guazuma ulmifolia* Lam.; *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes; *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.; e *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby. Na análise da influência do pH, realizou-se o teste de germinação utilizando soluções com pHs nos potenciais 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 e 11,0. Determinou-se a porcentagem de germinação final e o índice de velocidade de germinação, e avaliou-se comprimento da parte aérea, comprimento da radícula, comprimento total, e o peso através de análise morfométrica das plântulas. Conduziu-se os testes de germinação em delineamento inteiramente casualizado, e analisou-se os dados pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste post-hoc de Dunn-Bonferroni ($p < 0,05$). Assim, observou-se para as espécies analisadas menor taxa de germinação e desenvolvimento de plântulas nos pHs 2, 3 e 11. Para *Colubrina glandulosa* ocorreu diminuição de valores para todos os parâmetros analisados nos pHs ácidos de 2 a 4. *Samanea tubulosa* e a *Guazuma ulmifolia* apresentaram melhor desempenho nos pHs de 6 a 10 para a germinação e variáveis morfométrica. Quanto a espécie *Cecropia pachystachya* verificou-se maiores médias de índice de velocidade de germinação e as variáveis morfométricas nos pHs de 4 a 8. Referente aos parâmetros morfométricos, *Senna multijuga* apresentou maiores valores nos pHs de 5 a 9, *Enterolobium schomburgkii* na faixa de pH de 2 a 10, e *Parkia pendula* no pH 3 a 9. As espécies *Bauhinia unguolata* e *Chloroleucon tortum*, para todos os parâmetros tiveram maiores desempenhos nos pHs 3 a 10. Com isso, nota-se que a influência do pH varia de acordo com a espécie, sendo que *Samanea tubulosa* apresentou alta germinação em pHs mais alcalinos, e para *Senna multijuga*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia pendula* o pH não chegou a influenciar a porcentagem de germinação. *Cecropia pachystachya*, *Colubrina glandulosa*, *Bauhinia unguolata*, e *Chloroleucon tortum* apresentaram ótimo desempenho para a ampla faixa de pHs analisada, porém os pHs extremos interferiram na taxa de germinação e no desenvolvimento das plântulas.

Palavras-chave: Fatores edáficos, Morfometria, Semeadura Direta, Sementes Florestais, Vigor de sementes.

Abstract - (Germination and seedling development at different pHs of native forest species used in forest restoration programs in the Southern Amazon). The demand for research on seed germination of native forest species has increased due to incentives to restore degraded areas using mainly direct seeding. Where the pH of the soil can compromise the successful implementation of the forest restoration project, as it interferes with the plant's ability to establish itself. Thus,

the objective was to evaluate the influence of pH on germination and seedling development, of the species: *Bauhinia unguolata* L.; *Cecropia pachystachya* Trécul; *Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier; *Colubrina glandulosa* Perkins; *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.; *Guazuma ulmifolia* Lam.; *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes; *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.; and *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby. In the analysis of the pH influence, the germination test was carried out using solutions with pHs at potential 2.0; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0; 7.0; 8.0; 9.0; 10.0 and 11.0. The percentage of final germination and the germination speed index were determined, and shoot length, root length, total length, and weight were evaluated through seedling morphometric analysis. The germination tests were conducted in a completely randomized design, and the data were analyzed using the Kruskal-Wallis test, followed by the Dunn-Bonferroni post-hoc test ($p < 0.05$). Thus, a lower germination rate and seedling development was observed for the species analyzed at pHs 2, 3 and 11. For *colubrina glandulosa* there was a decrease in values for all parameters analyzed at acidic pHs 2 to 4. *Samanea tubulosa* and *Guazuma ulmifolia* showed better performance at pHs 6 to 10 for germination and morphometric variables. As for the species *Cecropia pachystachya*, there were higher averages of germination speed index and morphometric variables at pHs 4 to 8. Referring to morphometric parameters, *Senna multijuga* showed higher values at pHs 5 to 9, *Enterolobium schomburgkii* in the pH range from 2 to 10, and *Parkia pendula* at pH 3 to 9. The species *Bauhinia unguolata* and *Chloroleucon tortum*, for all parameters had higher performances at pH 3 to 10. With this, it is noted that the influence of pH varies according to the species, being *Samanea tubulosa* showed high germination at more alkaline pHs, *Senna multijuga*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium schomburgkii* and *Parkia pendula* did not influence the germination percentage, and *Cecropia pachystachya*, *Colubrina glandulosa*, *Bauhinia unguolata*, and *Chloroleucon tortum* presented excellent performance for a wide range of analyzed pHs, however at extreme pHs interferes in the germination rate and seedling development.

Key-words: Edaphic factors, Morphometry, Direct Sowing, Forest Seeds, Seed Vigor.

Introdução

A exigência de conhecimentos silviculturais voltados à germinação de sementes de espécies nativas no Brasil, nos últimos anos, tem aumentado significativamente, principalmente pelos incentivos à recomposição de matas ciliares e recuperação de áreas degradadas, nos diferentes biomas brasileiros (RÊGO & POSSAMAI, 2004).

Na Amazônia Meridional, o setor florestal ligado ao reflorestamento tem apresentado destaque principalmente pela restauração de áreas degradadas, e diversas estratégias têm sido utilizadas para esta prática. E dentre estas destaca-se a semeadura direta utilizando-se espécies nativas pela sua praticidade, rapidez e baixo custo de implantação (FERREIRA et al., 2007). No entanto, a carência de conhecimentos técnicos sobre as características destas espécies nativas especialmente tratando-se do desempenho destas sementes no campo, dificultam a implementação da restauração florestal apesar da crescente demanda (SABOGAL, 2006; DELARMELINA et al., 2014).

O sucesso do estabelecimento das plantas quando efetuada a semeadura direta é dependente do estado fisiológico das sementes a serem utilizadas envolvendo aspectos sanitários, genéticos e fisiológicos. Bem como fatores ambientais e edáficos onde a semente está inserida, sendo estes: umidade, regime de temperatura, nutrientes e pH. Tais fatores podem influenciar diretamente ou indiretamente na germinação que conseqüentemente interferem na capacidade de estabelecimento e no desenvolvimento da planta (PEREIRA et al., 2002; AIMI et al., 2016).

Dentre os fatores de interferência no desenvolvimento das plantas, destaca-se o pH, pois este pode tornar-se em um inibidor do processo germinativo conforme o teor, causando efeito negativo no desenvolvimento destas sementes no campo. Nota-se uma carência de estudos sobre o efeito do pH na germinação de sementes, especialmente para espécies florestais nativas (CARMONA, 1997).

O pH do solo tem papel crucial na assimilação de nutrientes pelas plantas. Sendo que solos ácidos que são comumente encontrados no Brasil, de modo predominante nestes, estão as formas trocáveis de alumínio (Al^{3+}) na solução do solo quando este está abaixo de pH 5. Desse modo, limita o desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente, a absorção de

nutrientes. Além disso, a variação de pH afeta a disponibilidade de macronutrientes e micronutrientes no solo que são indispensáveis para um bom desenvolvimento da planta (RODRIGUES et al., 2004; VARGAS et al., 2019; BRIGNOLI et al., 2020).

Considerando que muitos dos plantios com fins de restauração na região norte de Mato Grosso têm sido realizados com semeadura direta, em solos sem correção nutricional, conhecer a influência do pH na germinação das sementes é um fator essencial. Desta forma evidencia-se a importância do desenvolvimento de pesquisas sobre o efeito do pH na germinação de espécies florestais nativas da região com intuito de aumentar a eficiência dos processos de restauração.

Assim, objetivou-se neste estudo avaliar a influência do pH sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas, das espécies: *Bauhinia unguolata* L.; *Cecropia pachystachya* Trécul; *Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier; *Colubrina glandulosa* Perkins; *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.; *Guazuma ulmifolia* Lam.; *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes; *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp; e *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby.

Material e Métodos

Espécies utilizadas

Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios do CEPTAM (Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional) no Campus II da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Alta Floresta. As sementes utilizadas foram fornecidas pelo Instituto Centro de Vida (ICV) localizado no município de Alta Floresta – MT, sendo as mesmas provenientes de coletas realizadas no ano de 2019.

No presente trabalho foram realizados testes de germinação para nove espécies florestais nativas comumente utilizadas em programas de restauração na região norte de Mato Grosso, as quais encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela1. Espécies florestais utilizadas nas análises do efeito do pH na germinação.

Espécie	Nome popular	Família
<i>Bauhinia unguolata</i> L. ^{SI}	Pata de vaca	Fabaceae
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul. ^P	Embaúba	Urticaceae
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier ST	Jurema	Fabaceae
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins ^{SI}	Sobrasil	Rhamnaceae
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth. ST	Orelinha	Fabaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ^{SI}	Angelim-Saia	Malvaceae
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp. ST	Mutamba	Fabaceae
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes ^P	Bordão-de-velho	Fabaceae
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby ^P	Pau-cigarra	Fabaceae

P=pioneira; SI=Secundária inicial; ST= secundária tardia.

Para a escolhas destas espécies, foram consideradas os seguintes motivos: *Cecropia pachystachya*, *Bauhinia unguolata*, e *Guazuma ulmifolia* são comumente empregadas em reflorestamento ou programas de restauração devido ao seu rápido crescimento, o qual permite cobrir o solo rapidamente. Quanto a *Colubrina glandulosa* e *Chloroleucon tortum* são muito utilizadas para estes fins devido seu fácil cultivo por serem plantas rústicas. Dentre as espécies citadas anteriormente, destaca-se a espécie *Cecropia pachystachya*, *Enterolobium schomburgkii*, *Guazuma ulmifolia*, *Parkia pendula* e *Samanea tubulosa* por alimentar a avifauna, pois seus frutos e sementes servem de

alimento para animais que são responsáveis pela dispersão de sementes (LORENZI, 2009a; LORENZI, 2009b; LORENZI, 2009c).

Superação de dormência

Para as espécies que apresentaram algum tipo de dormência, antes de prosseguir com a assepsia da semente, primeiramente realizou-se a superação de dormência conforme recomendações de documentos oficiais para análise de sementes florestais (BRASIL, 2009; BRASIL, 2013) e para a espécie que não consta nestes documentos, foram consultados outros documentos técnicos e científicos. Sendo que as metodologias aplicadas se encontram na Tabela 2.

Tabela 2. Métodos de superação de dormência para as espécies analisadas no estudo de influência do pH na germinação.

Espécie	Superação de dormência	Fonte
<i>Cecropia pachystachya</i>	Imersão em água a 90°C fora da fonte de calor e deixando a mesma na água por uma hora.	BRASIL, (2013)
<i>Colubrina glandulosa</i>	Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado durante uma hora e em seguida larvar abundantemente em água corrente.	BRASIL, (2013)
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado durante cinco minutos e em seguida larvar abundantemente em água corrente.	BRASIL, (2013)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Imersão em água a 90°C fora da fonte de calor e deixando a mesma água por 24 horas.	BRASIL, (2013)
<i>Parkia pendula</i>	Abertura de um pequeno orifício na lateral ao terço superior da semente, parte oposta da micrópila sem atingir os cotilédones.	BRASIL, (2013)
<i>Samanea tubulosa</i>	Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado durante cinco minutos e em seguida larvar abundantemente em água corrente.	GIACHINI (2010)
<i>Senna multijuga</i>	Abertura de um pequeno orifício com cortador “tipo de unha” na lateral ao terço superior da semente, parte oposta da micrópila sem atingir os cotilédones.	BRASIL, (2013)

Preparação das soluções com diferentes pHs

Durante o experimento, todos os umedecimentos nos testes de germinação foram efetuados por meio de soluções aquosas com valores de pHs

de acordo com cada tratamento, sendo eles: 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 e 11,0. Para regular o pH nos valores referidos acima, adicionou-se a água destilada hidróxido de sódio (NaOH) para elevar o mesmo, e ácido clorídrico (HCl) para acidificar, sendo o pH medido com auxílio de um pHmetro de bancada (Medidor de pH TEC-2), visando estabelecer os níveis desejados.

Teste de germinação

Os testes de germinação foram realizados de acordo com as recomendações da Regra Brasileira de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009) e o documento do Mapa (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) referente a análise de sementes florestais (BRASIL, 2013) conforme recomendações para cada espécie. As sementes passaram pela assepsia para remoção de impurezas e evitar proliferação de fungos. Após a superação de dormência, a assepsia foi realizada por meio de imersão das sementes em solução com hipoclorito de sódio (na concentração de 1 a 2%), ou imergidas em solução com detergente (cinco gotas de detergente em 100 mL de água) durante dez minutos, e posteriormente estas foram lavadas em água corrente para a remoção destas substâncias (Tabela 3).

Tabela 3. Formas de assepsia, tipo de substrato e temperatura utilizados nos testes de germinação.

Espécie	Assepsia	Substrato	Temperatura (°C)	Fonte
<i>Bauhinia unguolata</i>	Hipoclorito 1%	RP	25	BRASIL, (2013)
<i>Cecropia pachystachya</i>	Hipoclorito 1%	EV	30	BRASIL, (2013)
<i>Chloroleucon tortum</i>	Hipoclorito 1%	SP	30	OLIVEIRA et al., (2005)
<i>Colubrina glandulosa</i>	Detergente	EV	30	BRASIL, (2013)
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Hipoclorito 1%	SP	30	BRASIL, (2013)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Detergente	SP	30	BRASIL, (2013)
<i>Parkia pendula</i>	Hipoclorito 2%	RP	30	BRASIL, (2013)

<i>Samanea tubulosa</i>	Hipoclorito 2%	RP	30	GIACHI NI, (2010)
<i>Senna multijuga</i>	Hipoclorito 2%	RP	25	BRASIL, (2013)

RP=rolo de papel; SP=sobre papel; EV= entre vermiculita.

Após a assepsia, as sementes foram distribuídas com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação entre as sementes e plântulas em desenvolvimento sobre o substrato indicado (Tabela 3). Para o substrato tipo rolo de papel, as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel tipo Germitest[®] previamente umedecidas com a solução de pH regulado para cada tratamento e em seguida cobertas com uma terceira folha, e assim umedecendo novamente até que a quantidade da solução utilizada fosse equivalente a duas vezes o peso do papel seco. Posteriormente estas foram embaladas em forma de rolo e colocadas em sacos plásticos transparentes de 0,04 mm de espessura para evitar a perda de água por evaporação.

Na montagem dos testes de germinação com substrato do tipo entre vermiculita, as sementes foram semeadas sobre uma camada uniforme de vermiculita inseridas em caixa tipo plástico transparentes, e cobriu-se as sementes com outra camada de vermiculita. E estas foram umedecidas com solução equivalente a duas vezes o peso seco da vermiculita.

A semeadura em substrato sobre papel foi efetuada de modo que as sementes ficassem sobrepostas entre duas folhas de papel Germitest[®] umedecidas com solução na proporção de duas vezes o peso do papel seco em caixas plásticas do tipo Gerbox.

Após a montagem, os tratamentos foram mantidos em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD), em temperatura constante de 25 á 30 °C de acordo com a espécie (Tabela 3), com fotoperíodo de 12 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes. Durante todo o tempo do experimento, quando necessário foi realizado o umedecimento do substrato através de soluções com pH regulados para cada tratamento de modo que os substratos ficassem suficientemente úmidos para proporcionar às sementes umidade necessária para sua germinação (BRASIL, 2009).

Análises realizadas

A determinação da porcentagem de sementes germinadas (germinação final), foi realizada pela contagem do número de plântulas normais da espécie em análise, conforme a RAS (BRASIL, 2009). Conforme esta, as plântulas normais são aquelas que possuem todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (sistema radicular, parte aérea, gemas terminais, e cotilédones), com potencial para a continuação do seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis.

No presente experimento, os valores percentuais de germinação final de plântulas normais (GF) foram obtidos por meio da Equação 1:

$$GF = \frac{(\sum n^{\circ} \text{sementes germinadas} * 100)}{n^{\circ} \text{sementes por repetição}} \quad \text{Equação 1}$$

Somente para a espécie *Cecropia pachystacha* os resultados da germinação Final não foram expressos em porcentagem. O documento de Instruções Para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013) recomenda a utilização peso/repetição como tamanho amostral para esta espécie, com isso para esta espécie utilizou-se o número de indivíduos germinados como a taxa de germinação final.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, o qual foi calculado por meio da equação proposta por Maguire (1962), Equação 2:

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \frac{G3}{N3} \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo: G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semente à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Com o objetivo de analisar a diferenciação do desenvolvimento de plântulas em respostas aos diferentes pHs, foi realizada a análise morfométrica de plântulas germinadas, efetuando medições de comprimento da parte aérea, raiz, comprimento total, com o auxílio de régua graduada em mm, e a espessura do coleto determinada por meio de paquímetro digital. A massa úmida individual das plântulas foi obtida com auxílio de balança de precisão (0,0001g).

Análise estatística

Os testes de germinação foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Para a espécie *Cecropia pachystacha*, foram utilizadas 0,25g (580sementes em média) de sementes por repetição, totalizando 1 g para cada tratamento. As demais espécies foram instaladas com quatro repetições de 25 sementes totalizando 100 sementes para cada tratamento.

Para verificação da normalidade dos dados utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk, e devido à anormalidade dos mesmos para germinação e parâmetros morfométricos, realizou-se testes não paramétricos. Assim, a análise dos dados foi realizada com o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste post-hoc de Dunn, com ajuste de p-valor tipo Bonferroni ($p < 0,05$). A análise dos dados foi realizada com o auxílio do pacote `dun.test` no software R versão 4.0.2 (R DEVELOPMENT CORE EQUIPE, 2020).

Resultados

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios de germinação final, índice de velocidade de germinação e parâmetros morfométricos de plântulas das espécies pioneiras: *Cecropia pachystachya*, *Senna multijuga*, *Samanea tubulosa* e *Guazuma ulmifolia*, em diferentes pHs.

Tabela 4. Média de germinação final, índice de velocidade de germinação e morfometria de plântulas em diferentes faixas de pH para: *Cecropia pachystachya*, *Senna multijuga*, e *Samanea tubulosa*.

<i>Cecropia pachystachya</i>							
pH	GF*	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	21,3 ab	7,4 ab	10,4 b	5,0 b	15,3 b	0,5 a	10,0 ab
3	23,5 ab	8,0 ab	11,0 b	7,4 ab	19,1 ab	0,4 a	8,0 ab
4	27,3 ab	8,0 ab	15,6 a	9,8 ab	25,1 ab	0,6 a	13,0 a
5	29,5 ab	10,1 a	14,4 ab	10,2 ab	24,4 ab	0,6 a	8,0 ab
6	30,3 a	8,4 ab	14,4 ab	14,1 a	28,5 a	0,5 a	11,0 a
7	28,3 ab	7,1 ab	14,4 ab	11,8 ab	26,1 ab	0,5 a	8,0 ab
8	27,0 ab	9,3 ab	14,4 ab	14,8 a	28,0 a	0,4 a	10,0 ab
9	24,5 ab	7,3 ab	14,0 ab	11,3 ab	25,1 ab	0,5 a	8,0 ab
10	23,5 ab	7,5 ab	13,0 ab	14,1 a	27,2 ab	0,4 a	10,0 ab
11	14,3 b	2,4 b	12,2 ab	9,1 ab	21,3 ab	0,4 a	6,0 b
W	W=0,97; p= 0,31	W=0,95; p= 0,10	W=0,99; p=0,12	W=0,97; p=4,38 ^{e-05}	W=0,97; p=6,04 ^{e-6}	W=0,9; p=5,12 ^{e-7}	W=0,9; p= 0,15
KW	p=0,03	p=0,04	p<7,14 ^{e-16}	p<2,20 ^{e-16}	p<2,20 ^{e-16}	P=0,20	p<2,20 ^{e-16}
<i>Senna multijuga</i>							
pH	GF**	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	55,0 a	6,8 ab	13,8 a	9,5 ab	24,3 b	0,9 a	38,0 a
3	59,0 a	8,2 ab	14,9 a	8,6 b	33,6 ab	0,9 a	39,0 a
4	65,0 a	9,3 ab	27,9 ab	7,1 b	36,2 a	0,9 a	41,0 a
5	68,0 a	10,3 a	29,9 a	13,2 b	38,5 a	0,9 a	41,0 a
6	74,0 a	8,5 ab	25,2 ab	9,7 ab	35,5 ab	1,0 a	42,0 a
7	63,0 a	8,0 ab	23,2 ab	10,3 a	46,1 a	0,8 a	35,0 a
8	73,0 a	8,2 ab	31,8 a	8,1 ab	23,3 ab	0,9 a	36,0 a
9	62,0 a	6,5 ab	17,9 ab	9,4 ab	21,7 b	0,8 a	36,0 a
10	64,0 a	7,3 ab	22,0 ab	5,5 b	31,9 ab	0,9 a	37,0 a
11	53,0 a	5,2 b	15,9 b	6,8 b	24,5 ab	0,8 a	35,0 a
W	W=0,97; p=0,39	W=0,96; p=0,32	W=0,97; p= 2 ^{e-5}	W=0,9; p=9,5 ^{e-12}	W=0,96; p=5,3 ^{e-06}	W=0,98; p=0,01	W=0,99; p=0,03
KW	p=0,096	p=0,02	p<2,20 ^{e-16}	p<2,20 ^{e-16}	p<2,20 ^{e-16}	p=0,11	p=0,10
<i>Samanea tubulosa</i>							
pH	GF**	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	28,0 b	3,9 ab	25,1 b	8,7 b	33,9 b	1,1 ab	168 b

3	38,0 ab	4,1 ab	25,4 ab	9,5 ab	34,5 ab	1,2 ab	196 ab
4	38,0 ab	3,8 b	25,9 ab	11,0 ab	36,9 ab	1,3 ab	194 ab
5	39,0 ab	4,0 ab	28,7 ab	10,9 ab	40,9 ab	1,2 ab	201ab
6	36,0 ab	3,6 b	34,1 ab	15,3 a	49,8 ab	1,2 ab	218 a
7	45,0 ab	4,8 ab	38,7 a	16,1 a	54,8 a	1,3 ab	211 ab
8	42,00ab	4,2 ab	36,7 a	14,1 ab	50,8 a	1,4 a	224 a
9	53,0 a	4,9 ab	34,9 a	9,3 ab	44,1 ab	1,3 ab	205 ab
10	57,00 a	6,1 a	28,0 ab	12,0 ab	36,2 ab	1,1 ab	198 ab
11	41,0 ab	4,3 ab	22,8 b	8,2 b	32,8 b	1,1 b	196 ab
W	W=0,92; p=0,22	W=0,91; p=7,3 ^{-e3}	W=0,95; p=0,12	W=0,94; p=0,04	W=0,93; p=0,02	W=0,96; p=0,25	W=0,97; p=0,54
KW	p=1,0 ^{e-3}	p=5,3 ^{e-4}	p<2,20 ^{e-} 16	p=5,74 ^{e-} 15	P=0,02	p=5,04 ^{e-6}	p=1,0 ^{e-4}

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para cada espécie avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn -Bonferroni ($p < 0,05$).

CA= Comprimento da Parte aérea(mm); CR= Comprimento de radícula(mm); CT= Comprimento Total(mm); EC= Espessura de Coleto(mm); P= Peso(mg); GF= germinação final (*número de indivíduos; ** porcentagem); IVG= Índice de Velocidade de Germinação, W= Teste de Shapiro-Wilk; KW= Teste de Kruskal-Wallis.

Avaliando a espécie *Cecropia pachystachya* (Tabela 4), somente não se verificou diferença estatística na espessura do coleto nos pHs analisados. Sendo que a germinação final foi baixa para todas as faixas de pH, no entanto, nota-se que houve diferença estatística entre o pH 6 e o pH 11, e para o índice de velocidade de germinação esta diferenciação ocorreu entre os pHs 5 e 11. Nas variáveis morfométricas o comprimento da parte aérea apresentou diferenças entre os pHs 2 e 3 com menores valores para o pH 4 que teve maior média. Para comprimento de radícula constatou-se menor média no pH 2, apresentando diferença estatística apenas com os pHs 6, 8 e 10. O mesmo padrão foi observado para o comprimento total de plântulas. Em relação ao peso úmido, constatou-se menor valor no pH 11, mas este diferiu estatisticamente apenas dos pHs 4 e 6 que apresentaram as maiores médias.

Para *Senna multijuga* (Tabela 4) não houve diferença estatística entre os pHs na germinação final, espessura do colo e o peso. O índice de velocidade de germinação do pH 5 diferiu apenas do pH 11, sendo maior para o pH 5. No comprimento da parte aérea os pHs 5 e 8 apresentaram os maiores valores, mas diferiram apenas dos pHs 2, 3 e 11. O comprimento da radícula dos pHs 5 e 7 foram superiores diferindo dos pHs 3, 4, 10, e 11. E o comprimento total nos pHs 4, 5 e 7 que apresentaram maiores valores diferiram dos pHs 2 e 9.

A espécie *Samanea tubulosa* (Tabela 4) apresentou diferenciação estatística entre os pHs em todas as variáveis. Na germinação final observou-se maiores médias nos pHs 9 e 10 que diferiram apenas do pH 2. O índice de velocidade de germinação, apresentou diferença do pH 10 (maior média) com os pHs 4 e 6. Quanto ao comprimento da parte aérea, os pHs de 7 a 9 diferiram dos pHs 2 e 11. O comprimento da radícula das plântulas nos pHs 6 e 7 foram superiores aos encontrados nos pHs 2 e 11. O comprimento total de plântulas apresentou maiores médias nos pHs 7 e 8 diferindo dos pHs 2 e 11. Para espessura do coleto verificou-se maiores médias no pH 8 diferindo do pH 11. E para o peso úmido os pHs 6 e 8 apresentaram maiores valores sendo superiores ao pH 2.

Na Tabela 5 podem ser visualizados os valores médios de germinação final, índice de velocidade de germinação e parâmetros morfométricos de plântulas das espécies secundárias iniciais *Colubrina glandulosa*, *Bauhinia unguolata* e *Guazuma ulmifolia*, em diferentes faixas de pH.

Tabela 5. Médias de germinação final, índice de velocidade de germinação e morfometria de plântulas em diferentes faixas de pH para: *Colubrina glandulosa*, *Bauhinia unguolata* e *Guazuma ulmifolia*.

<i>Colubrina glandulosa</i>							
pH	GF*	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	45,0 a	2,6 a	17,8 ab	10,3 a	27,7 ab	0,8 a	30,0 b
3	46,0 ab	3,1 a	17,0 ab	9,7 a	26,4 b	1,0 a	31,0 ab
4	59,0 ab	3,6 a	14,1 a	11,2 a	25,4 b	0,9 a	30,0 b
5	60,0 ab	4,0 a	24,2 b	10,9 a	33,5 ab	1,0 a	39,0 a
6	61,0 ab	4,5 a	21,5 ab	11,3 a	30,4 ab	0,8 a	3,01 ab
7	64,0 b	4,0 a	24,4 b	9,6 a	32,6 ab	0,9 a	34,0 ab
8	60,0 ab	4,0 a	25,2 b	10,1 a	35,4 a	1,0 a	36,0 ab
9	59,0 ab	4,5 a	20,8 ab	11,5 a	34,1 ab	1,0 a	31,0 ab
10	60,0 ab	4,2 a	17,3 ab	9,6 a	29,3 ab	0,7 a	34,0 ab
11	52,0 ab	3,9 a	18,3 ab	11,3 a	31,1 ab	0,9 a	33,0 ab
W	W=0,90; p= 0,02	W=0,98; p= 0,70	p<2,2 ^{e-16}	W=0,99; p= 0,01	W=0,99; p=0,02	W=0,98; p= 0,01	W=0,99; p= 0,01
K W	p= 4 ^{-e3}	p= 0,05	p<2,2 ^{e-16}	p=0,05	p=4,98 ^{e-10}	p=0,06	p<2,2 ^{e-16}
<i>Guazuma ulmifolia</i>							
pH	GF**	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	69,0 a	2,3 a	20,4 ab	6,7 b	27,3 b	0,78 a	16,0 c
3	82,0 a	2,5 a	20,2 b	11,6 ab	31,3 ab	0,8 a	19,0 ab

4	80,0 a	3,1 a	21,2 ab	11,9 ab	33,2 ab	0,8 a	19,0 ab
5	81,0 a	3,8 a	24,53ab	12,2 ab	34,3 ab	0,8 a	23,0 ab
6	78,0 a	3,0 a	23,2 ab	12,2 ab	35,4 ab	0,8 a	30,0 a
7	89,0 a	4,0 a	23,2 ab	12,4 ab	34,5 ab	0,8 a	24,0 ab
8	85,0 a	3,7 a	22,9 ab	11,9 ab	34,2 ab	0,7 a	20,0 ab
9	80,0 a	4,1 a	27,1 a	13,0 a	38,6 a	0,7 a	25,0 b
10	82,0 a	3,5 a	26,1 a	9,2 ab	33,8 ab	0,7 a	23,0 ab
11	70,0 a	1,6 a	21,6 ab	10,2 ab	33,3 ab	0,6 a	24,0 ab
W	W=0,95; p= 0,13	W=0,96; p= 0,23	W=0,99; p= 0,43	W=0,99; p= 0,01	W=0,99; p= 0,38	W=0,99; p= 0,07	W=0,97; p=1,52 ^{e-} ₀₆
K W	p=0,05	p=0,06	p=1,15 ^{e-} ₁₁	p<2,2 ^{e-} ₁₆	p<2,2 ^{e-} ₁₆	p=0,05	p<2,2 ^{e-} ₁₆

Bauhinia unguolata

pH	GF**	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	74,0 ab	10,4 b	41,3 ab	21,6 b	57,6 c	0,8 ab	246,0 ab
3	70,0 ab	10,5 ab	38,3 ab	27,0 ab	66,7 ab	0,8 ab	225,0 ab
4	73,0 ab	12,3 ab	39,4 ab	27,6 ab	67,1 ab	0,8 ab	242,0 ab
5	72,0 ab	11,4 ab	44,6 a	29,6 ab	72,5 ab	0,9 ab	237,0 ab
6	82,0 ab	12,9 ab	43,8 ab	23,6 ab	66,6 ab	0,9 a	262,0 b
7	84,0 a	13,8 ab	45,1 a	36,4 a	82,4 a	0,8 ab	260,0 b
8	82,00ab	14,2 a	43,2 ab	33,9 ab	75,3 a	0,8 ab	213,0 ab
9	76,0 ab	11,9 ab	41,0 ab	24,9 ab	64,6 ab	0,9 ab	258,0a b
10	74,0 ab	10,9 ab	40,5 ab	33,6 ab	74,5 b	0,8 ab	217,0 ab
11	70,0 b	11,2 ab	36,2 b	27,5 ab	60,4 ab	0,7 b	202,0 a
W	W=0,92; p= 0,01	W=0,95; p=0,05	W=0,98; p= 0,65	W=0,97; p= 0,51	W=0,96; p= 0,28	W=0,97; p=0,54	W=0,96; p=0,32
K W	p= 5,3 ^{e-3}	p=4,2 ^{e-3}	p=1,92 ^{e-5}	p=2,8e-3	p=8,1 ^{e-4}	p=0,01	p=8,3 ^{e-4}

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para cada espécie avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn -Bonferroni (p<0,05).

CA= Comprimento da Parte aérea(mm); CR= Comprimento de radícula(mm); CT= Comprimento Total(mm); EC= Espessura de Coleto(mm); P= Peso(mg); GF= germinação final (*número de indivíduos; ** porcentagem); IVG= Índice de Velocidade de Germinação, W= Teste de Shapiro-Wilk; KW= Teste de Kruskal-Wallis.

Analisando a influência do pH, nos parâmetros de germinação para *Colubrina glandulosa* (Tabela 5) nota-se que houve diferença somente na germinação final com média superior no pH 7 diferindo apenas do pH 2. Nas variáveis morfométricas as diferenças estatísticas foram observadas no comprimento da parte área com as médias dos pHs 5, 7 e 8 diferindo do pH 4 (menores médias). No comprimento total os menores valores são nos pHs 3 e 4,

que diferiram do pH 8. Para o peso úmido esta diferença é constatada entre os pHs 2 e 4 (menores pesos) com o pH 5.

Para *Guazuma ulmifolia* (Tabela 5) não houve diferença entre os pHs analisados para as variáveis de germinação (porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação), e para a espessura de coleto. No comprimento de parte área, nota-se diferença apenas entre o pH 3 (menor média) para os pHs 9 e 10. Para os comprimentos de radícula e total, as menores médias foram verificadas no pH 2 e as maiores no pH 9. Para peso úmido observa-se menor peso no pH 2, diferindo dos pHs 6 e 9.

Quanto a espécie *Bauhinia unguolata*, (Tabela 5) as variáveis de germinação apresentaram maiores médias no pH 7 para germinação final e no pH 8 para o índice de velocidade de germinação, diferindo dos pHs extremos. E constatou-se também maiores valores nas variáveis morfométricas nos pHs de 5 a 8, diferindo dos pHs mais extremos, sendo o pH 2 para comprimento de radícula e total, e o pH 11 para comprimento de parte área, espessura de coleto e peso.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios de germinação final, índice de velocidade de germinação e parâmetros morfométricos de plântulas das espécies secundárias tardias (*Chloroleucon tortum*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia pendula*), em diferentes faixas de pH.

Tabela 6. Médias de germinação final, índice de velocidade de germinação e morfometria de plântulas em diferentes faixas de pH para: *Chloroleucon tortum*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia pendula*.

<i>Chloroleucon tortum</i>							
pH	GF*	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	17,0 b	5,31 b	52,7 ab	14,4 a	72,0 ab	0,9 ab	95,0 ab
3	28,0 ab	6,04 ab	58,1 a	14,6 a	72,7 ab	1,0 ab	96,0 ab
4	31,0 ab	7,15 ab	57,6 a	15,4 a	68,1 ab	1,0 ab	100,0 ab
5	28,0 ab	6,92 ab	51,9 ab	13,6 a	64,9 ab	1,0 ab	100,0 ab
6	32,0 ab	7,58 ab	58,7 a	16,3 a	75,0 b	1,1 a	115,0 a
7	41,0 a	8,90 ab	58,6 a	13,5 a	72,4 ab	1,1 a	97,0 ab
8	35,0 ab	8,60 ab	51,0 ab	15,6 a	62,1 ab	1,0 ab	99,0 ab
9	37,0 ab	9,52 a	44,3 ab	16,3 a	59,7 ab	0,9 ab	103,0 ab
10	38,0 ab	8,46 ab	48,5 ab	16,0 a	64,4 ab	0,9ab	91,0 ab
11	30,0 ab	7,63 ab	21,7 b	14,5 a	35,4 a	0,8 b	65,0 b
W	W=0,96; p= 0,23	W=0,97; p= 0,48	W=0,93; p=2,36 ^{e-10}	W=0,97; p=6,44 ^{e-5}	W=0,98; p= 0,25 ^{e-5}	W=0,98; p= 0,82	W=0,93 p= 0,02
K W	p=0,02	p=0,25 ^{e-3}	p<3,3 ^{e-6}	p=0,33	p<2,7 ^{e-4}	p=0,3 ^{e-3}	P=0,13
<i>Enterolobium schomburgkii</i>							
pH	GF**	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	93,0 a	26,5 a	57,5 a	14,9 a	72,3 ab	1,0 a	91,0 a
3	97,0 a	27,0 a	61,2 a	15,5 a	76,7 ab	1,0 a	97,0 a
4	93,0 a	26,7 a	51,2 ab	15,2 a	68,3 ab	1,0 a	102,0 a
5	97,0 a	26,2 a	50,3 ab	12,5 a	62,8 ab	1,0 a	102,0 a
6	99,0 a	28,1 a	64,6 a	19,3 a	83,9 a	0,8 a	111 a
7	98,0 a	27,3 a	41,3 b	12,7 a	51,7 b	0,8 a	098,0 a
8	97,0 a	27,6 a	49,7 ab	12,3 a	60,7 ab	0,9 a	102,0 a
9	98,0 a	28,0 a	48,9 ab	12,4 a	60,8 ab	0,9 a	101,0 a
10	97,0 a	26,7 a	50,4 a	14,0 a	64,4 ab	0,9 a	98,0 a
11	96,0 a	26,6 a	22,6 c	14,8 a	37,5 c	0,9 a	96,0 a
W	W=0,82; p=1,78 ^{e-05}	W=0,95; p= 0,15	W=0,99; p=0,13	W=0,93; p=1,19 ^{e-11}	W=0,98; p=5,81 ^{e-05}	W=0,99; p=0,08	W=0,99; p= 0,10
K W	p=0,22	p=0,08	p=0,6 ^{e-4}	p=0,01	p=0,6 ^{e-4}	p=0,01	p=0,10
<i>Parkia pendula</i>							
pH	GF**	IVG	CA	CR	CT	EC	Peso
2	62,0 a	11,2 a	49,5 b	63,6 ab	115,1 ab	1,0 ab	149,0 c
3	62,0 a	11,0 a	66,6 ab	57,4 ab	110,5 ab	1,0 ab	183,0 bc
4	69,00a	13,5 a	65,6 ab	54,2 ab	107,5 ab	0,9 ab	204,0 ab

5	66,0 a	13,3 a	64,3 ab	58,5 ab	109,4 ab	1,0 ab	203,0 ab
6	67,0 a	14,3 a	69,1 a	65,6 a	124,8 a	0,9 ab	257,0 a
7	68,0 a	14,5 a	62,9 ab	55,1 ab	117,1 ab	0,9 ab	205,0 ab
8	66,0 a	13,5 a	62,2 ab	58,1 ab	114,5 ab	1,1 a	170,0 bc
9	66,0 a	13,5 a	69,1 a	61,0 ab	122,8 ab	1,0 ab	201,0 ab
10	69,0 a	13,4 a	62,3 ab	50,7 ab	107,0 b	1,0 ab	198,0 ab
11	56,0 a	8,5 a	49,2 b	56,0 b	105,7 b	0,8 b	170,0 bc
W	W=0,82; p=1,78 ^{e-05}	W=0,95; p= 0,15	W=0,98; p=0,6	W=0,99; p= 0,76	W=0,97; p=1,63 ^{e-05}	W=0,99;p = 0,74	W=0,99; p=0,01
K W	p=0,22	p=0,08	p<2,2 ^{e-16}	p=6,95 ^{e-07}	p=4,38 ^{e-05}	p=6,49 ^{e-11}	p<2,2 ^{e-16}

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para cada espécie avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn -Bonferroni ($p < 0,05$).

CA= Comprimento da Parte aérea(mm); CR= Comprimento de radícula(mm); CT= Comprimento Total(mm); EC= Espessura de Coleto(mm); P= Peso(mg); GF= germinação final (*número de indivíduos; ** porcentagem); IVG= Índice de Velocidade de Germinação, W= Teste de Shapiro-Wilk; KW= Teste de Kruskal-Wallis.

A espécie *Chloroleucon tortum* (Tabela 6) não apresentou diferenciação estatística entre os pHs para comprimento da radícula. Em contrapartida, na germinação o pH 7 teve maior média e diferiu do pH 2, e o índice de velocidade de germinação do pH 9 apresentou-se diferente do pH 2. Nos demais parâmetros (comprimento da parte aérea, comprimento total, espessura do coleto e o peso) os valores maiores foram verificados no pH 6 e este diferiu somente do pH 11.

Na espécie *Enterolobium schomburgkii* (Tabela 6), os pHs 2, 3, 6 e 10 tiveram as maiores médias diferindo do pH 11. E no comprimento da parte aérea, somente o pH 6 (maior média) apresentou-se diferente do pH 11. Sendo que para os demais parâmetros não se observou diferenciação estatística.

Para *Parkia pendula* (Tabela 6) não se verificou variação estatística entre os pHs nos parâmetros de germinação. Em contrapartida, nas variáveis morfológicas os pHs 6 a 9 obtiveram maiores valores diferindo dos pHs mais extremos. Com menores valores de comprimento da radícula e a espessura do colo para o pH 11, peso para o pH 2, comprimento total para os pHs 10 e 11, e nos pHs 2 e 11 para o comprimento da parte aérea.

Discussão

Neste estudo observou-se diminuição das variáveis analisadas nos pHs extremos para todas as espécies, especialmente nos pHs 2, 3 e 11 e também se notou maiores valores nos pHs mais próximos a neutralidade. Jansen e Cronin (1953), afirmam que valores de pH menores que 3 e superiores a 8,0 tem sido descritos como inibidores do processo germinativo, pois para condições que o pH esteja fora desse intervalo, altas concentrações de H e OH (H=Hidrogênio; OH=Hidroxila) podem ser diretamente tóxicos às plantas.

Yamauti et al. (2012) e Bandeira et al. (2018) avaliando a influência de diferentes níveis de pH na germinação de sementes de *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae), e *Synedrellopsis grisebachii* Hieron. & Kuntze (Asteraceae), obtiveram germinação em pHs de 3 a 11. Segundo os autores, a maior germinação ocorreu em pH 3 e menor em pH 11 sendo ainda que o aumento do nível de pH causou um decréscimo na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação das espécies analisadas pelos autores.

Os pHs extremos podem causar efeitos negativos no desenvolvimento de plântulas. Gilani et al. (2021), observaram diminuição do comprimento de radícula e hipocótilo nos tratamentos que foram umedecidos com solução de pH 2,5 para quatro espécies arbóreas (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook, *Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry & H. H. Thomas, *Pinus massoniana* (Lamb.) e *Phoebe zhennan* (Hemsl.)). Ünlü et al. (2010), também observaram para a espécie *Capsicum annum* L. diminuição nos parâmetros morfométricos especialmente no pH 3, no qual afetou a formação de raiz lateral. Estes autores afirmam que más formações radiculares induzidas por hidrogênio, podem interferir na absorção e no transporte de nutrientes o que prejudica diretamente o estabelecimento e a sobrevivência das plantas.

No entanto, nem sempre essas faixas de pH (menores que 3 e superiores a 8) são prejudiciais às plantas, pois cada espécie possui faixas de limites de tolerância distintos em relação ao pH (SHOEMAKER & CARLSON, 1990). Como observou-se neste estudo para *Samanea tubulosa* que apresentou alta porcentagem de germinação nos pHs 9 e 10 e *Guazuma ulmifolia* que teve maior comprimento da parte aérea, radícula e peso também nos pHs 9 e 10.

Para *Senna multijuga*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium schomburgkii*, e *Parkia pendula* o pH não influenciou na porcentagem de germinação.

Conforme observado para estas espécies, existem casos que o pH não é um fator restritivo e que causa efeito negativo sobre a germinação, como foi relatado por Gilani et al. (2021). Estes autores avaliaram o efeito de pH sobre a germinação de Pinheiro-chinês (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook), nos níveis de pHs de 2.5, 3.5, 4.5 e 5.5. No entanto, os valores de pHs referidos não chegaram a afetar negativamente a germinação, e a massa úmida de radícula desta espécie. E ainda estes mesmos autores afirmam que dependendo da espécie, o efeito do pH pode favorecer a germinação por atuar na quebra de dormência das sementes que apresenta tegumento espesso como a espécie *Pinus massoniana*(Lamb.).

As espécies *Colubrina glandulosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia pendula* não apresentaram diferenciação estatística no índice de velocidade de germinação, ou seja, o pH não chegou a influenciar na velocidade de germinação destas espécies. O índice de velocidade de germinação reflete o vigor da semente, sementes com maior vigor se desenvolvem mais rapidamente sob condição favorável e quanto maior a velocidade de germinação, maior a probabilidade de não serem atacadas por patógenos e maior a probabilidade de sobrevivência no campo (VANZOLINI et al., 2007; ÜNLÜ et al., 2010).

Quanto as variáveis morfométricas, diversas espécies apresentaram bom desenvolvimento mesmo em pHs extremamente ácidos ou alcalinos, como *Enterolobium schomburgkii*, que para o comprimento da radícula, espessura do coleto e o peso não se notou diferenciação estatística, na ampla faixa de pHs analisados. Estes índices podem indicar o potencial de desempenho destas espécies no campo. A análise morfométrica avalia o crescimento de plântulas ou de suas partes (raiz primária, hipocótilo, epicótilo), sendo que as plântulas com maior comprimento são consideradas como mais vigorosas devido a maior capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento da semente e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário. (VANZOLINI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; SALES et al., 2015).

Cecropia pachystachya, *Senna multijuga*, *Colubrina glandulosa*, *Guazuma ulmifolia*, e *Enterolobium schomburgkii*, não tiveram nenhuma diferenciação entre os pHs quanto a espessura do coleto, no entanto, os demais

parâmetros morfométricos especialmente os comprimentos das partes de plântulas foram mais sensíveis em relação à variação do pH. E mesmo para as demais espécies que se verificou diferenciação estatística entre os pHs, observou-se comportamento semelhante sendo mais sensíveis em relação aos comprimentos das partes das plântulas. Segundo Vanzolini (2007), o comprimento de plântulas, é mais sensível para classificar lotes com diferenças de qualidade, e conseqüentemente influências do meio no processo de germinação e desenvolvimento de plântulas. Para Mandić et al. (2011), que avaliaram o efeito de pH na germinação e no crescimento de trevo vermelho das variedades K-17 e Kolubara, os pHs de 4,0 a 7,0 não chegaram a afetar a germinação para ambas as variedades. Porém, quanto a radícula os autores observaram maior comprimento no pH 5 que no pH 7, apresentando diferenciação estatística entre estes pHs.

De modo geral, no presente estudo, para todas as espécies analisadas, para a ampla faixa de pH testada, as espécies apresentaram taxa de germinação satisfatória, com ótimo desempenho em pH 5.

Para a espécie *Cecropia pachystachya*, apesar de apresentar porcentagem de germinação satisfatória exceto nos pHs 2, 3 e 11 de acordo com o índice de velocidade de germinação e as variáveis morfométricas, nota-se melhor desempenho na faixa de pH de 4 a 10. Em relação a baixa taxa de germinação para todos os níveis de pH desta espécie pode ser explicado pela baixa taxa de germinação natural da espécie (LORENZI, 2009a).

O pH não influenciou na porcentagem de germinação, espessura do coleto e o peso para *Senna multijuga*, porém de acordo com os demais parâmetros avaliados verificou-se melhor desenvolvimento nos pHs 5 a 9. *Samanea tubulosa* apresentou maior porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e parâmetros morfométricos nos pHs mais alcalinos, na faixa de 6,0 a 10,0.

Analisando os resultados deste estudo para *Colubrina glandulosa* nota-se que o pH não influenciou no índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula e espessura do coleto, porém, ocorreu diminuição de valores nos pHs ácidos de 2 a 4, e bom desempenho para os pHs 5 a 11. *Guazuma ulmifolia* também não apresentou interferência do pH na porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e espessura

do coletor, no entanto, constatou-se que na faixa de pH 6 a 10 a espécie apresentou os maiores valores nas demais variáveis analisadas.

A espécie *Bauhinia unguolata* em relação as variáveis de germinação e morfométrica teve menor desempenho no pH 2,0 e 11 e melhor desempenho nos pHs de 3 a 10. Quanto a espécie *Chloroleucon tortum* esta apresentou ótimo desempenho na faixa ampla de pH variando de 3 a 10 para todas as variáveis e apresentou menor desempenho nos pHs 2 e 11. Porém, não tendo influência do pH no comprimento de radícula.

Para *Enterolobium schomburgkii* somente o comprimento da parte aérea e comprimento total foram influenciados pelo pH, tendo menor valor no pH 11,0, e melhor desempenho na faixa de pH de 2 a 10. Quanto a *Parkia pendula* o pH não influenciou na germinação e o índice de velocidade de germinação, no entanto para os demais parâmetros, houve diminuição do valor nos pHs 2,10 e 11, e nos pHs 3 a 9 nota-se melhor desempenho.

Considerando que na região do município de Alta Floresta-MT, o pH do solo tem apresentado valores variando de 4,41 a 5,78. Com caracterização de pHs de 4,41 a 5,78 em áreas de floresta nativa, pH de 5,49 sob área de preservação permanente degradada, e pH de 5,75 em área de pastagem (FIGUEIRA, 2015; NEVES, 2018). Pode-se inferir que o pH não é um fator limitante para a germinação e desenvolvimento das espécies analisadas, sendo as mesmas indicadas para projetos de restauração na região.

Desta forma, essa característica de tolerância a pHs mais ácidos, significa que estas espécies possivelmente apresentam alto potencial para serem utilizadas no campo em projetos de restauração florestal com semeadura direta, em solos sem correção de pH, situação muito comum em plantios em programas de restauração florestal na região norte de Mato Grosso, na Amazônia Meridional.

Conclusões

Para todas as espécies, observou-se diminuição dos valores das variáveis analisadas em pHs extremos, especialmente em pHs: 2, 3 e 11. E maiores valores em torno de pH 5.

Porém, as espécies se comportaram de maneira distinta onde *Samanea tubulosa* apresentou alta germinação em pHs mais alcalinos. Enquanto para *Senna multijuga*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia pendula* o pH não chegou a influenciar a porcentagem de germinação. *Cecropia pachystachya*, *Colubrina glandulosa*, *Bauhinia unguolata*, e *Chloroleucon tortum*, apesar de apresentar menores germinações nos pHs extremos, continuaram a apresentar ótimo desempenho para ampla faixa de pHs analisada.

Referências Bibliográficas

AIMI, S. C. et al. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1361-1370, 2016.

BANDEIRA, S. B. et al. Ecofisiologia da germinação de fedegoso *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 1, p. 16-25, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013, 98 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009, 395p.

BRIGNOLI, F. M. et al. Atributos biométricos da soja influenciados pelo nível de pH do solo. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, p. 13-28, 2020.

CARMONA, R. Influência do pH na resposta de sementes de plantas daninhas a substâncias promotoras de germinação. **Planta Daninha**, v. 15, n. 1, p. 3-17, 1997.

GILANI, M. M. et al., Seed germination and seedling emergence of four tree species of southern China in response to acid rain. **Journal of Forestry Research**, v.32, n.1, p. 471–481, 2021

DELARMELINA, W. M. et al. Diferentes Substratos para a Produção de Mudanças de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

FERREIRA, R. A. et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, v. 13, n. 3, p. 21-279, 2007.

FIGUEIRA, J. C. C. **Atributos químicos e físicos dos solos sob sistemas agro- florestais, em áreas de preservação permanente no município de Alta Floresta**. 2015, 60 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2015.

GIACHINI, R. M. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J. W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 75-80, 2010.

JANSEN, L. L.; CRONIN, E. H. *Halogeton* on trial, Farm and Home Science. **Ogden**, v.14, p. 38-39, 1953.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2009a. v.1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2009b. v.2.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2009c. v.3.

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

MANDIĆ V. et al. Effect of acid stress on germination and early seedling growth of red clover. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 27, n. 3, p. 1295-1303, 2011.

NEVES, I. da. S. **Atributos do solo sob áreas de preservação permanente no bioma amazônico**. 2018, 48 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.

OLIVEIRA, A, C. S. et al. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 1, n. 4, p. 1-21, 2009.

OLIVEIRA, M. N. S. de. et al. Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae. **Unimontes científica**, v. 7, n. 2, p. 121-128, 2005.

PEREIRA, C. E. et al. Determinação de inibidores da germinação no espermoderma de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 306-311, 2002.

R DEVELOPMENT CORE EQUIPE. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2020.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Substrato e da Temperatura sobre a Germinação e Vigor de Sementes do Jequitibá-Rosa (*Cariniana legalis*). **Comunicado Técnico**, 127, EMBRAPA Amazônia Florestas, Colombo, 200, 4p.

RODRIGUES R, S, et al. Calagem e disponibilidade de nutrientes após a incubação de um neossolo quartzarêmico. **Boletim de Indústria animal**, v. 61, n. 1, p. 31-38, 2004.

SABOGAL, C. et al. **Silvicultura na amazônia brasileira**: avaliação de experiências e reco-mendações para implementação e melhoria dos sistemas, CIFOR. 2006, p.190.

SHOEMAKERL C. A.; CARLSON W. H. pH Affects Seed Germination of Eight Bedding Plant Species. **Hortscience**, v. 25, n. 7, p. 762-764. 1990.

VARGAS, J. P. R. de. et al. Application forms and types of soil acidity corrective: Changes in depth chemical attributes in long term period experimete. **Soil & Tillage Research**, v. 185, n. 1, p. 47-60, 2019.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.90-96, 2007.

SALES, G. R. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, 2015.

YAMAUTI, M. S. et al. Efeito de fatores ambientais sobre a germinação de agriãozinho (*Synedrellopsi risebachii*). **Científica**, v. 40, n. 2, p. 150–155, 2012.

ÜNLÜ, H. et al. Nitrogen and calcium concentration affect germination and seedling growth in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, v. 26, n. 3, p. 270-282, 2010.

4. CAPÍTULO 2

4.1 MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS UTILIZADAS EM PROGRAMAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.

Resumo - (Morfologia de plântulas de espécies Florestais nativas utilizadas em programas de restauração florestal na Amazônia Meridional).

O estudo morfológico tem sua importância em fornecer informações para utilização de espécies nativas florestais para plantios. E os estudos relacionados ao desenvolvimento e morfologia de plântulas na tecnologia e Análise de Sementes Florestais auxiliam na identificação de plântulas normais e anormais, e dos estádios de desenvolvimentos iniciais de espécies arbóreas auxiliando o reconhecimento da espécie em fase de plântulas em formações florestais. Assim, para contribuir na utilização dessas espécies nativas em programas de restauração, objetivou-se realizar a descrição morfológica do processo de germinação até o desenvolvimento de plântulas por meio de ilustração em espécies utilizadas em programas de restauração florestal na Amazônia Meridional. Para as descrições e ilustrações morfológicas do desenvolvimento das plântulas, utilizou-se plântulas normais provenientes dos testes de germinação das espécies: *Bauhinia unguolata* L.; *Cecropia pachystachya* Trécul.; *Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier; *Colubrina glandulosa* Perkins; *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth; *Guazuma ulmifolia* Lam.; *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes; *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.; e *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby. No teste de germinação, as sementes passaram pelo processo de superação de dormência, asepsia e semeadura em substratos adequados para cada espécie. Após a germinação, escolheu-se as plântulas normais mais vigorosas para ilustração, isto é, as plantas que possuíam todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (sistema radicular, parte aérea, gemas terminais e cotilédones). As ilustrações foram realizadas nos seguintes estádios de desenvolvimento: Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas. As características observadas nas três fases de desenvolvimento das plântulas, podem auxiliar como norteadores em identificação de espécies na fase de plântulas no campo, bem como contribuir na distinção de plântulas normais e anormais.

Palavras-chave: Desenvolvimento da plântula, Germinação, Ilustração, Sementes florestais.

Abstract - (Seedling morphology of native forest species used in forest restoration programs in southern Amazonia).

The morphological study has its importance in providing information for the use of native forest species for plantations. And studies related to seedling development and morphology in forest seed technology and analysis help in the identification of normal and abnormal seedlings, and the stages of initial development of tree species assisting the recognition of the species in seedling phase in forest formations. Thus, to contribute to the use of these native species in environmental reforestation programs, the objective was to perform the morphological description of the germination process until the development of seedlings through illustration in species used in forest restoration programs in the Southern Amazon. For the descriptions and morphological illustrations of seedling development, normal seedlings from the germination tests of the species were used: *Bauhinia unguolata*; *Cecropia pachystachya*; *Chloroleucon tortum*; *Colubrina glandulosa*; *Enterolobium schomburgkii*; *Guazuma Lam*

ulmifolia; *Tubulous samanea*; *Parkia pendula*; and *Senna multijuga*. Within the germination test, the seeds underwent the process of overcoming dormancy, asepsis and sowing on substrates suitable for each species. After germination, we chose the most vigorous normal seedlings for illustration, that is, the plants that have all their essential structures well-developed, complete, proportional and healthy (root system, shoot, terminal buds and cotyledons). The illustrations were performed in the following stages of development: Phase I: seedlings with radicle emission; Phase II: seedlings presenting cotyledons; Phase III: seedlings presenting the first pair of leaves. The characteristics observed in the three phases of seedling development can assist as guiding in the identification of species in the seedling phase in the field, as well as contribute to the distinction of normal and abnormal seedlings.

Key-words: Seedling development, Germination, Illustration, Forest seeds

Introdução

O Brasil é um país que apresenta grande biodiversidade, onde abrange 32.086 espécies nativas de Angiospermas e 23 espécies nativas de Gimnospermas. No entanto, apesar de sua riqueza, ainda há carência de pesquisas voltadas às espécies nativas que proporcionem conhecimentos e subsídios para utilização destas espécies em programa de restauração florestal. Dentre as pesquisas que fornecem informações para utilização destas espécies em nestes programas destaca-se o estudo morfológico (LEONHARDT et al., 2008; THE BRASIL FLORA GROUP, 2015).

Os estudos relacionados ao desenvolvimento e morfologia de plântulas tem sido utilizados com diversos enfoques. Na tecnologia e Análise de Sementes Florestais, a pesquisa morfológica tem auxiliado na identificação de plântulas normais e anormais, e conseqüentemente na interpretação de resultados. O estudo morfológico tem contribuído ainda, na identificação dos estádios de desenvolvimentos iniciais de espécies arbóreas e especialmente na identificação botânica das espécies, assim auxiliando o reconhecimento das espécies em fase de plântulas em formações florestais (LEONHARDT et al., 2008).

Diante deste cenário, torna-se evidente a importância de ampliar e intensificar pesquisas sobre o comportamento das espécies nativas, em suas fases pós-semeadura, para contribuir na utilização dessas espécies nativas em programas de restauração ou comerciais. Desse modo objetivou-se neste estudo realizar a descrição morfológica do processo de germinação até o desenvolvimento de plântulas por meio de ilustrações de espécies utilizadas em programas de restauração florestal na Amazônia Meridional.

Material e métodos

Para as descrições e ilustrações morfológicas do desenvolvimento das plântulas, foram utilizadas plântulas provenientes dos testes de germinação de cada espécie do capítulo 1 que constam abaixo na Tabela 1.

Tabela1. Espécies florestais utilizadas para a descrição morfológica.

Espécie	Nome popular	Família
<i>Bauhinia unguolata</i> L. ^{SI}	Pata de vaca	Fabaceae
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul. ^P	Embaúba	Urticaceae
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier ST	Jurema	Fabaceae
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins ^{SI}	Sobrasil	Rhamnaceae
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth. ST	Orelinha	Fabaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ^{SI}	Angelim-Saia	Malvaceae
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp. ST	Mutamba	Fabaceae
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes ^P	Bordão-de-velho	Fabaceae
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby ^P	Pau-cigarra	Fabaceae

P=pioneira; SI=Secundária inicial; ST= secundária tardia.

Durante a condução do teste de germinação, todos os umedecimentos foram realizados com solução de pH 7, pois a Regra de Análise de Sementes (RAS) (2009a), recomenda a utilização de água com pH de 6,0-7,5 para umedecimento nos testes de germinação. Quanto a preparação da solução referida acima, utilizou-se hidróxido de sódio (NaOH) para elevar o pH, e ácido clorídrico (HCl) para acidificar à água destilada, sendo os pHs controlados com auxílio de um pHmetro de bancada (Medidor de pH TEC-2) até atingir o nível de pH desejado.

Teste de germinação

Os testes de germinação foram realizados de acordo com as recomendações da Regra Brasileira de Sementes (BRASIL, 2009a) e o documento do Mapa (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) referente a análise de sementes florestais (BRASIL, 2013) conforme recomendações para cada espécie.

Inicialmente realizou-se a superação de dormência para as espécies que apresentam dormência e para a espécie que não consta nestes documentos,

foram consultados outros documentos técnicos e científicos. Sendo que as metodologias aplicadas se encontram na Tabela 2.

Tabela 2. Métodos de superação de dormência para as espécies que se realizou a descrição morfológica das plântulas.

Espécie	Superação de dormência	Fonte
<i>Cecropia pachystachya</i>	Imersão em água a 90°C fora da fonte de calor e deixar a mesma água por uma hora.	BRASIL, (2013)
<i>Colubrina glandulosa</i>	Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado durante uma hora e em seguida larvar abundantemente em água corrente.	BRASIL, (2013)
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado durante cinco minutos e em seguida larvar abundantemente em água corrente.	BRASIL, (2013)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Imersão em água a 90°C fora da fonte de calor e deixar a mesma água por 24 horas.	BRASIL, (2013)
<i>Parkia pendula</i>	Abrir um pequeno orifício na lateral ao terço superior da semente, parte oposta da micrópila sem atingir os cotilédones.	BRASIL, (2013)
<i>Samanea tubulosa</i>	Imersão em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado durante cinco minutos e em seguida larvar abundantemente em água corrente.	GIACHINI (2010)
<i>Senna multijuga</i>	Abrir um pequeno orifício com cortador “tipo de unha” na lateral ao terço superior da semente, parte oposta da micrópila sem atingir os cotilédones.	BRASIL, (2013)

Após a superação de dormência, as sementes passaram pela assepsia para remover as impurezas e evitar proliferação de fungos. Este processo foi realizado através de imersão das sementes em solução com hipoclorito de sódio (na concentração de 1 a 2%), ou imergidas em solução com detergente (cinco gotas de detergente em 100 mL de água) durante dez minutos, e posteriormente estas foram enxaguadas em água corrente para a remoção destas substâncias (Tabela 3).

Tabela 3. Formas de assepsia, tipo de substrato e temperatura utilizados nos testes de germinação para as espécies: *Bauhinia unguolata*, *Cecropia pachystachya*, *Chloroleucon tortum*, *Colubrina glandulosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium schomburgkii*, *Guazuma ulmifolia*, *Samanea tubulosa* e *Senna multijuga*.

Espécie	Assepsia	Substrato	temperatura	Fonte
<i>Bauhinia unguolata</i>	Hipoclorito 1%	RP	25°C	BRASIL, (2013)

<i>Cecropia pachystachya</i>	Hipoclorito 1%	EV	30°C	BRASIL, (2013)
<i>Chloroleucon tortum</i>	Hipoclorito 1%	SP	30°C	OLIVEIRA et al., (2005)
<i>Colubrina glandulosa</i>	Detergente	EV	30°C	BRASIL, (2013)
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Hipoclorito 1%	SP	30°C	BRASIL, (2013)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Detergente	SP	30°C	BRASIL, (2013)
<i>Parkia pendula</i>	Hipoclorito 2%	RP	30°C	BRASIL, (2013)
<i>Samanea tubulosa</i>	Hipoclorito 2%	RP	30°C	GIACHINI, (2010)
<i>Senna multijuga</i>	Hipoclorito 2%	RP	25°C	BRASIL, (2013)

RP=rolo de papel; SP=sobre papel; EV= entre vermiculita.

Em seguida, as sementes foram distribuídas com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação entre as sementes e plântulas em desenvolvimento sobre o substrato indicado (Tabela 3). Para o substrato tipo rolo de papel, as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel tipo Germitest[®] previamente umedecidas e cobriu-se com uma terceira, e assim umedecendo novamente até que a quantidade da solução utilizada fosse equivalente a duas vezes o peso do papel seco. E posteriormente estas foram embaladas em forma de rolo e inseridas em sacos plásticos transparentes de 0,04 mm de espessura para evitar a perda de água por evaporação.

Na montagem dos testes de germinação com substrato do tipo entre vermiculita, as sementes foram semeadas sobre uma camada uniforme de vermiculita inseridas em caixa tipo plástico transparentes, e cobriram-se as sementes com outra camada de vermiculita. E estas foram umedecidas com solução equivalente a duas vezes o peso seco da vermiculita.

A semeadura em substrato sobre papel foi efetuada de modo que as sementes ficassem sobrepostas entre duas folhas de papel Germitest[®] umedecidas com solução na proporção de duas vezes o peso do papel seco em caixas plásticas do tipo Gerbox.

Após a montagem, os tratamentos foram mantidos em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD), em temperatura constante de 25 a 30 °C de acordo com a espécie (Tabela 3), com fotoperíodo de 12 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes. Durante todo o tempo do experimento, quando necessário foi realizado o umedecimento do substrato de modo que os substratos ficassem suficientemente úmidos para proporcionar às sementes umidade necessária para sua germinação (BRASIL, 2009a).

Ilustração

Para a ilustração escolheu-se as plântulas normais mais vigorosas. Isto é, as plantas que possuíam todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (sistema radicular, parte aérea, gemas terminais e cotilédones) e descrevendo os seguintes estádios de desenvolvimento: Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas. As ilustrações foram confeccionadas à mão, e após digitalizadas e editadas por meio de software GIMP versão 2.10.22; e FireAlpaca versão 1.9.0.

Resultado e Discussão

Bauhinia unguolata L.

A Figura 1, demonstra as fases de desenvolvimento da espécie *Bauhinia unguolata*.

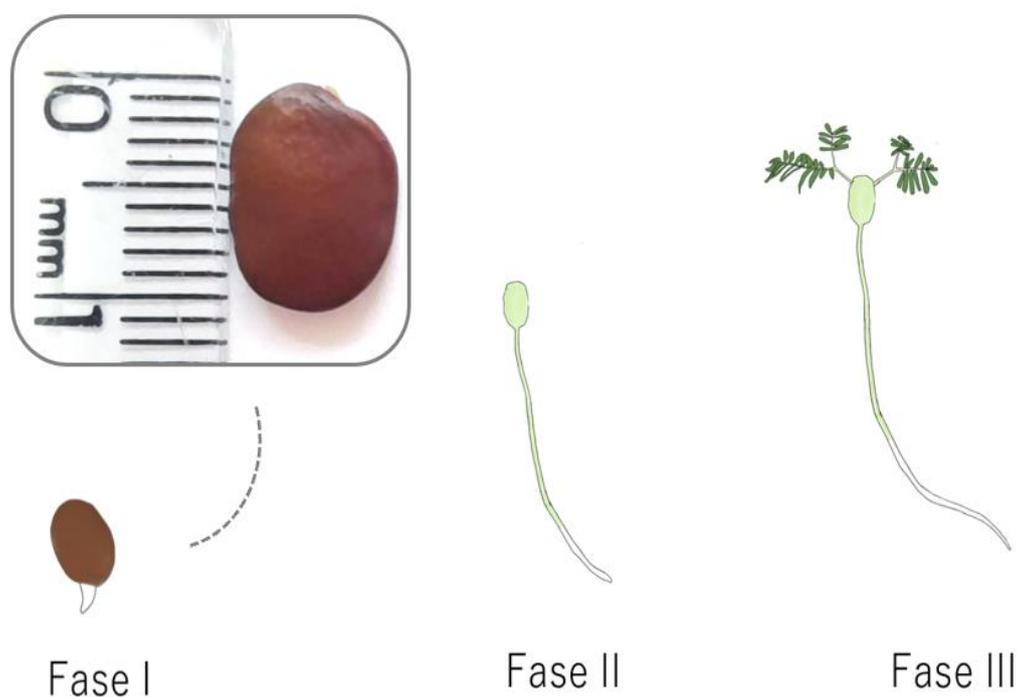


Figura 1. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Bauhinia unguolata*. Sendo Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

A espécie *Bauhinia unguolata*, apresenta sementes ovaladas achatadas com coloração marrom escura. Seis dias após a semeadura, verificou-se emissão de raiz primária de coloração branca leitosa. Observou-se germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, isto é germinação na qual os cotilédones e a gema apical são elevados acima do solo pelo alongamento do hipocótilo, os cotilédones emergem do tegumento da semente, escapam da testa e se expandem (BRASIL, 2009b). Este tipo de germinação verifica-se também para a espécie *Bauhinia forficata* Linn que pertence a mesma família da espécie estudada (Fabaceae Cercideae) (SILVA et al., 2003). E no oitavo dia observou-se emissão dos cotilédones verdes escuros e carnosos. O hipocótilo é cilíndrico,

herbáceo, de coloração verde-clara semelhante à coloração dos cotilédones. Os eófilos foram observados 12 dias após à sementeira, sendo do tipo compostos coriáceos com coloração verde-escuros.

Cecropia pachystachya Trécul.

Na Figura 2, estão apresentadas as fases de desenvolvimento da espécie *Cecropia pachystachya*.

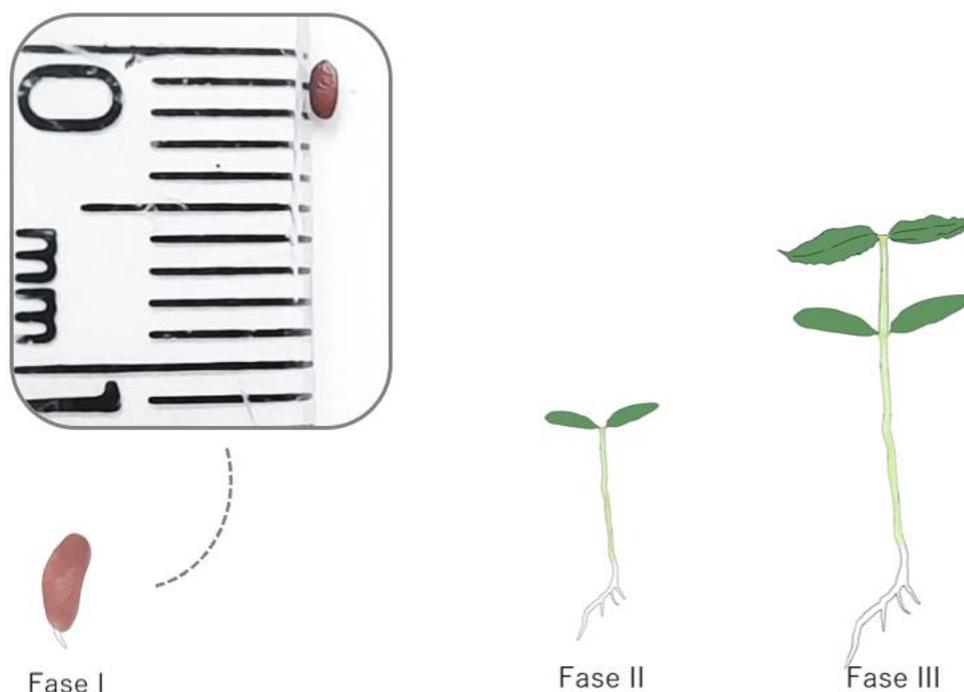


Figura 2. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Cecropia pachystachya*. Sendo: Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

Para a espécie *Cecropia pachystachya*, as sementes apresentam coloração marrom escuro avermelhado. Verificou-se emissão de raiz primária de coloração clara dez dias após a sementeira. Sendo que, ainda se observou germinação do tipo epigea fanerocotiledonar. Após a emissão da radícula ocorreu o alongamento do hipocótilo até liberação de dois cotilédones opostos entre si com coloração verde-escuro. O hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara. Após o desenvolvimento dos cotilédones ocorre o surgimento do primeiro par de folhas simples de coloração verde-escuro. Frigieri

et al. (2016) também descreveram essas mesmas características morfológicas para as plântulas desta espécie.

Chloroleucon tortum (Mart.) Pittier

Na Figura 3, estão apresentadas as fases de desenvolvimento da espécie *Chloroleucon tortum*.

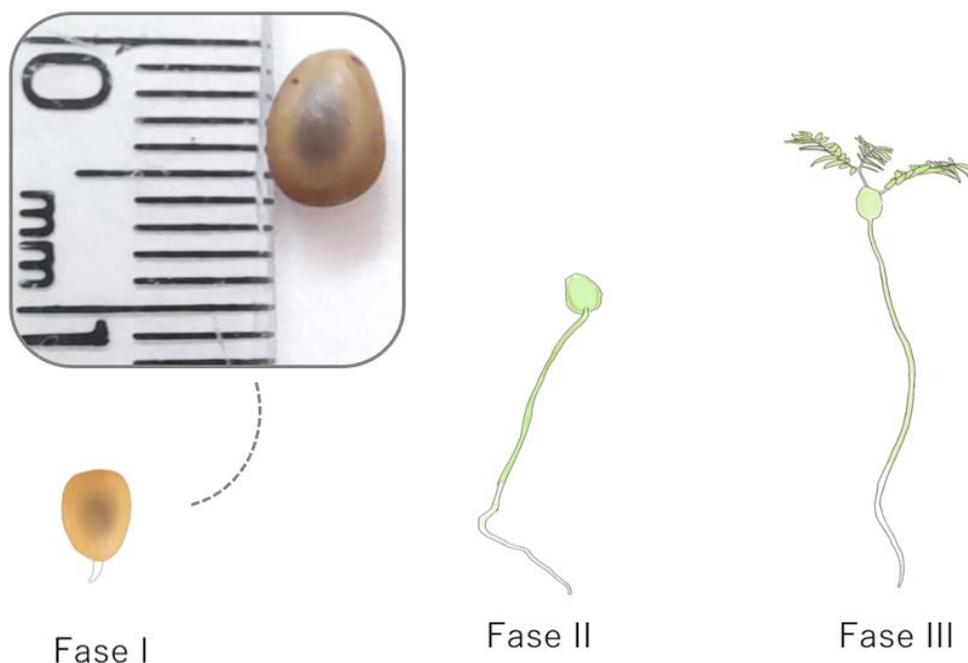


Figura 3. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Chloroleucon tortum*. Sendo Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

As sementes da espécie *Chloroleucon tortum* tem formato ovóide com coloração bege amarelada, ou castanha clara amarelada, onde apresentam coloração castanha escura no meio da semente. Verificou-se emissão de raiz primária de coloração branca três dias após a semeadura. A germinação é do tipo epígea fanerocotiledonar, o qual é comum para as espécies pertencentes à subfamília Mimosoideae (Fabaceae) a qual inclui a espécie *Chloroleucon tortum* (GATES, 1951). Após a emissão da radícula ocorreu o alongamento do hipocótilo até a liberação de dois cotilédones carnosas com coloração verde-claro. O hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara semelhante a coloração do cotilédone. Após o desenvolvimento dos cotilédones ocorre o

surgimento do primeiro par de folhas compostas com coloração verde-clara. (seis dias após a sementeira). Onde estas características morfológicas da plântula foram semelhantes à espécie *Anadenanthera colubrina* (vellozo) brenan que também pertence à Mimosoideae (Fabaceae) (BARRETTO & FERREIRA, 2011).

Colubrina glandulosa Perkins.

As fases de desenvolvimento da espécie *Colubrina glandulosa* encontram-se apresentadas na Figura 4.

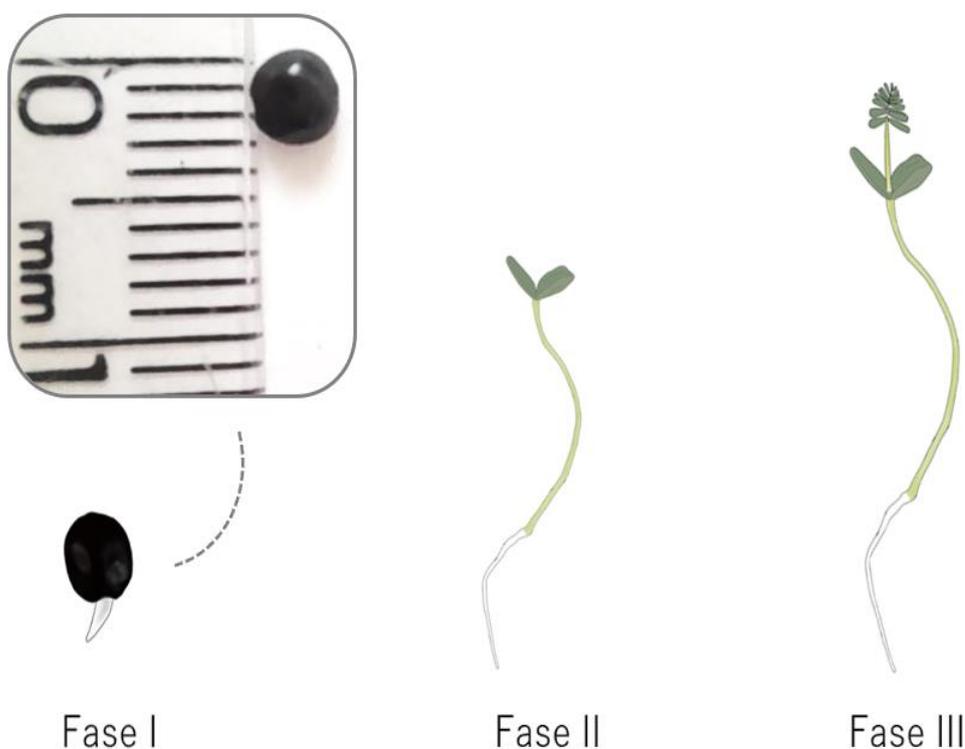


Figura 4. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Colubrina glandulosa*. Sendo Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

A espécie *Colubrina glandulosa* apresenta sementes pretas lustrosas com formato arredondado. A emissão de raiz primária de coloração branca ocorre treze dias após a sementeira. A germinação é do tipo epígea fanerocotiledonar. Após a emissão da radícula observou-se o alongamento do hipocótilo até liberação de dois cotilédones com coloração verde-escuro. O hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara. Após o desenvolvimento dos cotilédones, 30 dias após à sementeira surge o primeiro par de folhas compostas

com coloração verde-escura. Estas características foram observadas também por Melo Junior et al. (2018).

Enterolobium schomburgkii (Benth.) Benth.

Na Figura 5, podem ser observadas as fases de desenvolvimento da espécie *Enterolobium schomburgkii*.

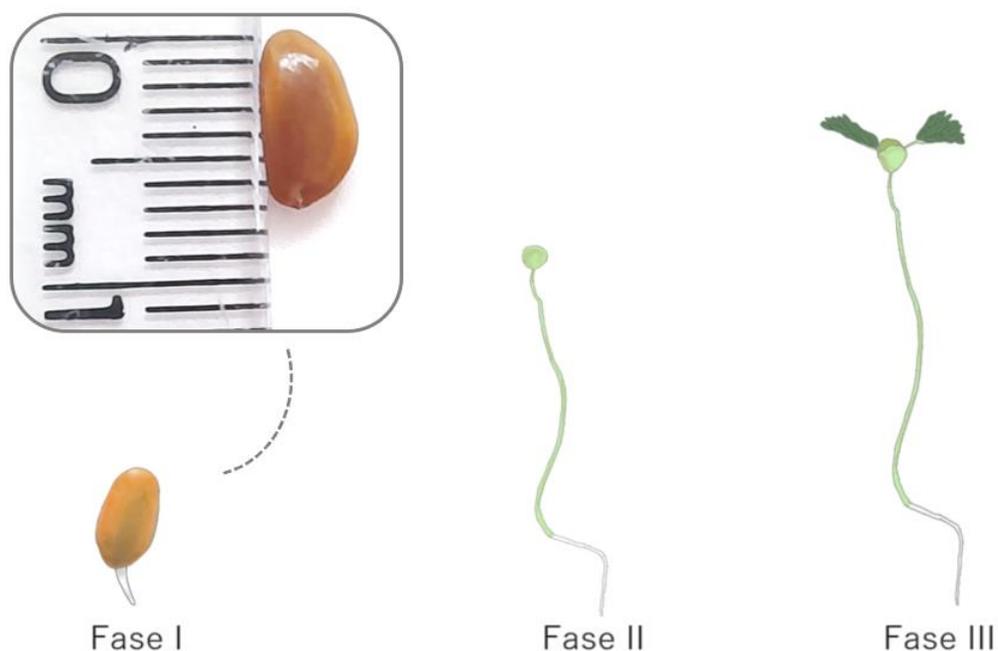


Figura 5. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Enterolobium schomburgkii*. Sendo Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

Enterolobium schomburgkii apresenta sementes em formato ovoide ou oblongo, com coloração amarelada e mancha escura possuindo textura lisa. Após três dias da semeadura, verificou-se o início de emissão de radícula branca e cilíndrica, tendo germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, e apresenta hipocótilo cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara. A emissão dos cotilédones ocorreu cinco dias após a semeadura e apresentam coloração verde-clara. Após o desenvolvimento do hipocótilo, ocorre o surgimento das primeiras folhas compostas com coloração verde-escura. Hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara semelhante à coloração dos cotilédones.

Essas informações condizem com a descrição morfológica de plântulas da espécie *Enterolobium schomburgkii*, realizada por Ramos & Ferraz (2008).

Guazuma ulmifolia Lam.

A Figura 6 demonstra as fases de desenvolvimento da espécie *Guazuma ulmifolia*.

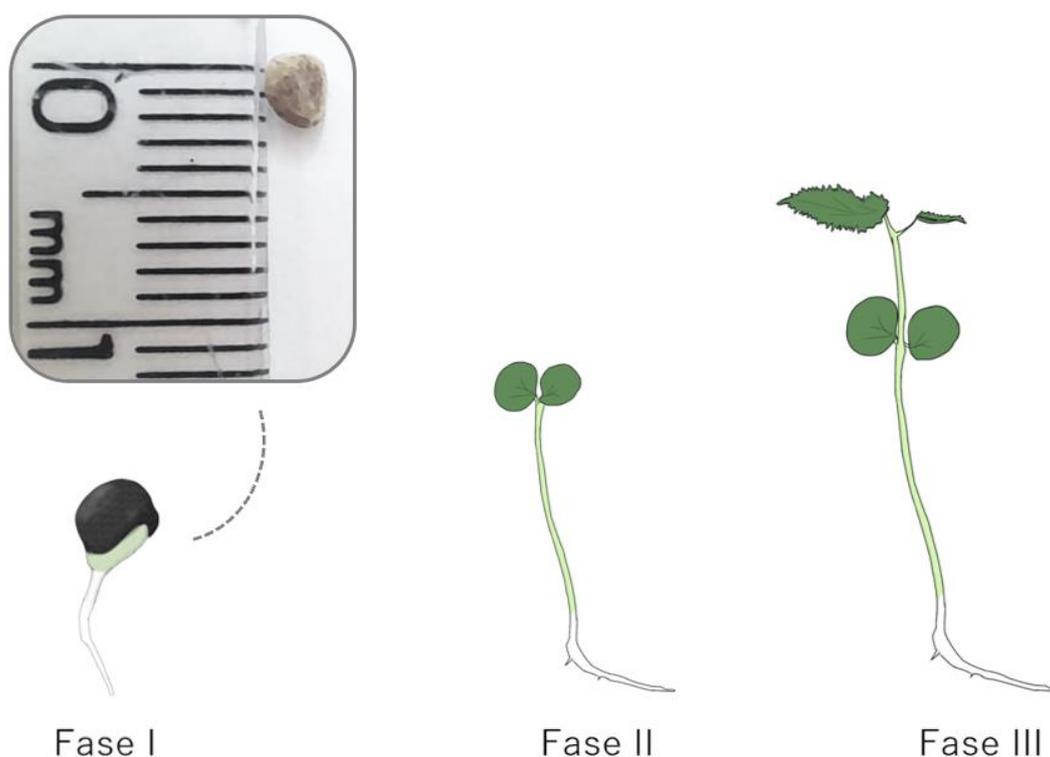


Figura 6. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Guazuma ulmifolia*. Sendo: Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

As sementes de *Guazuma ulmifolia* tem formato arredondado, com coloração acinzentada e quando umedecidas passam a apresentar uma coloração escura com camada exterior gelatinosa e transparente. Após quatro dias da sementeira, verificou-se o início de emissão de radícula, ocorrendo germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, o hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara. O surgimento dos cotilédones ocorreu após o sétimo dia da sementeira, sendo que os cotilédones apresentam coloração verde-clara, porém um pouco mais escuras que o hipocótilo. Após o desenvolvimento do hipocótilo, ocorre o surgimento das primeiras folhas simples. Sendo essas

características também foram observadas por Fava (2014) e Sobrinho & Siqueira (2008).

***Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.**

Estão apresentadas as fases de desenvolvimento da espécie *Parkia pendula* na Figura 7.

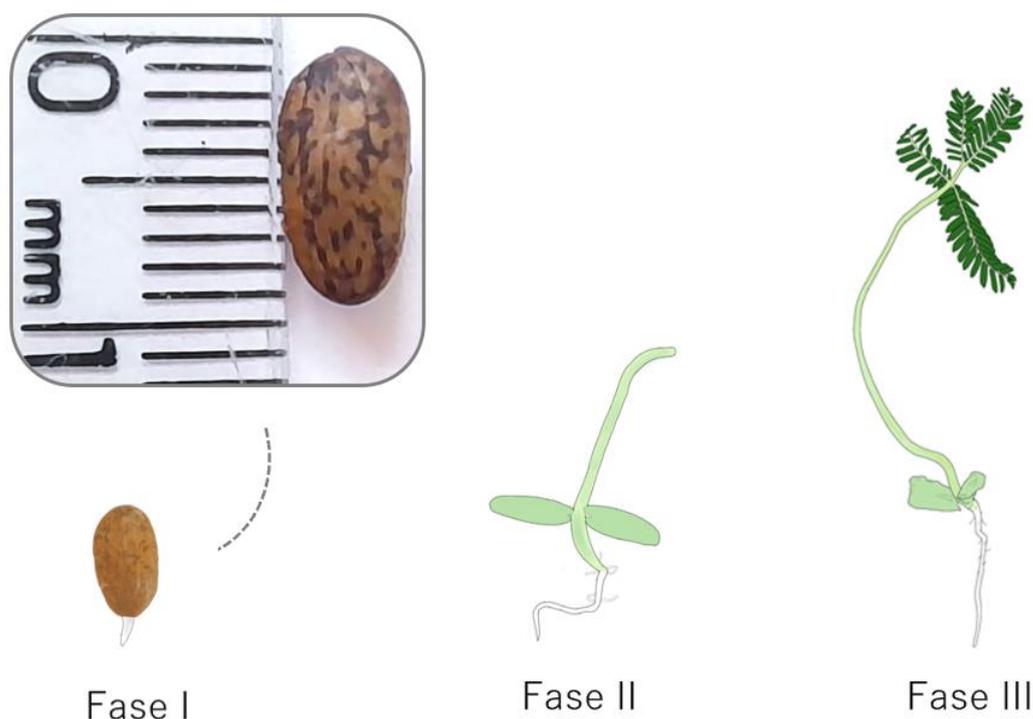


Figura 7. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Parkia pendula*. Sendo Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

Parkia pendula tem sementes em formato oblongo com ápice arredondado, apresenta coloração castanha, e pequenas manchas escuras distribuídas na semente, e tem textura lisa e brilhante. Após cinco dias da semeadura, verificou-se o início de emissão de radícula branca e cilíndrica, tendo germinação hipógea, ou seja, os cotilédones permanecem na superfície ou dentro do solo durante o processo de germinação (BRASIL, 2009b). O hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-clara. A emissão dos cotilédones ocorreu oito dias após semeadura e apresentam coloração verde-clara. 13 dias após a semeadura, seguida do desenvolvimento do epicótilo, ocorre o

surgimento das primeiras folhas que são do tipo recompostas com cores verde-escuras. Sendo que essas características condizem com a descrição morfológica de plântulas da espécie *Parkia pendula* realizada por Santana et al. (2018).

Samanea tubulosa Benth,) Barneby & J,W,Grimes (Rich,) H,S,Irwin & Barneby,

As fases de desenvolvimento da espécie *Samanea tubulosa* encontram-se apresentadas na Figura 8.

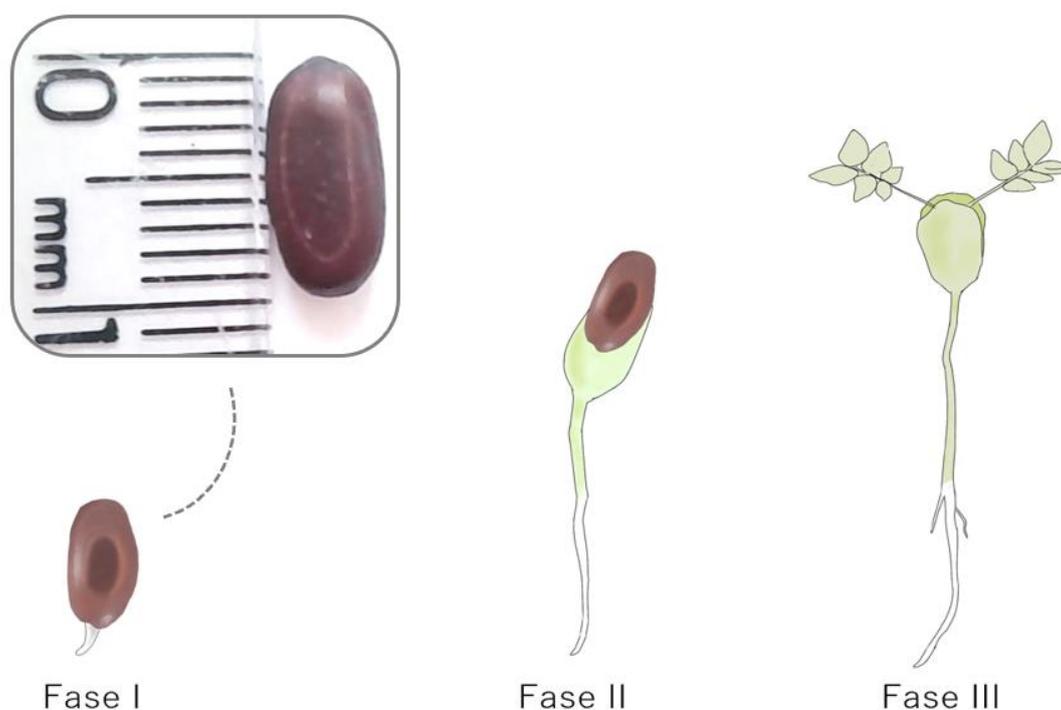


Figura 8. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Samanea tubulosa*. Sendo Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

Samanea tubulosa tem sementes em formato oblongo, de coloração castanha, lisa e brilhante. Após quatro dias da sementeira, verificou-se o início de emissão de radícula de coloração clara, ocorrendo germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, o hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde. Os cotilédones surgiram seis dias após sementeira e apresentam coloração verde amarelada. Após o desenvolvimento do hipocótilo, ocorre o surgimento das

primeiras folhas que são do tipo compostas. Essas características condizem com a descrição morfológica de plântulas da espécie *Samanea tubulosa* realizada por Fava (2014) e Carvalho (2007).

Senna multijuga Rich,) H,S,Irwin & Barneby

Na Figura 9, estão apresentadas as fases de desenvolvimento da espécie *Senna multijuga*.

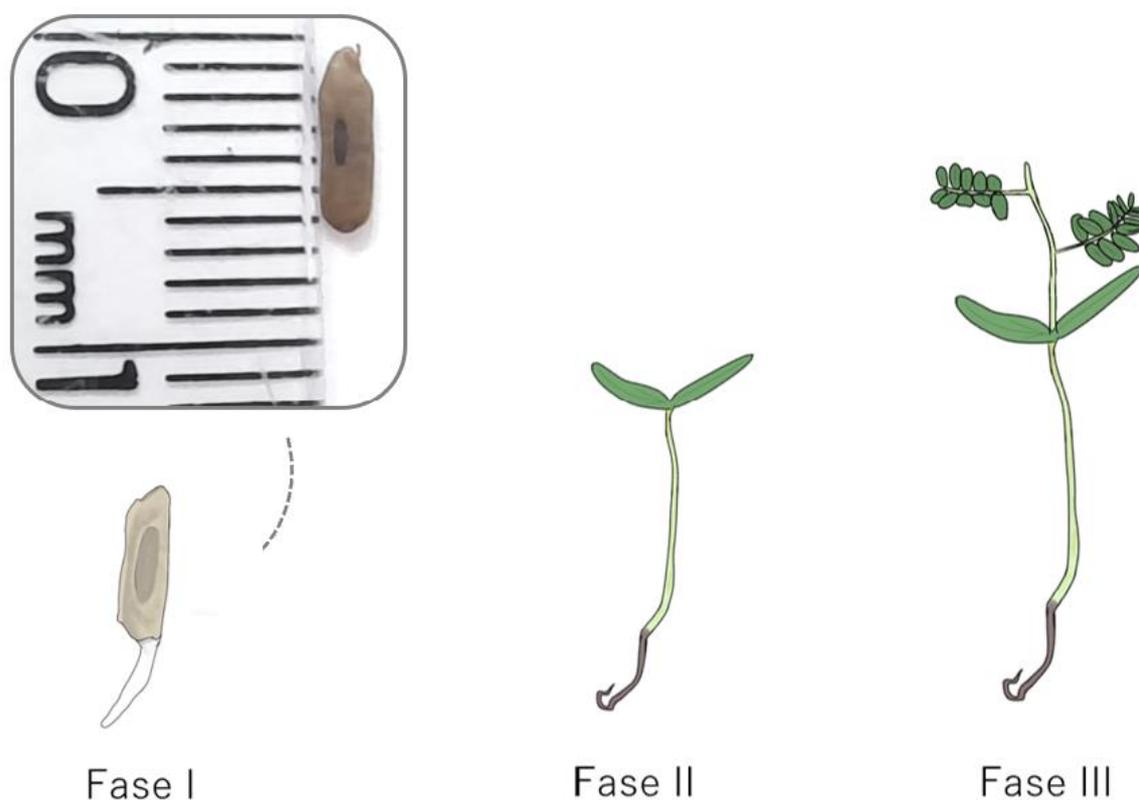


Figura 9. Ilustração de desenvolvimento pós-seminal da espécie *Senna multijuga*. Sendo: Fase I: plântulas com emissão de radícula; Fase II: plântulas apresentando os cotilédones; Fase III: plântulas apresentando primeiro par de folhas.

Senna multijuga apresenta sementes de formato oblongo, de coloração marrom-claro esverdeado com textura lisa. Após cinco dias da semeadura, verificou-se o início de emissão de radícula de com coloração verde clara, e com tempo modificando-se para a coloração marrom, ocorrendo germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, o hipocótilo é cilíndrico, herbáceo, de coloração verde-claro. Após sete dias da semeadura, ocorreu a emissão de cotilédones com coloração verde-escura, coriáceos, opostos e oblongos. Os

eófilos são compostos, alternos. Características semelhantes também foram observadas pelos autores Amorim et al. (2008) que descreveram aspectos morfológicos de plântulas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H, S, Irwin & Barneby.

Conclusões

As características observadas, para as espécies em estudo, nas três fases de desenvolvimento das plântulas, podem auxiliar como norteadores em identificação de espécies em fase de plântulas no campo, bem como contribuir na distinção de plântulas normais com as anormais.

Referência bibliográficas

AMORIM, I. L. de. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var, lindleyana (Gardner) H, S, Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista brasileira Botanica**, v. 31, n. 3, 2008.

Barretto, S. S. B.; Ferreira, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de leguminosae mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (vellozo) brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (vellozo) morong. **Revista brasileira de sementes**, v. 33, n. 2, 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Defesa Agropecuária. **Glossário ilustrado de morfologia**. Mapa/ACS, Brasília, Brasil, 2009b, 406 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. de 17 de janeiro de 2013. Brasília: MAPA, 2013, 98 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009a, 395p.

CARVALHO, P. E. R. **Bordão-de-Velho: *Samanea tubulosa***. PR: Embrapa Florestais, 2007, 6 p. (Embrapa Florestas, Circular Técnica, 132).

FAVA, C. L. F. **Aspectos morfológicos e fisiológicos de diásporos e plântulas de 24 espécies do cerrado**. 2014, 147 p. Tese, (Doutorado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

FRIGIERI, F, F, **Guia de plântulas e sementes da Mata Atlântica do estado de São Paulo**. Piracicaba: IPEF, 2016, 99p.

GATES, R. R. Epigeal germination in the Leguminosae. **Botanical Gazette**, v. 113, n. 2, p.151-157.1951.

GIACHINI, R. M. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth,) Barneby & J. W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazonica**, v. 40, n.1, p. 75-80, 2010.

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

MELO-JUNIOR, J. L. de. A. Germination and morphology of seeds and seedlings of *Colubrina glandulosa* Perkins after overcoming dormancy. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 4, p.639-647, 2018.

OLIVEIRA, M. N. S. de. et al. Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae. **Montes Claros**, v. 7, n. 2, p.121-128, 2005.

RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, 2008.

SANTANA B. J. G. de. et al. Morfologia externa de sementes e plântulas de *Parkia pendula* Benth. ex Walp. **Arrudea**, v. 4, n.1, p. 2-10, 2018.

SILVA, G. M. da. C. et al. Morfologia do fruto, semente e plântula do Mororó (ou pata de vaca) – *Bauhinia forficata* Linn. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 3, n. 2, p. 1–15, 2003.

SOBRINHO, S. de. P.; SIQUEIRA, A. G. de. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam, – Sterculiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30. n. 1, p.114-120, 2008.

THE BRASIL FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

5, CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de programas de restauração florestal tem sido realizada frequentemente na região norte de Mato Grosso, através de semeadura direta, com a utilização de espécies nativas. E as pesquisas sobre a morfologia e fatores limitantes edáficos como o pH em relação à germinação geram conhecimentos científicos importantes, pois podem contribuir na implementação de programas de restauração florestal.

No entanto, notou-se a carência de informações gerais sobre a tecnologia de sementes de espécies nativas, incluindo as espécies analisadas, apesar da sua demanda atual. Observou-se também poucos estudos avaliando a influência de fatores edáficos no processo de germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies florestais nativas, dificultando inclusive a discussão dos resultados observados.

Desse modo, destaca-se a importância da realização de mais pesquisas sobre espécies florestais nativas para ampliar conhecimento sobre as características destas espécies. E assim contribuir também para melhorar a eficiência da semeadura direta como forma de restauração florestal.