



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**Germinação e estabelecimento de arbustos e árvores
pioneiros para a restauração florestal por semeadura
direta**

Marília Larocerie Lupchinski Magalhães

Brasília

Abril de 2017



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Germinação e estabelecimento de arbustos e árvores pioneiros para a restauração florestal por semeadura direta

Marília Larocerie Lupchinski Magalhães
Orientador Dr. Daniel Luis Mascia Vieira

Dissertação submetida ao Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Brasília, DF

2017



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Marília Larocerie Lupchinski Magalhães

**Germinação e estabelecimento de arbustos e árvores pioneiros
para a restauração florestal por semeadura direta**

Banca examinadora:

Dr. Daniel Luis Mascia Vieira
Presidente / Orientador
Embrapa – Cenargen

Dr. Fabian Borghetti
Avaliador externo
PPGBOT - UnB

Dr^a. Isabel Belloni Schmidt
Avaliador interno
PPGECL - UnB

Dr. Aldicir Osni Scariot
Suplente
PPGECL - UnB

Agradecimentos

Primeiramente, minha eterna gratidão aos meus pais e à tia Verônica, minha segunda mãe, a quem devo tudo que sou hoje, que sempre me deram forças e me guiaram para que eu seguisse todas as minhas escolhas, independente de qual fosse. E à toda a minha família que eu amo tanto, que sempre torce e se lembra de mim, mesmo estando tão longe.

À razão de tudo isso ter se tornado possível, que sempre acredita em mim e me impulsiona para frente a cada dia, que sempre me incentiva a buscar novos desafios, e que é meu companheiro de alegrias e vida com quem eu desejo estar ao lado em todos os inícios e fins de ciclos nessa vida, Cadu.

Ao meu orientador Daniel, que me guiou e ensinou pacientemente por todo esse tempo, com seu entusiasmo e amor pelo que faz, e que me fez ser uma pessoa mais forte e crítica do que eu era quando entrei.

À Dulce, que não é minha orientadora oficial, mas é minha orientadora. Me ensinou tudo que sabia, sempre com um sorriso no rosto e com a porta da sua sala aberta para mim. Não hesitou nenhuma vez em me ajudar quando precisei, e olhe que foram muitas e muitas vezes.

Aos que me receberam de braços abertos quando cheguei em Brasília, Pamela, Ju, Vitor e Isabel. Vocês contribuíram para que eu não desistisse de entrar nessa empreitada.

Aos meus companheiros da ecologia, que são melhores do que eu poderia imaginar, Camila, Carla, Nayara, Elba, Almir, Danilo, Bárbara, Jéssica, Vitor, Sarah, Tarcísio, Marcos, Emayre, Vitor, Andrea e em especial à Marcela. Obrigada pelas horas de estudo, de conversas e de privação de sono que vocês passaram comigo.

Às duas criaturinhas que me acompanharam desde o começo, que estiveram comigo quando precisei e quando era só carência, que me deram forças quando eu estava a ponto de desistir, e que me ensinaram coisas que eu nunca pensei em aprender, Laura e Monique. Se não fosse por vocês, eu não teria passado por metade das provações deste mestrado. Amo vocês!

Ao pessoal de Catalão, Tulio, Ingrid, Hélder, Calixto, Marco Tulio, Phael e Joyce, que fizeram com que eu me sentisse como se tivesse em casa. Em especial à Luzia e Sarah, que aguentaram ouvir minhas preocupações e lamentações quando eu chegava em casa à noite, sempre com um pedaço de chocolate.

Em especial, agradeço a Ivonne, que tornou essa fase tão difícil mais leve, que me apoiou incondicionalmente em todos os momentos que precisei, e que além disso, ia comigo todos os dias tomar um café na Santo Pane para aliviar a tensão. Muito obrigada!

À Sílvia, Marina, André e Grazi pelas sugestões, ajudas e conversas ao longo desses meses.

Ao Aécio, Juarez, Glossimar, Chebinha e em especial à Dudu, que fizeram de tudo para me ajudar todas as vezes eu que precisei resolver, comprar ou fazer alguma coisa para meus experimentos. Perdi as contas de quantas vezes Dudu parou tudo que estava fazendo para me

socorrer, com o que quer que fosse. Sem vocês não teria saído trabalho nenhum! Ao Bruno por ter identificado várias das espécies que utilizei neste trabalho.

Ao Perón e Henrique, que me ajudaram muito a colocar a casa de vegetação para funcionar, mesmo que todos os fantasmas não quisessem que isso acontecesse.

Ao Roberto e Déborah que me ajudaram de todas as formas a conseguir as sementes das espécies que eu precisei, inclusive parando na beira das estradas para catar frutos caídos no chão.

Ao CNPq, Embrapa, UnB, Serra do Facão e UFG que me forneceram toda a estrutura e recurso que precisei durante todo esse tempo.

A saga da bailarina da misera e a peleja da semente com a braquiária

Vinda das margens do Capibaribe
Da terra do maracatu e do frevo
O sobrenome até pode ser lá dos “estrangeiro”
Mas no fundo é sobrinha-neta de Lampião

Deixou aquele mar azul-turqueza
Veio para essa terra que tem um açude na cabeça do avião
O jeito é de bailarina e princesa
Mas na verdade é bruta que só o cão!

Chegando no Planalto Central
Na UnB e Embrapa seu sotaque causou geral
Misera para lá, misera para cá
Causou logo uma estranheza

O orientador, que é ligado
Arrumou-lhe logo uma peleja;
A disputa entre a semente e a braquiária
Era agora tarefa da nova estagiária

Mandada foi para Catalão
Jogou umas sementes no chão
Mas por lá o negócio “miô”
E para terra que não tem mar ela “voltô”

Não satisfeita com o resultado da peleja
Essa menina, que de princesa só tem a cara
Foi arretar o povo da Embrapa
E disse, daqui só saio quando essa semente mostrar que é braba

No laboratório ela se “infiô”
Leu os trabalhos de um monte de “dotô”
De tanto mexer as sementes, os “oio” quase “trocô”

Jurava que tinha acabado!!!
Bichinha tão inocente.
Só na casa de vegetação, plantou mais de 400 vasos
Pense num trabalho arretado!!!

A braquiária sem consideração
Cresceu pra mais de 2 metros do chão
E nesse muído cadê as sementes?

Ah! As sementes vendo o esforço da mestrandia
Chamaram as braquiárias de ridículas
Nos vasos fincaram suas radículas
E com Marília finalizaram seu experimento

E para você que vislumbrou a confusão
Deixo um pedido e cumprimento
Leia com carinho essa dissertação!

Resumo

Um dos principais gargalos à restauração ecológica é a presença de gramíneas africanas, especialmente do gênero *Urochloa*. O capim impede a sucessão ecológica por sombrear o solo e competir com plântulas de espécies nativas por água e nutrientes. Espécies de arbustos e árvores pioneiras podem sombrear rapidamente o capim e iniciar a sucessão. Para que estas espécies sejam capazes de superar o crescimento do capim, é necessário conhecer suas demandas para germinação e estabelecimento. Este trabalho buscou conhecer o comportamento de germinação e estabelecimento de espécies pioneiras arbustivas e arbóreas para utilização em semeadura direta. Foram realizados experimentos em campo, em laboratório e em casa de vegetação. O experimento de campo foi realizado em uma área com predominância de gramíneas exóticas invasoras do gênero *Urochloa* onde era uma floresta seca semidecídua e testou diferentes intervenções no solo e controle das espécies invasoras pré-semeadura sobre a emergência de sete espécies (*Guazuma ulmifolia*, *Luehea paniculata*, *Piptadenia gonoacantha*, *Senegalia polyphylla*, *Solanum lycocarpum*, *Solanum swartzianum* e *Vernonanthura brasiliensis*). Em laboratório foram avaliados os efeitos de técnicas de quebra de dormência com sementes de 11 espécies pioneiras (*G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *P. gonoacantha*, *S. polyphylla*, *Senna alata*, *Senna occidentalis*, *Solanum asperolanatum*, *S. lycocarpum*, *Tachigali aurea*, *Tachigali vulgaris* e *Trema micrantha*) na velocidade e porcentagem de germinação. Na casa de vegetação foi verificado o crescimento em vasos de *G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *Senna alata*, *Tachigali aurea*, *Tachigali vulgaris*, *Piptadenia gonoacantha*, *Senegalia polyphylla* e *Trema micrantha*, estas três últimas espécies foram avaliadas com e sem a presença da *U. brizantha*. As sementes do experimento em campo não germinaram, por isso, após três meses de acompanhamento o experimento foi interrompido. Quanto ao experimento em laboratório foi possível verificar que as espécies possuem dois tipos de características, as que apresentaram maiores porcentagens de germinação (*G. ulmifolia* – 79% - Água quente sem mucilagem; *P. gonoacantha* – 97%; *S. polyphylla* – 99%; *S. alata* – 94% - Corte lateral; *S. occidentalis* – 89% - Imersão em ácido sulfúrico por 45 minutos; *S. asperolanatum* – 96% - Imersão em um regulador de crescimento vegetal do grupo químico das giberelinas 0,6%; *T. aurea* – 64%; *T. vulgaris* – 76% - Escarificação mecânica com lixa) são mais sincrônicas do que as espécies que apresentaram as menores porcentagens de germinação (*L. paniculata* – 37%; *S. lycocarpum* – 36% - Imersão em PROGIBB-400 0,375%; *T. micrantha* – 39% - Imersão em PROGIBB-400 0,375%). Na casa de vegetação foi possível observar que algumas espécies apresentam grande potencial para atender às demandas de rápido crescimento e cobertura do solo, como a *T. micrantha*, seguidas por *G. ulmifolia*, *P. gonoacantha* e *S. polyphylla*. Conclui-se que as espécies exóticas invasoras devem ser controladas nas etapas de preparo do solo em projetos de restauração, para que elas não germinem durante os primeiros meses após a semeadura de espécies nativas, período mais crítico para o estabelecimento e crescimento das espécies de árvores pioneiras. Se há um bom controle do capim em campo, algumas espécies podem atingir grande biomassa aos 90 dias.

Palavras chave: semeadura direta, semente, dormência, *Urochloa*, casa de vegetação.

Abstract

One of the main bottlenecks to forest restoration is the presence of African grasses, especially of the genus *Urochloa*. Grass prevents ecological succession by shading the soil and competing for water and nutrients. Species of pioneering shrubs and trees can quickly shade the grass and begin the process of succession. For this, it is necessary to know their demands for germination and establishment. I investigated the behavior of germination and establishment of pioneer species for use in direct seeding. Experiments were carried out in field, in laboratory and in greenhouse. The field experiment was carried out in Catalão, GO, and tested different soil interventions and control of pre-seeding invasive species on the emergence of seven species (*Guazuma ulmifolia*, *Luehea paniculata*, *Piptadenia gonoacantha*, *Senegalia polyphylla*, *Solanum lycocarpum*, *Solanum swartzianum* and *Vernonanthura brasiliiana*). In the laboratory experiment the effects of dormancy breaking techniques with seeds of 11 pioneer species (*G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *P. gonoacantha*, *S. polyphylla*, *Senna alata*, *Senna occidentalis*, *Solanum asperolanatum*, *S. lycocarpum*, *Tachigali aurea*, *Tachigali vulgaris* and *Trema micrantha*) were evaluated in the speed and percentage of germination. In the greenhouse was verified the growth in pots of *G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *Senna alata*, *Tachigali aurea*, *Tachigali vulgaris*, *Piptadenia gonoacantha*, *Senegalia polyphylla* and *Trema micrantha* for the last three species were also evaluated with and without the presence of *U. brizantha*. The seeds of the field experiment did not germinate, so after three months of follow-up monitoring the experiment was stopped. Regarding the laboratory experiment it was possible to verify that the species that presented the highest percentage of germination (*G. ulmifolia* – 79% - Hot water without mucilage; *P. gonoacantha* – 97%; *S. polyphylla* – 99%; *S. alata* – 94% - Side cut; *S. occidentalis* – 89% - Immersion in sulfuric acid for 45 minutes; *S. asperolanatum* – 96% - Immersion in PROGIBB-400 0,6%; *T. aurea* – 64%; *T. vulgaris* – 76% - Sandpaper) are more synchronous than the species that presented the lowest percentages of germination (*L. Paniculata* - 37%, *S. lycocarpum* - 36% - Immersion in PROGIBB-400 0,375%, *T. micrantha* - 39% - Immersion in PROGIBB-400 0,375%). In the greenhouse it was possible to observe that some species present great potential to meet the demands of rapid growth and soil cover, such as *T. micrantha*, followed by *G. ulmifolia*, *P. gonoacantha* and *S. polyphylla*. It is concluded that invasive alien species must be controlled in the soil preparation stages in restoration projects, so that they do not germinate during the first months after sowing of native species, a period most critical for the establishment and growth of pioneering tree species. If there is a good control of the grass, some species can reach extensive biomass in 90 days.

Keywords: direct seeding, seed, dormancy, *Urochloa*, greenhouse.

Lista de figuras

- Figura 1.** Três tipos de resposta do sistema a um fator de perturbação: resistência, resiliência e perturbação. O estado A é o estado estável inicial e o C é um estado estável novo e alternativo. Durante o tempo que o sistema não cruzar o limiar de irreversibilidade (estado B), o sistema permanece estável. A restauração deste sistema do estado C para o A dependerá da natureza e do número de limiares que ele ultrapassou. Adaptado de Van Andel e Aronson, 2012..... 04
- Figura 2.** Seis tratamentos com diferentes preparos do solo e controle de gramíneas exóticas invasoras. A) visualização geral da área do experimento após a realização do preparo do solo; B) presença da braquiária; C) braquiária com herbicida; D) solo gradeado e semeadura em linha; E) sulco na braquiária viva e depois de 10 dias coloca herbicida; F) sulco no meio da braquiária; G) solo gradeado e semeadura em área total. Fotos: Fábio Socolowski (A) e Marília Larocerie (B-G)..... 13
- Figura 3.** Sementes de espécies utilizadas no experimento de semeadura direta em Catalão – GO. A) *Solanum lycocarpum*; B) *Piptadenia gonoacantha*; C) *Senegalia polyphylla*; D) *Guazuma ulmifolia*; E) *Solanum swartzianum*; F) *Luehea paniculata*; G) *Vernonanthura brasiliensis*..... 14
- Figura 4.** Esquema do plantio experimental realizado no campus da UFG, município de Catalão -GO. As cores representam os tratamentos de intervenção, os números representam os tratamentos de espécies e a borda verde representa a divisão dos blocos. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada bloco, e as parcelas (com uma espécie, todas ou nenhuma) foram distribuídas aleatoriamente dentro de cada linha..... 15
- Figura 5.** Esquema dos dois tipos de parcelas do plantio. A) Representação dos espaçamentos para a distribuição das sementes nos tratamentos de semeadura a lanço em área total. Nas áreas verde e amarela houve semeadura, mas só na área verde foi realizado o monitoramento. Em azul está a área de borda para a parcela. B) representação dos espaçamentos para a distribuição das sementes nos tratamentos de semeadura em sulcos. Nas áreas verde e amarela houve semeadura, mas só na área verde foi realizado o monitoramento. As áreas azul e rosa funcionaram como borda para a parcela..... 15
- Figura 6.** Espécies utilizadas no experimento de quebra de dormência em laboratório. A) *Tachigali aurea*; B) *Tachigali vulgaris*; C) *Solanum lycocarpum*; D) *Piptadenia gonoacantha*; E) *Senegalia polyphylla*; F) *Senna occidentalis*; G) *Senna alata*; H) *Guazuma ulmifolia*; I) *Solanum asperolanatum*; J) *Luehea paniculata*; K) *Trema micrantha*..... 18
- Figura 7.** Mucilagem liberada pelas sementes de *G. ulmifolia* após passar pelo processo de quebra de dormência física com água quente. Foto: Marília Larocerie..... 20
- Figura 8.** Remoção de parte do tegumento da *S. occidentalis* com um cortador de unha, para quebra de dormência física. Foto: Marília Larocerie..... 20
- Figura 9.** Frutos de *S. asperolanatum* consumidos. Foto: Marília Larocerie..... 21
- Figura 10.** Categorias das sementes de *S. asperolanatum*. Fruto Duro Semente Escura (FDSE), Fruto Duro Semente Clara (FDSC), Fruto Mole Semente Escura (FMSE) e Fruto Mole Semente Clara (FMSC)..... 22
- Figura 11.** Semente do fruto verde e semente do fruto maduro de *T. micrantha*..... 22
- Figura 12.** Espécies utilizadas experimento de competição com gramínea exótica invasora. A) *Tachigali aurea*; B) *Tachigali vulgaris*; C) *Solanum lycocarpum*; D) *Piptadenia gonoacantha*; E) *Senegalia polyphylla*; F) *Senna alata*; G) *Guazuma ulmifolia*; H) *Solanum asperolanatum*; I) *Luehea paniculata*; J) *Trema micrantha*; K) *Urochloa brizantha*..... 29

Figura 13. Semeadura nos vasos na casa de vegetação. Os círculos vermelhos circundam as sementes das espécies estudadas neste trabalho (A e B). A imagem “A” corresponde aos vasos do tratamento controle. Na imagem “B”, os pontos mais claros são as sementes de braquiária que foram espalhadas uniformemente no vaso.....	30
Figura 14. Esquema do experimento realizado em casa de vegetação, na Embrapa, Brasília – DF. Cada quadrado corresponde a um vaso. As cores e os números correspondem à espécie indicada na legenda.....	31
Figura 15. Germinação de sementes das espécies (A) <i>Luehea paniculata</i> , (B) <i>Piptadenia gonoacantha</i> e (C) <i>Senegalia polyhphylla</i> tratamento para quebra de dormência.....	34
Figura 16. Germinação de sementes das espécies (A) <i>Guazuma ulmifolia</i> (CM = Com mucilagem; SM = Sem mucilagem), (B) <i>Senna alata</i> , (C), <i>Senna occidentalis</i> , (D) <i>Tachigali aurea</i> e (E) <i>Tachigali vulgaris</i> que sofreram apenas tratamentos para quebra de dormência física.....	36
Figura 17. Fruto da espécie <i>Tachigali vulgaris</i> furado (A) e sementes predadas (B) e vazias (C).....	37
Figura 18. Germinação de sementes da espécie <i>Solanum asperolanatum</i> , sob diferentes tratamentos para quebra de dormência fisiológica. Os frutos e sementes foram divididos em quatro categorias: Fruto Duro Semente Escura (FDSE), Fruto Duro Semente Clara (FDSC), Fruto Mole Semente Escura (FMSE) e Fruto Mole Semente Clara (FMSC).....	38
Figura 19. Germinação de sementes da espécie <i>Solanum lycocarpum</i> , sob diferentes tratamentos para quebra de dormência fisiológica.....	39
Figura 20. Germinação de sementes da espécie <i>Trema micrantha</i> , sob diferentes tratamentos para quebra de dormência física (A) e fisiológica (B).....	40
Figura 21. Tempo em dias para que tenham germinado 10% (final esquerdo da barra), 50% (bola azul no meio da barra) e 90% (final direito da barra) do total de sementes germinadas de 11 espécies arbustivas e arbóreas pioneiras.....	43
Figura 22. Germinabilidade de espécies que possuem germinação menos sincrônica (A) e germinação de espécies que possuem germinação mais sincrônica (B). Foram selecionados os tratamentos que obtiveram as melhores porcentagens de germinação nos testes em laboratório para cada espécie.....	44
Figura 23. Plântulas retiradas dos vasos da casa de vegetação com três meses. SB: Vasos sem braquiária; CB: vasos com braquiária.....	46
Figura 24. Variáveis de altura, área da copa, área foliar total, massa seca, diâmetro, razão raiz/ parte aérea e AFE analisadas separadamente em indivíduos existentes na ausência de braquiária em seis espécies. Comparação entre indivíduos existentes na presença e ausência de braquiária de três espécies, utilizando as mesmas variáveis citadas anteriormente. Letras diferentes representam diferenças significativas entre as espécies (pelo teste de Tukey a $P < 0,05$). Asterisco (*) representa diferenças significativas relativas à presença e ausência de braquiária em uma mesma espécie (pelo teste de Tukey a $P < 0,05$).....	47

Lista de tabelas

Tabela 1. Classificação dos tipos de dormência orgânica.....	02
Tabela 2. Gêneros de ocorrência comum em alguns biomas brasileiros. Os gêneros em negrito são os que apresentam ocorrência em mais de um bioma (baseado nos trabalhos citados aqui).....	03
Tabela 3. Informações sobre a família, espécie, hábito (Arv = arbóreo, Arb = arbustivo, Subarb = subarbustivo), altura média, tipo de fruto, tipo de dispersão (Zoo = zoocórica, Anemo = anemocórica, Baro = barocórica, Auto = autocórica), tipo de semente, classificação da semente quanto à perda de água (Orto = ortodoxa, Int = intermediária, Rec = recalcitrante), tipo de dormência que a semente possui, procedência das sementes utilizadas, quais experimentos foram realizados com cada espécie utilizada neste trabalho (1. Semeadura direta; 2. Quebra de dormência em laboratório; 3. Competição com gramínea invasora), teor de umidade inicial da semente, variância da forma da semente e categoria da forma da semente (V = volumosa, A = achatada) relativos a 13 espécies arbustivas e arbóreas pioneiras.....	09
Tabela 4. Informações sobre o número de sementes total por tratamento, número de sementes por placa, número de réplicas por tratamento, pré-tratamentos de quebra de dormência e o tempo em que cada tratamento permaneceu no germinador, relativos a 11 espécies pioneiras arbustivas e arbóreas.....	24
Tabela 5. Número e porcentagem de sementes germinadas por tratamento e número e porcentagem de plântulas aos três meses de semeadura por tratamento dos indivíduos pertencentes às espécies <i>Senegalia polyphylla</i> e <i>Piptadenia gonoacantha</i> *.....	33
Tabela 6. Número de sementes por tratamento, número de réplicas por tratamento, germinabilidade, viabilidade das sementes, tempo médio de germinação, índice de sincronização de germinação, relativos a 11 espécies arbustivas e arbóreas pioneiras sob diferentes tratamentos de quebra de dormência.....	41
Tabela 7. Número de plântulas de cada espécie que foi analisada no experimento de casa de vegetação, em Brasília – DF.....	45

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1.Sucessão estagnada.....	03
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	07
3. METODOLOGIA.....	08
3.1.SELEÇÃO DE ESPÉCIES.....	08
3.2. EXPERIMENTO DE SEMEADURA DIRETA.....	12
3.2.1. Local do experimento.....	12
3.2.2. Procedimentos para a semeadura experimental em campo.....	12
3.2.3. Coleta de dados.....	17
3.3. EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS EM LABORATÓRIO.....	17
3.3.1. Local do experimento.....	17
3.3.2. Espécies utilizadas no experimento.....	17
3.3.3. Germinação.....	18
3.3.4. Teste de tetrazólio.....	18
3.3.5. Tratamentos para quebra de dormência das sementes.....	19
3.3.5.1.Controle.....	19
3.3.5.2. Escarificação química com ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄).....	19
3.3.5.3. Água quente.....	19
3.3.5.4. Remoção de parte do tegumento.....	20
3.3.5.5. Escarificação mecânica com lixa.....	20
3.3.5.6. Embebição em PROGIBB-400.....	20
3.3.6. Categorização da <i>Solanum asperolanatum</i>	21
3.3.7. Categorização da <i>Trema micrantha</i>	22
3.3.8. Coleta dos dados.....	28
3.3.9. Análise dos dados.....	28
3.4.EXPERIMENTO DE COMPETIÇÃO COM GRAMÍNEA EXÓTICA INVASORA.....	28
3.4.1. Local do experimento.....	28
3.4.2. Procedimentos para o plantio experimental em casa de vegetação.....	29
3.4.3. Coleta dos dados.....	31
3.4.4. Análise dos dados.....	32
4. RESULTADOS.....	32
4.1. EXPERIMENTO DE SEMEADURA DIRETA.....	32
4.2. EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS EM LABORATÓRIO.....	33
4.2.1. Espécies que não sofreram quebra de dormência.....	33
4.2.2. Espécies que sofreram quebra de dormência física.....	34
4.2.3. Espécies que sofreram quebra de dormência fisiológica.....	37
4.2.4. <i>Trema micrantha</i>	39
4.2.5. Germinabilidade das espécies.....	44

4.3. EXPERIMENTO DE COMPETIÇÃO COM GRAMÍNEA EXÓTICA INVASORA.....	45
5. DISCUSSÃO	48
5.1. EXPERIMENTO DE SEMEADURA DIRETA.....	48
5.2. EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS EM LABORATÓRIO.....	49
5.3. EXPERIMENTO DE COMPETIÇÃO COM GRAMÍNEA EXÓTICA INVASORA.....	52
6. CONCLUSÃO	54
7. REFERÊNCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

Ecosistemas são sujeitos a distúrbios naturais, como incêndios, deslizamentos e inundações ou antrópicos, como a conversão de grandes áreas em agricultura e pastagem (Wirth *et al.*, 2009; Van Andel e Aronson, 2012; Brancalion *et al.*, 2015). Após o distúrbio cessar, normalmente inicia-se o processo de sucessão secundária, que consiste em mudanças na estrutura, fisionomia e composição da comunidade vegetal, resultando na reversão em comunidades que podem ser semelhantes à original ou não (Brancalion *et al.*, 2015). A sucessão secundária de florestas tropicais segue uma progressão de estágios nos quais as espécies são gradativamente substituídas por outras no decorrer do tempo e em um mesmo local, por meio de colonizações e extinções, aumentando a complexidade estrutural e funcional da comunidade (Begon *et al.*, 2006; Gandolfi *et al.*, 2007; Chazdon, 2012). Este processo é iniciado pela colonização de espécies pioneiras, como gramíneas, ervas, lianas, arbustos e poucas espécies de árvores. De forma geral, as espécies de árvores e arbustos pioneiros têm as características de crescimento rápido quando são expostas à luz, ciclo de vida curto (5 a 15 anos), maturidade sexual precoce, alta capacidade de dispersão, altas taxas de absorção de nutrientes, ocorrem em alta densidade populacional, possuem madeira leve, produzem grande número de sementes pequenas e geralmente essas sementes possuem dormência. Por este motivo, estas espécies são capazes de colonizar e prosperar em áreas perturbadas (Bazzaz & Pickett, 1980; Finegan, 1984; Wirth *et al.*, 2009; Chazdon, 2012).

Em habitats que sofrem distúrbios frequentes, a colonização por espécies pioneiras proporciona novamente o desenvolvimento da comunidade. Desta forma, quando as espécies pioneiras se estabelecem em um ambiente, elas podem alterá-lo de cinco maneiras: 1) transferindo nutrientes do solo para a planta com a finalidade de constituir sua biomassa, sendo esta uma peculiaridade do ecossistema para a conservação de seu estoque de nutrientes; 2) favorecendo a elevação dos níveis de matéria orgânica no solo, com o acúmulo de biomassa na superfície do solo; 3) contribuindo para diminuição das variações microclimáticas dos estratos de crescimento das plântulas de árvores (Gómez-Pompa & Vasquez-Yanes, 1981; Chazdon, 2012); 4) como algumas delas podem formar um dossel contínuo em menos três anos, as espécies de gramíneas, pequenos arbustos e trepadeiras pioneiras são excluídas do sistema, devido ao sombreamento causado pelas árvores (Finegan, 1996); e 5) atraindo uma fauna dispersora eficiente, como aves e mamíferos, com um raio de atividade amplo, que visitam áreas perturbadas e não perturbadas (Gómez-Pompa & Vasquez-Yanes, 1981; Wunderle, J. M. 1997; Muscarella & Fleming, 2007; Bredt *et al.*, 2012). Com o

estabelecimento das espécies pioneiras, a maior visitação de alguns animais dispersores eleva a chuva de sementes, facilitando a regeneração da floresta, aumentando a diversidade de espécies por meio da introdução de sementes de florestas vizinhas (Gómez-Pompa & Vasquez-Yanes, 1981; Muscarella & Fleming, 2007). Em consequência disto, até os primeiros 20 anos de sucessão, as espécies pioneiras reduzem suas populações enquanto as espécies características de florestas primárias aumentam (Wirth *et al.*, 2009).

Alguns gêneros de plantas são característicos da fase de início da sucessão ecológica em ecossistemas florestais em vários biomas brasileiros. A tabela 2 contém gêneros de espécies pioneiras encontrados em áreas em início de sucessão de diversos levantamentos florísticos realizados em quatro biomas brasileiros e em áreas de transição entre biomas, para ilustrar quais gêneros ocorrem em mais de um bioma brasileiro.

Tabela 2. Gêneros de ocorrência comum em alguns biomas brasileiros. Os gêneros em negrito são os que apresentam ocorrência em mais de um bioma (baseado nos trabalhos citados aqui).

Mata Atlântica¹	Amazônia²	Cerrado³	Transição entre Amazônia e Cerrado⁴	Pantanal⁵
<i>Aegiphila</i> ,	<i>Cecropia</i> ,	<i>Croton</i> , <i>Dalbergia</i> ,	<i>Bellucia</i> ,	<i>Albizia</i> ,
<i>Alchornea</i> ,	<i>Herrania</i> ,	<i>Guazuma</i> ,	<i>Cecropia</i> ,	<i>Anadenanthera</i> ,
<i>Allophylus</i> ,	<i>Manicari</i> ,	<i>Hirtella</i> ,	<i>Miconia</i> ,	<i>Astronium</i> ,
<i>Bauhinia</i> ,	<i>Manihot</i> ,	<i>Kielmeyera</i> ,	<i>Qualea</i> ,	<i>Attalea</i> ,
<i>Cecropia</i> ,	<i>Piper</i> ,	<i>Luehea</i> , <i>Miconia</i> ,	<i>Schefflera</i> ,	<i>Cecropia</i> ,
<i>Croton</i> ,	<i>Piptadenia</i> ,	<i>Myrcia</i> , <i>Piper</i> ,	<i>Tachigali</i> ,	<i>Guazuma</i> ,
<i>Cyatharexylum</i> ,	<i>Senegalia</i> ,	<i>Piptadenia</i> ,	<i>Trema</i> e	<i>Inga</i> , <i>Licania</i> ,
<i>Dodonaea</i> ,	<i>Simarouba</i> ,	<i>Piptocarpha</i> ,	<i>Vismia</i> .	<i>Maclura</i> ,
<i>Luehea</i> , <i>Mabea</i> ,	<i>Solanum</i> ,	<i>Protium</i> ,		<i>Rhamnidium</i> ,
<i>Myrcia</i> , <i>Piper</i> ,	<i>Tachigali</i> ,	<i>Senegalia</i> , <i>Senna</i> ,		<i>Samanea</i> ,
<i>Piptadenia</i> ,	<i>Tapirira</i> ,	<i>Solanum</i> ,		<i>Senegalia</i> ,
<i>Senegalia</i> ,	<i>Trema</i> ,	<i>Tachigali</i> ,		<i>Spondia</i> ,
<i>Senna</i> , <i>Solanum</i> ,	<i>Trichanthera</i>	<i>Tapirira</i> ,		<i>Spondias</i> ,
<i>Tapirira</i> , <i>Trema</i> ,	e <i>Vismia</i> .	<i>Tetragastris</i> ,		<i>Trema</i> ,
<i>Vernonanthura</i> ,		<i>Thyrsodium</i> ,		<i>Triplaris</i> e
<i>Vismia</i> , <i>Xylopia</i>		<i>Trema</i> , <i>Virola</i> e		<i>Xylopia</i> .
e <i>Zanthoxylum</i>		<i>Xylopia</i> .		

¹ Gandolfi *et al.*, 1995; Tabarelli & Mantovani, 1999; Silva *et al.*, 2004; Higuchi *et al.*, 2006; Leite e Rodrigues, 2008; Santos *et al.*, 2008; Morim & Barros, 2015.

² Araújo *et al.*, 2001; Gama *et al.*, 2002; Gama *et al.*, 2003; Monaco *et al.*, 2003; Morim & Barros, 2015; Flora do Brasil 2020, 2017.

³ Neri *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2015; Miguel *et al.*, 2016; Siqueira *et al.*, 2016; Flora do Brasil 2020, 2017.

⁴ Araújo *et al.*, 2009; Barbosa *et al.*, 2011.

⁵ Negrelle, 2013; Morim & Barros, 2015; Negrelle, 2016.

1.1. Sucessão estagnada

Em algumas condições a sucessão não acontece após um distúrbio, isto ocorre porque distúrbios acarretam em transformações na produtividade, biodiversidade e biomassa do ecossistema. Quando estas transformações ultrapassam o limiar de irreversibilidade e o ecossistema passa a apresentar características diferentes do original, é possível dizer que o sistema está se mantendo em um estado estacionário alternativo ou degradado (Figura 1; Van Andel e Aronson, 2012). Um estado alternativo se mantém estável pela presença de filtros ecológicos, que podem ser bióticos ou abióticos, e que impedem a sucessão secundária. Os filtros podem ser: a ausência de dispersão, predação pós-dispersão, dessecação de sementes e plântulas, baixa disponibilidade de luz, baixa disponibilidade de água e nutrientes e herbivoria (Holl *et al.*, 2000; Jordano *et al.*, 2004; Van Andel e Aronson, 2012).

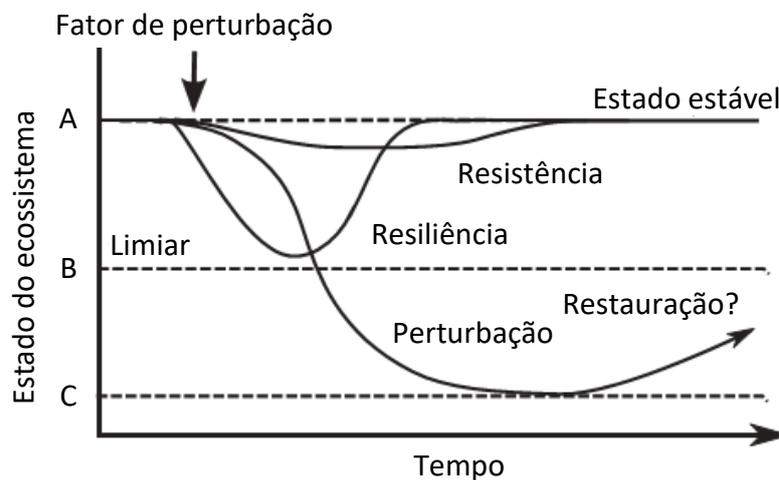


Figura 1. Três tipos de resposta do sistema a um fator de perturbação: resistência, resiliência e perturbação. O estado A é o estado estável inicial e o C é um estado estável novo e alternativo. Durante o tempo que o sistema não cruzar o limiar de irreversibilidade (estado B), o sistema permanece estável. A restauração deste sistema do estado C para o A dependerá da natureza e do número de limiares que ele ultrapassou. Adaptado de Van Andel e Aronson, 2012.

Já se sabe que vários ecossistemas são capazes de apresentar dois ou mais estados estáveis alternativos, onde cada um possui diferentes comunidades, processos de *feedback* e de funcionalidade geral. A ação antrópica severa ou frequente sobre os ecossistemas pode sobrecarregar os processos de *feedback* que caracterizam um estado, levando a uma mudança brusca de um tipo de comunidade para outro (Van Andel e Aronson, 2012). A introdução de espécies exóticas invasoras é um exemplo disto, pois elas modificam os processos do ecossistema, aumentando a resistência do sistema em seu estado degradado pelos *feedbacks* positivos, e isto o torna resiliente às tentativas de restaurá-lo (Suding *et al.*, 2004).

Neste contexto, campos abertos de gramíneas africanas podem ser considerados estados estáveis alternativos às florestas. Este estado inicia e se mantém porque as espécies de gramíneas invasoras têm geralmente germinação precoce e em massa, crescimento inicial rápido e capacidade de rebrotar rapidamente, reduzindo a incidência de luz na superfície e modificando o microclima local (D'Antonio & Vitousek, 1992; Sakai *et al.*, 2001; Caramaschi *et al.*, 2016). Além disso, elas retardam ou alteram a sucessão ecológica (causando perda de biodiversidade e fragmentação de sistemas naturais, já que impedem que a vegetação nativa retorne após distúrbios, como abertura de clareiras), são boas competidoras (capacidade superior de absorver água e nutrientes), bom combustível para o fogo (são inflamáveis e se recuperam rápido após o fogo) e apresentam alta sobrevivência (D'Antonio & Vitousek, 1992; Sakai *et al.*, 2001). Existem alguns gêneros de gramíneas africanas que foram introduzidas em vários ecossistemas nas Américas Central e do Sul para suportar o pastoreio intensivo, e que hoje são classificados como invasores, um deles é o *Urochloa* (D'Antonio & Vitousek, 1992; Gardener *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2016). Estas gramíneas são as competidoras de plântulas de árvores nativas mais conhecidas atualmente. Isto ocorre porque estas gramíneas normalmente possuem um sistema radicular muito denso, com um número muito elevado de raízes finas, e esta característica permite que estas espécies colonizem eficientemente o solo e absorva os recursos disponíveis rapidamente (Balandier *et al.*, 2006). Além disso, estas raízes se estabelecem em uma profundidade máxima de 1 m, que é o mesmo estrato em que as raízes de plântulas de árvores recém estabelecidas se encontram, fazendo com que as raízes das gramíneas restrinjam fortemente a absorção de água e nutrientes e o próprio crescimento das raízes das plântulas (Balandier *et al.*, 2006).

Outros fatores podem impedir a sucessão florestal em áreas de pastagens, incluindo a baixa disponibilidade de nutrientes e compactação do solo, baixa taxa de colonização e alta predação de sementes (Holl *et al.*, 2000). Se a ação desses fatores limitantes da dispersão de sementes, da germinação e do estabelecimento são removidos, a probabilidade de a sucessão ecológica ocorrer aumenta (Jordano *et al.*, 2004). Para isso, são recomendadas intervenções de restauração ecológica, impulsionando assim a sucessão ecológica (Scheffer *et al.*, 2001; Chazdon, 2009; Corrêa, 2009). Deste modo, restauração ecológica pode ser definida como sendo “o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004) ou ainda como uma “intervenção humana intencional em ecossistemas alterados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica” (Brançalion *et al.*, 2015). Dependendo da taxa natural de recuperação do ecossistema e de qual ponto final se pretende que ele atinja, a restauração pode ser realizada de

duas maneiras, passiva ou ativa, onde a forma passiva consiste na condução da regeneração natural e a ativa consiste no plantio de mudas, semeadura direta, nucleação e transposição de *topsoil* (Holl & Aide, 2011; Corbin & Holl, 2012; Chazdon, 2012; Brancalion *et al.*, 2015).

Dentre as técnicas de restauração ativa, a mais difundida e antiga maneira de se realizar restauração é pelo plantio de mudas, com espaçamento predominante de 2 x 3 metros. Este plantio é realizado com o objetivo de cobrir o solo rapidamente e aumentar diversidade. Por isso, o plantio é realizado em linhas com as espécies classificadas em grupos funcionais, nomeados de grupos de recobrimento (espécies lenhosas com bom crescimento inicial e recobrimento do solo) e grupos de diversidade (espécies lenhosas com desenvolvimento longo prazo e com mais diversidade funcional; Nave & Rodrigues, 2006; Calvo-Alvarado & Richter 2007; Rodrigues *et al.*, 2009; Alonso *et al.*, 2015; Brancalion *et al.*, 2015; Klippel *et al.*, 2015).

Logo após o plantio das mudas, as copas das árvores não se tocam, permitindo que as espécies de gramíneas exóticas invasoras cresçam e se estabeleçam, demandando a manutenção com coroamento das mudas e roçagem em área total por um ou alguns anos (Schneider, 2007; Pereira *et al.*, 2013b). O tempo deste manejo será maior em florestas menos produtivas, como as florestas sazonais do Centro-Oeste brasileiro, do que em florestas úmidas, como a floresta amazônica e a Mata Atlântica, onde o fechamento do dossel é mais rápido (Nave & Rodrigues, 2006; Vieira & Scariot, 2006; Chazdon, 2012).

A semeadura direta de árvores pioneiras pode ser mais eficiente do que o plantio de mudas, uma vez que a densidade de plântulas estabelecidas é alta, proporcionando o fechamento mais rápido do dossel, e conseqüentemente diminuindo os custos de controle das espécies invasoras (Wallin *et al.*, 2009; Campos-Filho *et al.*, 2014). Na semeadura direta pode-se utilizar espécies pioneiras que não são recomendadas no plantio de mudas, por não formarem copas largas e densas, como espécies dos gêneros *Cecropia*, *Schizolobium*, *Solanum* e *Senna*, que se forem semeadas em alta densidade podem exercer seu papel de pioneiras típicas (Nave & Rodrigues, 2006). Além disso, como o principal objetivo é ocupar o espaço o mais rápido possível, a densidade de sementes semeadas é alta. Isto faz com que o espaçamento entre os indivíduos estabelecidos seja próximo ao que ocorre naturalmente e conseqüentemente que as relações interespecíficas, como facilitação e competição, sejam favorecidas (Guerin *et al.*, 2015). Em contrapartida, a competição entre as gramíneas invasoras e as plântulas pode ser prolongada, porque as plântulas provenientes da semeadura direta permanecem no estrato herbáceo por mais tempo do que as plântulas cultivadas em viveiros que já são plantadas com certa altura (Riginos, 2009; Silva *et al.*, 2015).

Há uma grande variação entre os resultados de estudos realizados com esta técnica. (Van Andel e Aronson, 2012; Campos-Filho *et al.*, 2014). Como as espécies pioneiras geralmente possuem algum tipo de dormência, a germinação delas normalmente não é simultânea, mas quando estão em campo é necessário que elas germinem e cresçam rápido, para que elas possam cobrir rapidamente o solo e diminuir a competição com as espécies invasoras. Para que isso seja solucionado, é necessário compreender a germinação e quebra de dormências de espécies lenhosas com potencial para semeadura direta, bem como testar diferentes intervenções no solo e o impacto de espécies invasoras pré-semeadas no desenvolvimento inicial de diferentes espécies de lenhosas. Desta forma, o que se propõe nesse trabalho, é testar qual é a melhor forma de semear estas espécies e saber quais são as melhores espécies a serem utilizadas para este fim.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

- 1) **Objetivo:** Avaliar a emergência e estabelecimento em campo de sete espécies pioneiras arbustivas e arbóreas de ampla ocorrência em várias florestas em início de sucessão secundária no Brasil em seis tratamentos de preparo do solo e controle de plantas invasoras.

Hipótese: Haverá aumento na germinação e estabelecimento dos indivíduos pertencentes às espécies pioneiras nativas à medida que a intensidade de intervenções no solo e no controle das espécies de gramíneas invasoras também aumente.

- 2) **Objetivo:** Avaliar como tratamentos de quebra de dormência aumentam e aceleram a germinação de sementes de 11 espécies pioneiras arbustivas e arbóreas de ampla ocorrência em florestas em início de sucessão secundária no Brasil.

Hipótese: Apesar de as espécies pertencerem ao mesmo grupo funcional, elas necessitarão de diferentes condições ambientais para sua germinação em função de estratégias desenvolvidas para manutenção da comunidade nos estágios iniciais da sucessão secundária.

- 3) **Objetivos:** Avaliar o crescimento inicial de oito espécies pioneiras arbustivas e arbóreas de ampla ocorrência em florestas em início de sucessão secundária no Brasil plantadas em vasos. Comparar o crescimento dos indivíduos de seis destas espécies em vasos com e sem a presença de *Urochloa brizantha*.

Hipótese: Entre as espécies estudadas, as que apresentarem crescimento compatível com o crescimento da gramínea exótica invasora, terão mais sucesso em se estabelecer na comunidade.

3. METODOLOGIA

3.1. SELEÇÃO DAS ESPÉCIES

As espécies pioneiras arbustivas e arbóreas deste estudo foram selecionadas primeiramente por meio de uma busca em trabalhos científicos sobre as espécies pioneiras que ocorrem mais comumente em estágios iniciais de sucessão florestal em vários biomas brasileiros (Tabela 2). Após esta primeira seleção, foi iniciada a busca pelas espécies que estavam frutificando em algumas áreas do Distrito Federal e em Goiás, para realização da coleta de seus frutos. As espécies que não foram coletadas por falta de disponibilidade, foram compradas em redes de sementes. A lista final das espécies selecionadas e suas informações encontra-se na tabela 3. As espécies que foram adquiridas por meio de coletas passavam pelo processo de beneficiamento, para que as sementes fossem retiradas dos frutos e separadas de impurezas. No caso das espécies *Tachigali aurea* e *Tachigali vulgaris*, foi realizada a contagem de quantos frutos estavam predados e dentre os frutos que não estavam predados, quantas sementes estavam furadas, vazias ou fungadas. Isso foi realizado com cem frutos de cada espécie. Após o beneficiamento ou a compra, todas as sementes foram armazenadas em câmara de espera com temperatura de 20°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) e 45% de umidade até o momento em que foram utilizadas. O tempo de espera variou de 30 a 90 dias.

Tabela 3. Informações sobre a família, espécie, hábito (Arv = arbóreo, Arb = arbustivo, Subarb = subarbustivo), altura média, tipo de fruto, tipo de dispersão (Zoo = zoocórica, Anemo = anemocórica, Baro = barocórica, Auto = autocórica), tipo de semente, classificação da semente quanto à perda de água (Orto = ortodoxa, Int = intermediária, Rec = recalcitrante), tipo de dormência que a semente possui, procedência das sementes utilizadas, quais experimentos foram realizados com cada espécie utilizada neste trabalho (1. Semeadura direta; 2. Quebra de dormência em laboratório; 3. Competição com gramínea invasora), teor de umidade inicial da semente, variância da forma da semente e categoria da forma da semente (V = volumosa, A = achatada) relativos a 13 espécies arbustivas e arbóreas pioneiras.

Família	Espécie	Hábito	Altura média	Fruto	Dispersão	Semente	Classificação fisiológica quanto à perda de água	Dormência	Procedência das sementes (ano da coleta)	Exp. realizado	Teor de umidade inicial (%)	Variância da forma	Categoria da forma
Malvaceae ¹	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ¹	Arv ¹	8 – 16 m ³	Cápsula, tardiamente deiscente, polpa mucilaginosas ³	Zoo ³	Ovóides e duras ²⁴	Orto ³	Física ⁴	Rede de sementes do Xingú (2015) e Rede de Sementes do Cerrado (2015)	1, 2 e 3	8,77 (0,47)	0,05 (0,02)	V
Malvaceae ¹	<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc. ¹	Arb ¹	6 – 12 m ²	Cápsula loculicida, deiscente, lenhosa ^{2,19}	Anemo ²	Elípticas com alas arredondadas nos ápices e núcleo seminífero basal ²⁵	Rec ¹⁹	Nenhuma ⁵	Catalão - GO (2015)	1, 2 e 3	7,94 (0,08)***	0,21 (0,01)	A
Fabaceae ¹	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr. ¹	Arv ¹	10 – 20 m ²	Legume não moniliforme deiscente, coriáceo, seco, plano ⁶	Auto (baro e anemo) ⁶	Plana, lisa, ovalada, sem endosperma, não alada ¹⁶	Orto ²³	Nenhuma ⁶	Catalão - GO (2015)	1, 2 e 3	7,05 (0,11)	0,18 (0,03)	A
Fabaceae ¹	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose ¹	Arb, arv ¹	15 – 20 m ²	Legume oblongo achatado e coriáceo ²⁰	Auto ⁸	Elípticas e achatadas ²⁶	Orto ⁸	Nenhuma ⁷	Catalão - GO (2015)	1, 2 e 3	7,25 (0,37)***	0,16 (0,01)	A
Fabaceae ¹	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb. ¹	Arb, arv, subarb ¹	1 – 2 m ¹¹	Legume deiscente ²¹	Baro ²¹	Cordiformes ²¹	Orto ²¹	Física ⁹	Catalão - GO (2016)	2 e 3	6,84 (0,25)	0,13 (0,02)	V

Tabela 3. Continuação...

Família	Espécie	Hábito	Altura média	Fruto	Dispersão	Semente	Classificação fisiológica quanto à perda de água	Dormência	Procedência das sementes (ano da coleta)	Exp. realizado	Teor de umidade inicial (%)	Variância da forma****	Categoria da forma
Fabaceae ¹	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link ¹	Arb, subarb ¹	5 – 8 m ¹¹	Legume ¹⁰	Auto ²²	Lateralmente comprimida, ápice arredondado e base assimétrica ¹⁰	Int ²³	Física ¹²	Rede de sementes do Xingú (2015)	2	10,85 (0,10)	0,10 (0,02)	V
Solanaceae ¹	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav. ¹	Arb ¹	-	Baga*	-	-	-	-	Fercal -DF (2016)	2 e 3	9,79 (1,28)***	0,18 (0,02)	A
Solanaceae ¹	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil. ¹	Arb, arv ¹	2 – 5 m ³	Bacóide, carnoso, indeiscente ³	Zoo ³	Elipsóide ou subelipsóide, albuminosas e com embrião circinado ²⁷	Orto ³	Fisiológica ¹³	Brasília – DF (2016)	1, 2 e 3	6,83 (0,10)	0,14 (0,02)	V
Solanaceae ¹	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult. ¹	Arv ¹	-	Baga*	Zoo ¹⁴	-	-	-	Catalão - GO (2015)	1	-	-	-
Fabaceae ¹	<i>Tachigali aurea</i> Tul. ¹	Arv ¹	5 – 11 m ²	Legume elíptico indeiscente com uma semente ²	Anemo ²	Elípticas ²⁷	Orto ⁸	Nenhuma	São Domingos – GO (2014)	2 e 3	9,30 (0,29)	0,20 (0,00)	A
Fabaceae ¹	<i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima ¹	Arv ¹	4 – 6 m ²	Legume indeiscente, lenhoso com uma semente ²	Anemo e baro ^{2,16}	Oblonga, alongada, superfície lisa brilhante e subapical ¹⁶	Orto ¹⁶	Física ¹⁵	Cavalcante - GO (2015)	2 e 3	7,05 (0,04)***	0,16 (0,00)	A

Tabela 3. Continuação...

Família	Espécie	Hábito	Altura média	Fruto	Dispersão	Semente	Classificação fisiológica quanto à perda de água	Dormência	Procedência das sementes (ano da coleta)	Exp. realizado	Teor de umidade inicial (%)	Variância da forma	Categoria da forma
Cannabaceae ¹	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume ¹	Arb, arv ¹	5 – 12 m ²	Drupa ovóide ¹⁶	Zoo e auto ¹⁶	Unidade de dispersão com tegumento delgado e embrião axial, cilíndrico, contínuo e curvo ¹⁶	Orto ⁸	Fisiológica ⁵	Fercal – DF (2016)	2 e 3	6,09 (0,22) ***	0,02 (0,01)	V
Asteraceae ¹	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H. Rob. ¹	Arb ¹	0,8 – 3 m ¹⁷	Cipsela setosa ¹⁷	Anemo ¹⁸	Albuminosas com tegumento fino e papiráceo**	-	Nenhuma	Catalão – GO (2015)	1	-	-	-

¹Flora do Brasil 2020, 2017; ²Lorenzi, 2014; ³Kuhlmann, 2012; ⁴Carvalho, 2007; ⁵Baskin & Baskin, 2014; ⁶Carvalho, 2004; ⁷Isernhagem, 2010; ⁸Mori *et al.*, 2012; ⁹Braga *et al.*, 2010; ¹⁰Gurgel *et al.*, 2014; ¹¹Rain-tree, 2012; ¹²Delachiave & Pinho, 2003; ¹³Dulce Aves, dados não publicados; ¹⁴Mello, 2013; ¹⁵Carvalho, 2005; ¹⁶Carvalho, 2003; ¹⁷Soares, 2012; ¹⁸Bispo, 2016; ¹⁹Carvalho, 2014; ²⁰Carvalho, 2008; ²¹Aguiar, 1992; ²²Silva *et al.*, 2013; ²³Mayrinck *et al.*, 2016; ²⁴Carvalho, 2006; ²⁵Carvalho, 2014; ²⁶Carvalho, 2008; ²⁷Carvalho, 2010; *Informação para o gênero (Souza & Lorenzi, 2012); ** Informação para o gênero (Galastri e Oliveira, 2010 *apud* Corner, 1976); *** Valores médios para as categorias dentro das espécies (*S. asperolanatum*: FDSC, FDSE, FMSC e FMSE; *T. micrantha*: fruto verde e maduro (dormência física) e fruto verde e maduro (dormência fisiológica), ver resultados para mais detalhes; **** As dimensões coletadas foram comprimento, largura e espessura e o cálculo foi feito de acordo com Thompson *et al.* (1993), as medições foram feitas em 15 sementes de cada espécie com paquímetro digital.

3.2. EXPERIMENTO DE SEMEADURA DIRETA

3.2.1. Local do experimento

Este trabalho foi realizado no Campus II da Universidade Federal de Goiás, localizada no município de Catalão - GO, entre o período de setembro de 2015 e março de 2016. Catalão é formado por fisionomias de florestas estacionais semidecíduais e savanas (Brasil, 1981) e possui solos argilosos e férteis (Brasil, 2013b). Pertence à província alcalino-carbonatífera do Alto Paranaíba (Ferrari *et al.*, 2007). O clima é do tipo AW segundo classificação de Köppen-Geiger com duas estações bem marcadas, um inverno seco, de maio a setembro (menor pluviosidade média mensal de 7,5 mm, em julho) e um verão úmido, de outubro a abril (maior pluviosidade média mensal de 273,9 mm, em dezembro; Silva *et al.*, 2006; Ferreira & Consolaro, 2013). O experimento foi implantado em uma área com predominância de gramíneas exóticas invasoras do gênero *Urochloa* (braquiária), que se localiza nas adjacências do Parque Natural Municipal Santa Cruz, que é um remanescente de mata seca semidecídua (Ribeiro & Walter, 2008), no município de Catalão, Goiás (18°09'30,86"S e 47°55'21,88"O, elevação de 874 m; Figura 2A). Como a área do experimento se encontra imediatamente do lado do Parque e pelo tipo do solo que apresenta, é provável que antes de ter sido convertida para uma área de pasto, ela tenha feito parte da mata seca semidecídua.

3.2.2. Procedimentos para a semeadura experimental em campo

A semeadura foi realizada em dezembro de 2015, composta por seis tratamentos, que incluíam diferentes intervenções para controlar as gramíneas exóticas invasoras e preparar o solo para a germinação das espécies semeadas: 1) semeadura a lanço sem qualquer intervenção (Controle; Figura 2B); 2) aplicação de herbicida (Trop®; 4,0 L/ha) + semeadura a lanço com as gramíneas e herbáceas invasoras dessecadas (Figura 2C); 3) revolvimento do solo por gradagem + semeadura a lanço (Figura 2D); 4) revolvimento do solo por gradagem + semeadura em sulcos (Figura 2E); 5) abertura de sulcos com sulcador acoplado a um trator + semeadura em sulcos, mantendo a braquiária entre os sulcos (Figura 2F); 6) abertura de sulcos com sulcador acoplado a um trator + aplicação de herbicida entre os sulcos + semeadura em sulcos (Figura 2G). Para cada um destes tratamentos, foram realizadas quatro réplicas (cada bloco é uma repetição). Antes de iniciar qualquer tratamento no solo, toda a área foi roçada com uma roçadeira acoplada a um trator para que as gramíneas ficassem o mais rente ao chão possível, facilitar a montagem dos experimentos e aumentar a eficiência do herbicida. Foi realizada a manutenção das linhas em que a semeadura foi realizada em sulcos, por meio de capinas

manuais nas faixas entre os sulcos, com a finalidade de controlar as gramíneas e herbáceas invasoras, aos três meses após a semeadura.



G Figura 2. Seis tratamentos com diferentes preparos do solo e controle de gramíneas exóticas invasoras. A) visualização geral da área do experimento após a realização do preparo do solo; B) semeadura a lanço sem intervenção; C) aplicação de herbicida + semeadura a lanço com as espécies invasoras dessecadas; D) revolvimento do solo por gradagem + semeadura a lanço; E) revolvimento do solo por gradagem + semeadura em sulcos; F) semeadura em sulcos, mantendo a braquiária entre os sulcos; G) abertura de sulcos + aplicação de herbicida entre os sulcos + semeadura em sulcos. Fotos: Fábio Socolowski (A) e Marília Larocerie (B-G).

Foram semeadas sete espécies neste experimento: *G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *P. gonoacantha*, *S. polyphylla*, *S. lycocarpum*, *S. swartzianum* e *V. brasiliana*. A variação de tipos, tamanhos e formas das sementes pertencentes à estas espécies encontra-se na figura 3.

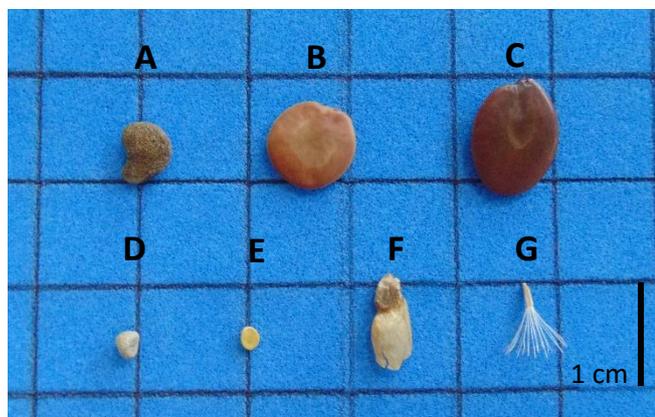


Figura 3. Sementes de espécies utilizadas no experimento de semeadura direta em Catalão – GO. A) *Solanum lycocarpum*; B) *Piptadenia gonoacantha*; C) *Senegalia polyphylla*; D) *Guazuma ulmifolia*; E) *Solanum swartzianum*; F) *Luehea paniculata*; G) *Vernonanthura brasiliana*.

As espécies foram categorizadas de acordo com o tamanho das sementes, para calcular a quantidade de sementes semeadas em cada parcela, pois sementes menores geralmente apresentam menor probabilidade de estabelecimento, entretanto a taxa de crescimento relativo de espécies com estas características é alta (Fenner & Thompson, 2005; Ben-Hur & Kadmon, 2015). Por este motivo, quanto menor forem as sementes de uma espécie, mais sementes desta espécie são colocadas em uma parcela. Então, as sementes foram classificadas em grandes (peso de uma semente $\geq 0,05$ g; *Piptadenia gonoacantha* e *Senegalia polyphylla*), média ($0,05$ g > peso de uma semente > $0,001$ g; *Guazuma ulmifolia*, *Luehea paniculata*, *Solanum lycocarpum* e *Solanum swartzianum*) e pequena (peso de uma semente $\leq 0,001$ g; *Vernonanthura brasiliana*; Isernhagen, 2010). Sendo assim, nas parcelas de 2 x 2 m, onde as espécies encontram-se sozinhas, as quantidades de sementes a serem semeadas foram 80 para as grandes, 160 para as médias e 640 para as pequenas. Essas densidades de assemelham àquelas realizadas em semeadura direta em algumas florestas do Brasil, como a bacia do Xingu, no Mato Grosso (Guerin et al. 2015). Nas parcelas em que as espécies estão juntas, as quantidades foram 16 da categoria grande, 32 da categoria média e 80 da categoria pequena. Como são sete espécies, foi um total de 240 sementes por parcela.

Cada espécie foi semeada em uma parcela experimental, mais uma parcela com todas as espécies e uma sem semeadura, para cada tratamento de intervenção. Cada tratamento de intervenção foi estabelecido em faixas subdivididas em parcelas com as espécies. Cada faixa

foi replicada quatro vezes. O experimento teve 6 tratamentos de intervenção \times 9 tratamentos de espécies \times 4 réplicas = 216 parcelas (Figura 4). Cada parcela teve 3 \times 3 m (total de 1944 m²). Nos tratamentos que houve semeadura em área total, as sementes foram semeadas em uma área de 2 \times 2 m dentro de uma parcela de 3 \times 3 m e o monitoramento foi realizado em uma área de 1 \times 1 m dentro da parcela de 2 \times 2 m (Figura 5A). Nos tratamentos em que a semeadura foi em sulcos, foram abertos três sulcos com espaçamento de 50 cm entre eles dentro da parcela de 3 \times 3 m. A semeadura ocorreu em três metros lineares no sulco central e em dois metros lineares nos sulcos adjacentes. O monitoramento foi realizado em dois metros lineares do sulco central (Figura 5B).

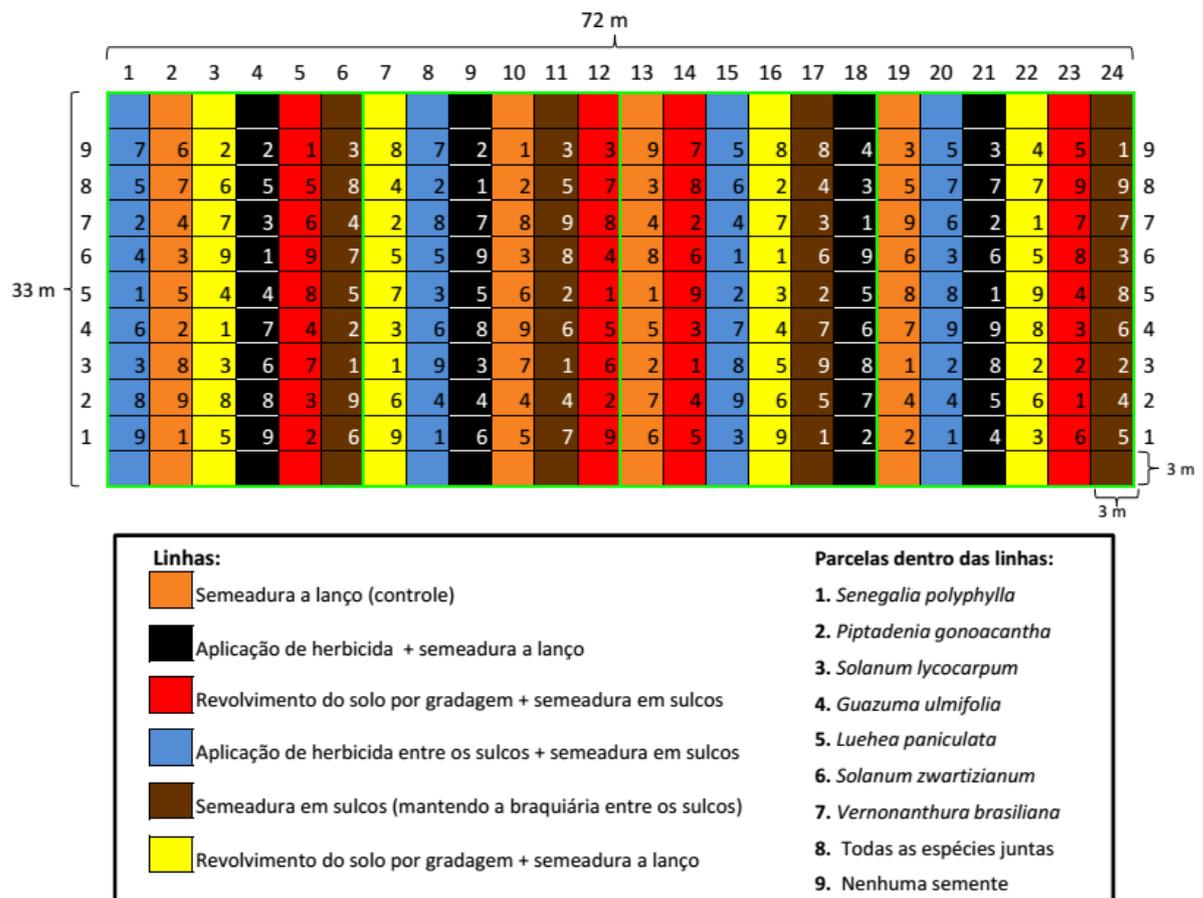


Figura 4. Esquema do plantio experimental realizado no campus da UFG, município de Catalão -GO. As cores representam os tratamentos de intervenção, os números representam os tratamentos de espécies e a borda verde representa a divisão dos blocos. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada bloco, e as parcelas (com uma espécie, todas ou nenhuma) foram distribuídas aleatoriamente dentro de cada linha.

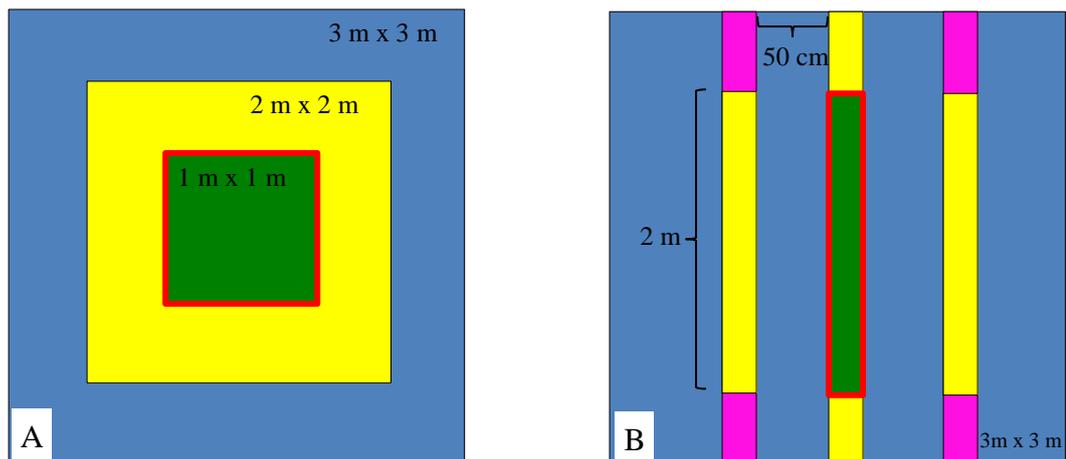


Figura 5. Esquema dos dois tipos de parcelas do plantio. A) Representação dos espaçamentos para a distribuição das sementes nos tratamentos de semeadura a lanço em área total. Nas áreas verde e amarela houve semeadura, mas só na área verde foi realizado o monitoramento. Em azul está a área de borda para a parcela. B) representação dos espaçamentos para a distribuição das sementes nos tratamentos de semeadura em sulcos. Nas áreas verde e amarela houve semeadura, mas só na área verde foi realizado o monitoramento. As áreas azul e rosa funcionaram como borda para a parcela.

Para que se saiba quantas sementes foram semeadas na parcela de 1 x 1 m e, com isso, saber se houve 100% de germinação, as sementes foram separadas em dois sacos plásticos no momento da semeadura. Nas parcelas de semeadura a lanço, dentro da parcela central de 1 x 1 m ficaram 25% do total de sementes, e nas adjacências foi semeado o restante das sementes, completando a parcela de 2 x 2 m. Por exemplo, na *Piptadenia gonoacantha*, que é da categoria grande, o saco com 25% das sementes conteve 20 sementes e o saco com 75% das sementes conteve 60 sementes, totalizando em 80 sementes por cada parcela de 2 x 2 m. Nas parcelas de semeadura em sulcos, nos dois metros centrais do sulco central, ficaram 25% do total de sementes, enquanto que o restante das sementes ficou nos 50 cm restantes para completar três metros do sulco central e em dois metros dos dois sulcos adjacentes (Figura 5).

Antes da semeadura, todas as sementes foram postas em sacos plásticos com areia lavada para que no momento de lançar as sementes elas ficassem mais espalhadas dentro das parcelas. Apenas a *G. ulmifolia* possuía dormência física (Fowler e Bianchetti, 2000; Carvalho, 2007; Brasil, 2013a). Por este motivo, um dia antes do plantio as sementes de *G. ulmifolia* sofreram quebra de dormência, fervendo água até os 90°C, após isso a fonte de calor foi retirada e as sementes foram colocadas na água, permanecendo imersas por dois minutos (Pereira *et al.*, 2013a). Após isso, elas foram postas nos sacos plásticos com areia.

3.2.3. Coleta dos dados

Após o plantio, foram realizados censos mensais da emergência e sobrevivência por três meses, e avaliação da altura e diâmetro do caule e área da copa após um ano. Além disso, foi

registrada a cobertura do solo das espécies plantas, plantas espontâneas e gramíneas exóticas, por meio do método de pontos. O método consiste em quadrado de ferro com 1 m x 1 m, subdividido em 100 quadrículas de 10 cm x 10 cm, apoiado em hastes na extremidade, permanecendo a 1 m de altura. O quadro foi colocado no centro das parcelas e com uma haste de ferro de 0,5cm de diâmetro posicionada no centro de cada quadrícula foram anotados os toques na agulha por formas de crescimento, que foram divididas em: braquiária, capim (quando era alguma gramínea que não a braquiária), herbácea e plântula (quando o indivíduo era de alguma espécie semeada).

3.3. EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS EM LABORATÓRIO

3.3.1. Local do experimento

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizada em Brasília - DF, entre julho e dezembro de 2016.

3.3.2. Espécies utilizadas no experimento

As espécies utilizadas neste experimento foram: *G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *P. gonoacantha*, *S. polyphylla*, *S. alata*, *S. occidentalis*, *S. asperolanatum*, *S. lycocarpum*, *T. aurea*, *T. vulgaris* e *T. micrantha* (Figura 6).

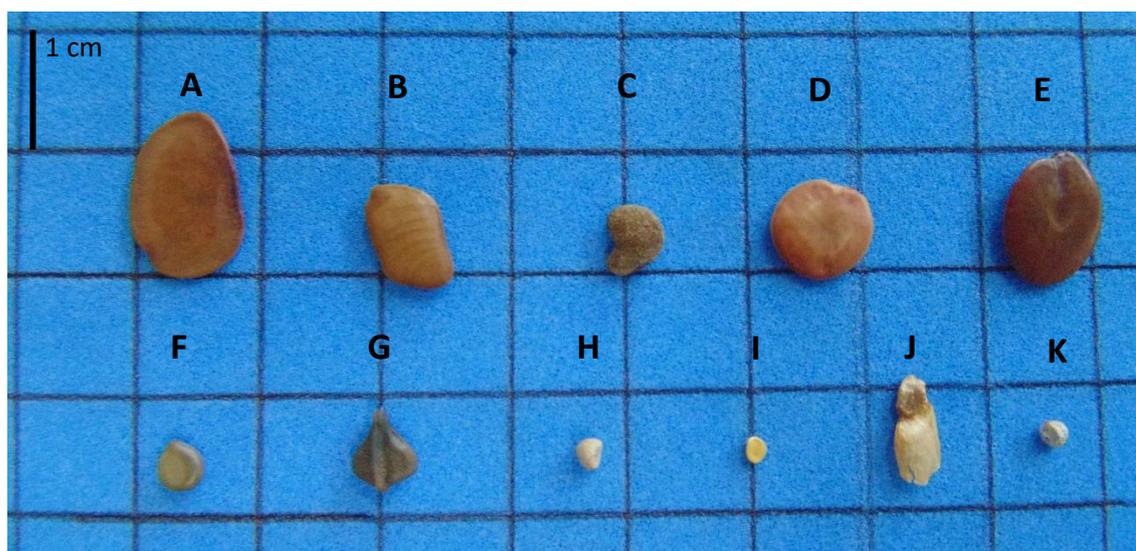


Figura 6. Espécies utilizadas no experimento de quebra de dormência em laboratório. A) *Tachigali aurea*; B) *Tachigali vulgaris*; C) *Solanum lycocarpum*; D) *Piptadenia gonoacantha*; E) *Senegalia polyphylla*; F) *Senna occidentalis*; G) *Senna alata*; H) *Guazuma ulmifolia*; I) *Solanum asperolanatum*; J) *Luehea paniculata*; K) *Trema micrantha*.

3.3.3. Germinação

Foi realizado o teor de umidade do lote em que estas sementes estavam. Este teste foi realizado com três réplicas de dez sementes, onde foi realizada a pesagem do peso fresco das sementes. Após isso, estas sementes foram postas em estufa a 105°C ($\pm 3^\circ$ C), onde permaneceram por 24 horas, passado este tempo, foi realizada a pesagem do peso seco destas sementes. Os experimentos foram realizados em placas de Petri com dois papéis filtros qualitativos (J. Prolab; *S. lycocarpum* foi posta em Gerbox com dois papéis mata-borrão) que foram alocadas em germinador BOD (ELETROlab EL 202) com fotoperíodo de 12h e temperatura de 30° C ($\pm 2^\circ$ C).

3.3.4. Teste de Tetrazólio

As sementes não germinadas provenientes dos experimentos de germinação foram cortadas longitudinalmente e as que se encontravam vazias, escuras, mal-formadas ou moles foram descartadas após anotação na planilha de germinação. Quando as sementes apresentavam uma aparência de estarem viáveis, foram embebidas em solução a 1% do sal 2, 3, 5 trifênil cloreto de tetrazólio (SIGMA) e a placa era envolvida com duas camadas de papel alumínio, para evitar contato com a luz. As placas embaladas eram colocadas dentro do germinador com 30° C e permaneciam lá por 24 horas. Passado este tempo, as placas eram desembaladas, as sementes eram lavadas e levadas para o estereomicroscópio binocular para avaliação da viabilidade. Foram consideradas viáveis as sementes que possuíam seus embriões corados de rosa (Brasil, 2009).

3.3.5. Tratamentos para quebra de dormência das sementes

Os tratamentos de quebra de dormência foram realizados com base em consultas a trabalhos realizados previamente com cada espécie (Tabela 4). Os tratamentos foram:

3.3.5.1. Controle: As sementes não passaram por nenhum método que quebra de dormência (Tabela 4).

3.3.5.2. Escarificação química com ácido sulfúrico (H_2SO_4): As sementes foram imersas em ácido sulfúrico a 98% por tempos diferentes para cada espécie (ver tabela 4) e lavadas três vezes com água destilada por 5 minutos. Duas espécies que passaram por este tratamento (*G. ulmifolia* e *T. micrantha*) foram colocadas para germinar no escuro. Elas foram postas no mesmo germinador que as outras sementes, mas primeiramente foram vedadas com plástico filme para que a água não evaporasse

e após isso, foram enroladas com duas camadas de papel alumínio, para não haver contato com a luz.

3.3.5.3. Água quente: As sementes foram imersas em recipiente de metal contendo água destilada com temperatura de 94°C. O recipiente foi mantido sobre uma bancada até atingir a temperatura ambiente, o que demorava aproximadamente 25 minutos (Tabela 4). Após a aplicação deste tratamento, foi possível identificar uma camada de mucilagem ao redor das sementes da espécie *G. ulmifolia* (Figura 7). Cem sementes foram lavadas em água corrente com o auxílio de uma peneira e enxugadas em papel toalha para a total remoção da mucilagem (Tratamento denominado de água quente sem mucilagem). As outras 100 sementes não passaram por este processo (Tratamento denominado de água quente com mucilagem). As sementes da espécie *S. occidentalis* foram imersas na água quente do equipamento de banho-maria, e lá a água demorou aproximadamente uma hora para atingir a temperatura ambiente.



Figura 7. Mucilagem liberada pelas sementes de *G. ulmifolia* após passar pelo processo de quebra de dormência física com água quente. Foto: Marília Larocerie.

3.3.5.4. Remoção de parte do tegumento: Cada semente foi cortada com o auxílio de um cortador de unha do lado oposto ao hilo, de modo que removesse uma pequena parte do tegumento, como está ilustrado na figura 8 (Tabela 4).



Figura 8. Remoção de parte do tegumento da *S. occidentalis* com um cortador de unha, para quebra de dormência física. Foto: Marília Larocerie.

3.3.5.5. Escarificação mecânica com lixa: Neste método lixa-se levemente a semente do lado oposto ao hilo, para que o embrião não seja atingido, até que seja possível visualizar o endosperma da semente (Tabela 4).

3.3.5.6. Embebição em PROGIBB-400: PROGIBB-400 é um regulador de crescimento pertencente ao grupo das giberelinas, e atuam em algumas fases da germinação das sementes que vão desde a ativação o crescimento vegetativo do embrião, enfraquecimento a camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento, até mobilizar reservas energéticas do endosperma (Taiz & Zeiger, 2006). Para testar qual concentração deste composto possui maior eficiência na quebra da dormência das sementes, foram utilizadas três concentrações diferentes deste regulador (diluído em água milipore): 0,2% (P/V), 0,375% (P/V) e 0,6% (P/V). Para isso, as sementes foram imersas na solução em um recipiente de vidro com tampa, e o recipiente foi depositado dentro do germinador em que os experimentos de germinação estavam sendo realizados, onde permaneceu por 24 horas. Após este tempo, as sementes foram lavadas com água milipore corrente e utilizadas na montagem do experimento (Tabela 4).

3.3.6. *Categorização da Solanum asperolanatum*

Para que fosse possível realizar a coleta dos frutos desta espécie, foi necessário colocar sacos de filó protegendo os galhos que contivessem frutos verdes, pois sem os sacos os frutos maduros eram consumidos por animais antes que fosse possível coletá-los (Figura 9). Por isso, foram colocados 27 sacos de filó no máximo de galhos possível, e dois meses depois eles foram retirados.



Figura 9. Frutos de *S. asperolanatum* consumidos. Foto: Marília Larocerie.

Quando os frutos desta espécie foram coletados, foi possível perceber que a consistência dos frutos e a cor das sementes eram diferentes, mesmo quando os frutos apresentavam a mesma coloração (marrom escuro). Por este motivo, sementes desta espécie foram subdivididas em quatro categorias para a realização dos testes de germinação e quebra de dormência. Dentre as categorias, duas são relacionadas a consistência do fruto em que a semente pertencia, e as outras duas são relacionadas a coloração das sementes, então, as categorias foram: Fruto Duro Semente Escura (FDSE), Fruto Duro Semente Clara (FDSC), Fruto Mole Semente Escura (FMSE) e Fruto Mole Semente Clara (FMSC; Figura 10). Foram realizadas as mesmas baterias de testes de quebra de dormência para cada categoria mencionada, para se conhecer qual potencial de germinação de cada categoria. Os tratamentos de quebra de dormência para esta espécie foram os mesmos que os realizados em *S. lycocarpum*, já que não foi encontrado bibliografia para esta espécie e as duas pertencem ao mesmo gênero (Tabela 4).



Figura 10. Categorias das sementes de *S. asperolanatum*. Fruto Duro Semente Escura (FDSE), Fruto Duro Semente Clara (FDSC), Fruto Mole Semente Escura (FMSE) e Fruto Mole Semente Clara (FMSC).

3.3.7. Categorização da *Trema micrantha*

Para que fosse possível realizar a coleta dos frutos, foi necessário colocar sacos de filó protegendo os galhos que contivessem frutos verdes, pois sem os sacos os frutos maduros eram retirados pelos animais antes que fosse possível coletá-los. Por isso, foram colocados 50 sacos de filó no máximo de galhos possíveis, e dois meses depois eles foram retirados. Porém, quando os frutos foram coletados, foi possível perceber que no mesmo galho que haviam frutos maduros ainda haviam também frutos verdes. Então, estes frutos foram separados em duas categorias (verdes e maduros), já que estavam no mesmo galho e supôs-se que eles estavam próximos a amadurecer (Figura 11). Foram realizados testes de quebra de dormência com as duas categorias, para verificar se as sementes pertencentes aos frutos verdes também eram viáveis.



Figura 11. Semente do fruto verde e semente do fruto maduro de *T. micrantha*.

Na literatura existe a informação que esta espécie possui dormência física (Fowler & Bianchetti, 2000; Fonseca *et al.*, 2002; Salomão *et al.*, 2003; Amorim *et al.*, 1997; Brasil, 2013a), mas também há a informação que possui dormência fisiológica (Baskin & Baskin, 1998). Por isso, foi realizado primeiramente dois tratamentos para a quebra da dormência física (ácido sulfúrico e água quente) e um tratamento controle. Após dois meses de meio, foram realizados três tratamentos para quebra de dormência fisiológica (embebição em PROGIBB-400) e um tratamento controle (Tabela 4)

Tabela 4. Informações sobre o número de sementes total por tratamento, número de sementes por placa, número de réplicas por tratamento, pré-tratamentos de quebra de dormência e o tempo em que cada tratamento permaneceu no germinador, relativos a 11 espécies pioneiras arbustivas e arbóreas.

Espécie	Nº de sementes (total)	Nº de sementes (por placa)	Número de réplicas	Pré-tratamento	Tempo que as placas ficaram no germinador (dias)
<i>Guazuma ulmifolia</i> ¹	100	25	4	1. Controle	56
	100	25	4	2. Escarificação química com ácido sulfúrico por 50 minutos	56
	100	25	4	3. Escarificação química com ácido sulfúrico por 50 minutos (escuro)	56
	100	25	4	4. Água quente sem retirar a mucilagem	56
	100	25	4	5. Água quente retirando a mucilagem	56
<i>Luehea paniculata</i>	100	25	4	1. Controle	30
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	200	50	4	1. Controle	12
<i>Senegalia polyphylla</i>	200	50	4	1. Controle	12
<i>Senna alata</i> ²	100	25	4	1. Controle	33
	100	25	4	2. Escarificação química com ácido sulfúrico por 0:45 h	31
	100	25	4	3. Escarificação química com ácido sulfúrico por 1:00 h	31
	100	25	4	4. Escarificação química com ácido sulfúrico por 1:15 h	15
	100	25	4	5. Água quente	32
	100	25	4	6. Remoção de parte do tegumento	06
<i>Senna occidentalis</i> ³	150	25	6	1. Controle	38
	150	25	6	2. Escarificação química com ácido sulfúrico por 0:45 h	17
	150	25	6	3. Escarificação química com ácido sulfúrico por 1:00 h	22
	150	25	6	4. Escarificação química com ácido sulfúrico por 1:15 h	11
	150	25	6	5. Água quente	12

Tabela 4. Continuação...

Espécie	Nº de sementes (total)	Nº de sementes (por placa)	Número de réplicas	Pré-tratamento	Tempo que as placas ficaram no germinador (dias)
<i>Solanum asperolanatum</i> - FDSC	100	25	4	1. Controle	59
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	59
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	38
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	22
<i>Solanum asperolanatum</i> - FDSE	100	25	4	1. Controle	59
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	45
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	45
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	22
<i>Solanum asperolanatum</i> - FMSC	100	25	4	1. Controle	63
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	63
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	63
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	63
<i>Solanum asperolanatum</i> - FMSE	100	25	4	1. Controle	63
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	63
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	63
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	43
<i>Solanum lycocarpum</i> ⁴	100	25	4	1. Controle	63
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	63
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	63
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	63

Tabela 4. Continuação...

Espécie	Nº de sementes (total)	Nº de sementes (por placa)	Número de réplicas	Pré-tratamento	Tempo que as placas ficaram no germinador (dias)
<i>Tachigali aurea</i> ⁵	100	25	4	1. Controle	08
	100	25	4	2. Água quente	12
	100	25	4	3. Escarificação mecânica com lixa	06
<i>Tachigali vulgaris</i> ⁶	96	24	4	1. Controle	34
	96	24	4	2. Água quente	26
	96	24	4	3. Escarificação mecânica com lixa	12
<i>Trema micrantha</i> – fruto maduro (dormência física) ⁷	100	25	4	1. Controle	56
	100	25	4	2. Escarificação química com ácido sulfúrico por 20 minutos	56
	100	25	4	3. Escarificação química com ácido sulfúrico por 20 minutos (escuro)	56
	100	25	4	4. Água quente	61
<i>Trema micrantha</i> – fruto verde (dormência física) ⁷	100	25	4	1. Controle	56
	100	25	4	2. Escarificação química com ácido sulfúrico por 20 minutos	72
	100	25	4	3. Escarificação química com ácido sulfúrico por 20 minutos (escuro)	56
	100	25	4	4. Água quente	61
<i>Trema micrantha</i> – fruto maduro (dormência fisiológica)	100	25	4	1. Controle	36
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	38
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	38
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	38

Tabela 4. Continuação...

Espécie	Nº de sementes (total)	Nº de sementes (por placa)	Número de réplicas	Pré-tratamento	Tempo que as placas ficaram no germinador (dias)
<i>Trema micrantha</i> – fruto verde (dormência fisiológica)	100	25	4	1. Controle	38
	100	25	4	2. Embebição em PROGIBB-400 a 0,2% (P/V)	38
	100	25	4	3. Embebição em PROGIBB-400 a 0,375% (P/V)	38
	100	25	4	4. Embebição em PROGIBB-400 a 0,6% (P/V)	38

Alguns dos tratamentos de quebra de dormência foram realizados com base em trabalhos realizados previamente com cada espécie:

¹ Fowler e Bianchetti, 2000; Floriano, 2004; Motta et al., 2006; Nunes et al., 2006; Carvalho, 2007; Tessari et al., 2008; Ribeiro et al., 2012; Brasil, 2013a; Pereira et al., 2013a.

² Braga *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2010.

³ Fowler & Bianchetti, 2000; Delachiave & Pinho, 2003; Floriano, 2004; Assumpção & Perini, 2015.

⁴ Dulce Ales, dados não publicados.

⁵ Salomão et al., 2003; Carvalho, 2010.

⁶ Garcia & Azevedo, 1999; Carvalho, 2005; Souchie et al., 2011; Pilon et al., 2012; Brasil, 2013a.

⁷ Fowler & Bianchetti, 2000; Fonseca *et al.*, 2002; Salomão *et al.*, 2003; Amorim *et al.*, 1997; Brasil, 2013a.

⁸ Baskin & Baskin, 1998.

3.3.8. Coleta dos dados

Foi contabilizado como germinação quando houve protrusão da radícula de dentro dos envoltórios da semente associada à sua curvatura geotrópica (Ferreira & Borghetti, 2004) e ela foi acompanhada diariamente. A quantificação da germinação das sementes germinadas nos tratamentos sem luz aconteceu apenas no final do experimento.

3.3.9. Análise dos dados

As análises quantitativas dos dados de germinação foram realizadas de acordo com Ferreira e Borghetti (2004), Labouriau & Osborn (1984) e Santana & Ranal (2004). Germinabilidade: $G\% = (\sum n_i \cdot N^{-1}) \cdot 100$, onde $\sum n_i$ = número de sementes germinadas em relação ao número de sementes colocadas para germinar (N). Tempo médio de germinação: $\bar{t} = \sum n_i \cdot t_i / \sum n_i$, onde n_i = número de sementes germinadas dentro de um intervalo t_{i-1} e t_i . Índice de sincronização de germinação ou incerteza: $\bar{E} = - \sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$, onde f_i = frequência relativa de germinação, \log_2 = logaritmo de base 2 e k = último dia de observação. Frequência relativa de germinação: $f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$, onde n_i = número de sementes germinadas no dia i e k = último dia de observação.

Para comparar os dados de porcentagem de germinação e sincronização entre tratamentos realizados para cada espécie, foi realizada ANOVA de um fator, seguido pelo teste de Tukey. Para a *S. asperolanatum* e *T. micrantha*, que possuía categorização dentro da espécie, foi realizada ANOVA de dois fatores, seguida pelo teste de Tukey. Os dados de germinação foram transformados em arco-seno quando apresentaram heterocedasticidade (Santana & Ranal, 2004) e os de sincronização foram transformados em escalão logarítmica na base 10 quando foram heterocedásticos. Todos os gráficos e análises foram realizados no Statistica 10.0.

3.4. EXPERIMENTO DE COMPETIÇÃO COM GRAMÍNEA EXÓTICA INVASORA

3.4.1. Local do experimento

Este trabalho foi conduzido em uma casa de vegetação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizada em Brasília – DF (15°43'50,45"S e 47°54'06,03"O, elevação de 1019 m), entre setembro e dezembro de 2016.

3.4.2. Procedimentos para o plantio experimental em casa de vegetação

Em uma casa de vegetação com cobertura de plástico transparente e irrigação automática de três vezes ao dia por três minutos, foram utilizados vasos de 18 L (31 × 30 × 25 cm; altura × diâmetro da boca × diâmetro da base). Os vasos foram preenchidos com 33% de subsolo, 33% de areia e 33% de esterco e dispostos em uma fileira na borda esquerda com três vasos, uma fileira central com cinco vasos e uma fileira na borda direita com dois vasos, e com três corredores para deslocamento entre os vasos. O experimento foi composto por dois tratamentos: 1) Controle, onde foram semeadas apenas as espécies nativas (uma planta por vaso); e 2) Braquiária, onde além das espécies nativas foi semeada braquiária (*U. brizantha*) a uma densidade de 1 semente/3cm². Foi utilizada esta densidade de sementes de braquiária por se assemelhar com as condições reais de semeadura em que é realizado o tratamento do solo por meio do gradeamento e o solo fica exposto com a presença de muitas sementes de braquiária no banco de sementes. Foram utilizadas oito espécies nativas: *G. ulmifolia*, *L. paniculata*, *P. gonoacantha*, *S. polyphylla*, *S. alata*, *T. aurea*, *T. vulgaris* e *T. micrantha* (Figura 12). As espécies que requeriam quebra de dormência (*T. aurea*, *T. vulgaris*, *S. lycocarpum*, *S. alata*, *G. ulmifolia*, *S. asperolanatum* e *T. micrantha*) foram submetidas a quebra de dormência que apresentou melhor resultado em laboratório.

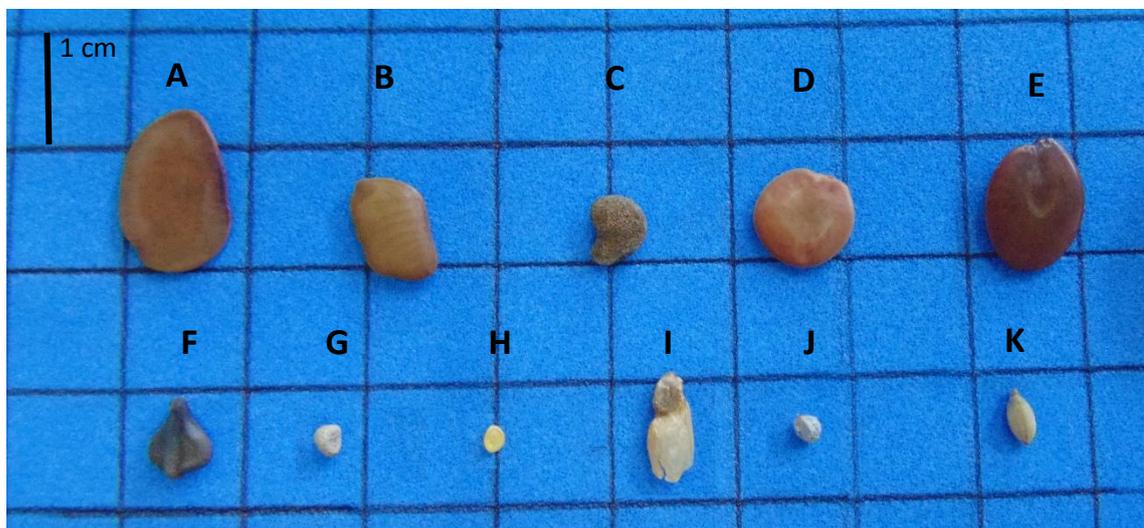


Figura 12. Sementes de espécies utilizadas no experimento de competição com gramínea exótica invasora. A) *Tachigali aurea*; B) *Tachigali vulgaris*; C) *Solanum lycocarpum*; D) *Piptadenia gonoacantha*; E) *Senegalia polyphylla*; F) *Senna alata*; G) *Guazuma ulmifolia*; H) *Solanum asperolanatum*; I) *Luehea paniculata*; J) *Trema micrantha*; K) *Urochloa brizantha*.

Cada tratamento possuiu 15 vasos para cada espécie, totalizando 240 vasos. No momento do plantio, foram postas três sementes de cada espécie por vaso, para assegurar que pelo menos uma se desenvolvesse nos vasos. Quando mais de um indivíduo estivesse se desenvolvendo por

vaso, foi mantido apenas um por vaso por meio da retirada dos indivíduo(s) menores (Figura 13). As sementes de braquiária (nos tratamentos que havia braquiária) foram semeadas no mesmo dia que as sementes das espécies nativas. A *T. micrantha* foi uma exceção devido ao número restrito de sementes disponíveis. Para esta espécie, plântulas recém-germinadas em BOD foram transplantadas para os vasos após no máximo sete dias seguintes à germinação.

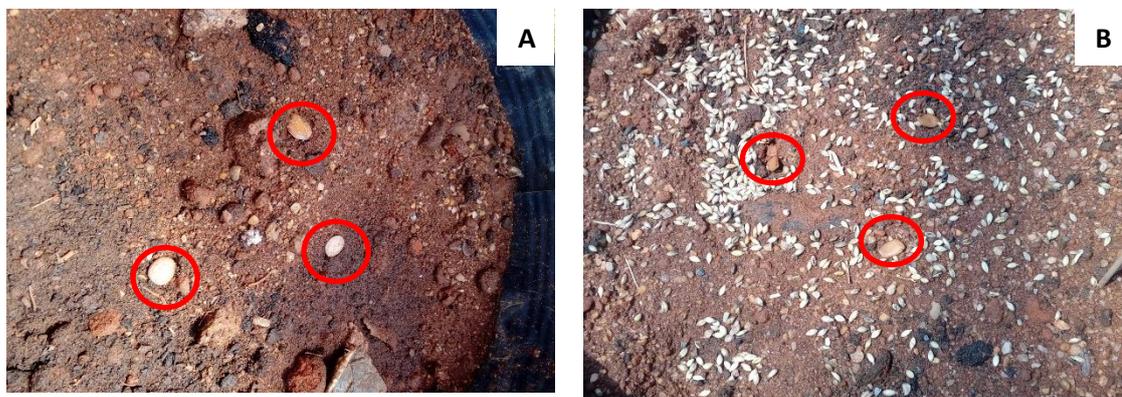


Figura 13. Semeadura nos vasos na casa de vegetação. Os círculos vermelhos circundam as sementes das espécies estudadas neste trabalho (A e B). A imagem “A” corresponde aos vasos do tratamento controle. Na imagem “B”, os pontos mais claros são as sementes de braquiária que foram espalhadas uniformemente no vaso.

Os vasos pertencentes a cada tratamento ficaram juntos dentro da casa de vegetação, pois como havia um espaço limitado, se todos os vasos fossem aleatorizados independente do tratamento, os vasos que possuísem braquiária iriam influenciar os vasos que não possuíam, devido ao sombreamento causado pela braquiária. Os vasos eram irrigados três vezes ao dia, no início da manhã, fim da tarde e madrugada. A disposição final dos vasos está ilustrada na figura 14.

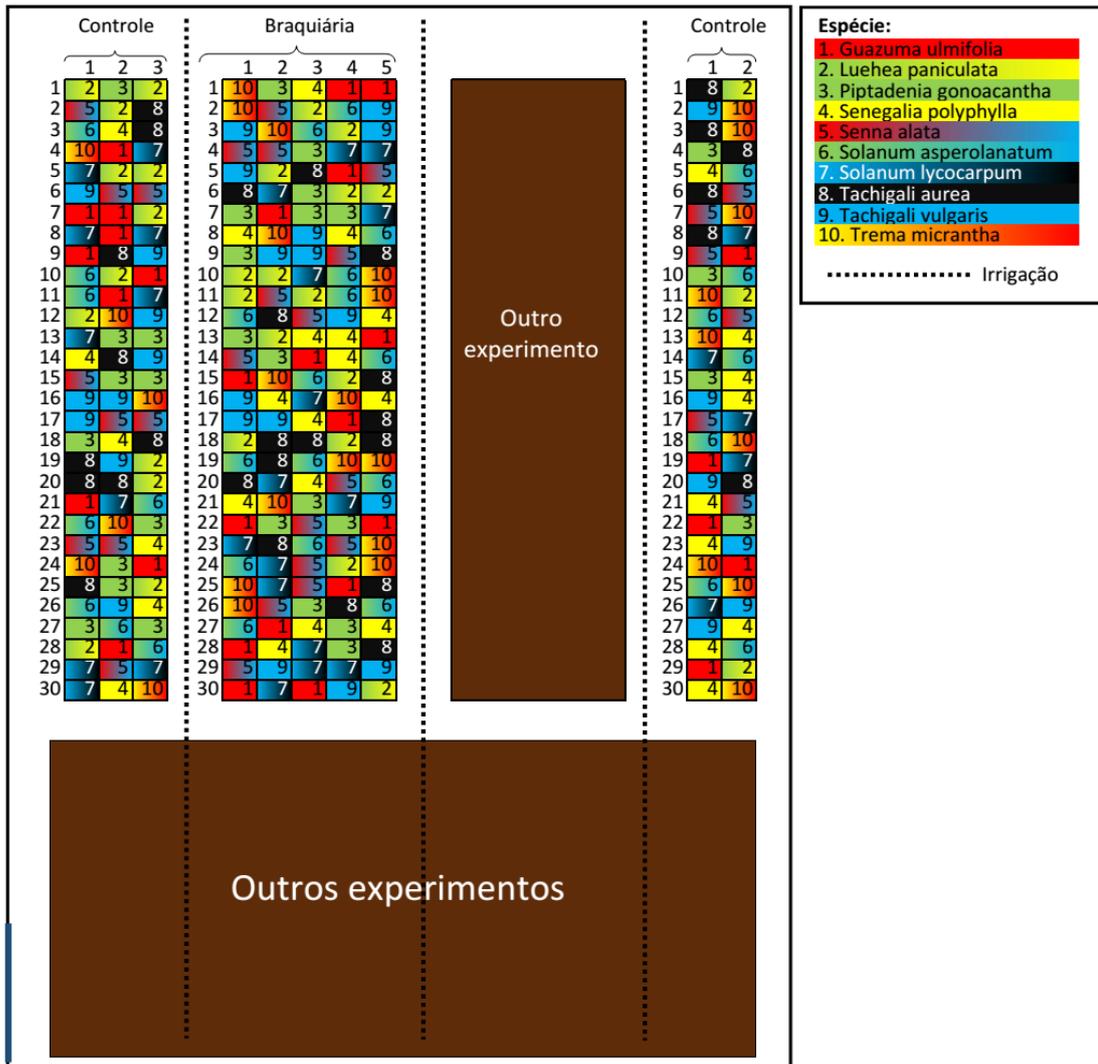


Figura 14. Esquema do experimento realizado em casa de vegetação, na Embrapa, Brasília – DF. Cada quadrado corresponde a um vaso. As cores e os números correspondem à espécie indicada na legenda.

3.4.3. Coleta dos dados

Quando as plântulas de cada espécie completaram três meses, elas foram medidas quanto à altura, diâmetro do caule na altura do solo e diâmetro maior e menor da copa. Após isso, elas foram desenterradas, de modo que sua raiz fosse mais preservada possível, lavadas e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e transportadas ao laboratório. Em laboratório, as plântulas foram cortadas e separadas em folhas, caules e raízes. As espécies que possuíam folhas compostas (*P. gonoacantha* e *S. polyphylla*) tiveram seus foliólulos separados da ráquis e raquíola. As partes separadas foram postas para secar em estufa a 80°C (± 2°C) por dois dias, para posterior pesagem da massa seca.

Cinco folhas de cada espécie foram coletadas para realização do cálculo da Área Foliar Específica (AFE) e área foliar total, por estimativa a partir da massa de todas as folhas. As

pesagens foram feitas em balança analítica de precisão quando o tamanho e peso do indivíduo permitia. Quando os indivíduos eram maiores do que a capacidade de suporte da balança analítica de precisão, eles eram pesados em balança eletrônica pesadora simples.

3.4.4. Análise dos dados

Nem todas as espécies apresentaram indivíduos vivos nos vasos com braquiária, por isso, foi realizada a comparação das variáveis mensuradas entre indivíduos do tratamento sem braquiária de todas as espécies por meio de uma ANOVA de um fator, seguido pelo teste de Tukey. Para comparar as variáveis de crescimento entre plantas com e sem braquiária para cada espécie, foi realizada ANOVA de um fator, seguido pelo teste de Tukey. Os dados foram transformados em raiz quadrada quando apresentaram heterocedasticidade. Todos os gráficos e análises foram realizados no Statistica 10.0. Para realizar o cálculo da AFE, foi utilizado o programa ImageJ.

4. RESULTADOS

4.1. EXPERIMENTO DE SEMEADURA DIRETA

Após os três meses de monitoramento, observou-se que apenas *Senegalia polyphylla* e *Piptadenia gonoacantha*, das sete espécies semeadas, germinaram e sobreviveram nesse período (Tabela 5). Todas as sementes que germinaram destas espécies, germinaram entre janeiro e fevereiro de 2016, e a sobrevivência foi acompanhada até março do mesmo ano. Como a frequência dos censos foi mensal, é possível que muitas sementes tenham germinado e morrido no intervalo dos censos, especialmente entre o plantio e o primeiro censo.

Tabela 5. Número e porcentagem de sementes germinadas por tratamento e número e porcentagem de plântulas aos três meses de semeadura por tratamento dos indivíduos pertencentes às espécies *Senegalia polyphylla* e *Piptadenia gonoacantha**.

Tratamento	Nº de sementes por tratamento	Sementes germinadas por tratamento (%)	Plântulas aos três meses (%)
<i>Senegalia polyphylla</i>			
Presença de braquiária	96	9,4	9,4
Sulco (braquiária viva entre os sulcos)	96	4,2	4,2
Braquiária com herbicida	96	2,1	1,0
Solo gradeado e semeadura em área total	96	3,1	3,1
Solo gradeado e semeadura em linha	96	7,3	6,2
Sulco (foi aplicado herbicida entre os sulcos)	96	8,3	8,3
TOTAL	576	5,7	5,4
<i>Piptadenia gonoacantha</i>			
Presença de braquiária	96	2,1	2,1
Sulco no meio da braquiária	96	-	-
Braquiária com herbicida	96	2,1	1,0
Solo gradeado e semeadura em área total	96	3,1	2,1
Solo gradeado e semeadura em linha	96	-	-
Sulco na braquiária e herbicida	96	3,1	2,1
TOTAL	576	1,7	1,2

*Como as outras cinco espécies não tiveram germinação, os dados não foram apresentados.

Inicialmente o acompanhamento das espécies foi planejado para ocorrer durante um ano, mas em função da baixa ou nenhuma germinação o experimento foi interrompido aos três meses de monitoramento. Ainda assim, o insucesso do experimento nos permite discutir a semeadura direta.

4.2. EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS EM LABORATÓRIO

4.2.1. Espécies que não sofreram quebra de dormência

As espécies que não sofreram nenhuma quebra de dormência foram a *L. paniculata*, *P. gonoacantha* e a *S. polyphylla*. Seus percentuais de germinação foram de 37% (as 63% restantes estavam mortas ou vazias), 97% e 99%, respectivamente. Com relação ao tempo médio de

germinação e índice de sincronização, quem apresentou os menores valor foi a *P. gonoacantha*. A *L. paniculata* foi a que demorou mais entre as três para apresentar 10% e 90% de germinação (Tabela 8 e figura 15 e 21).

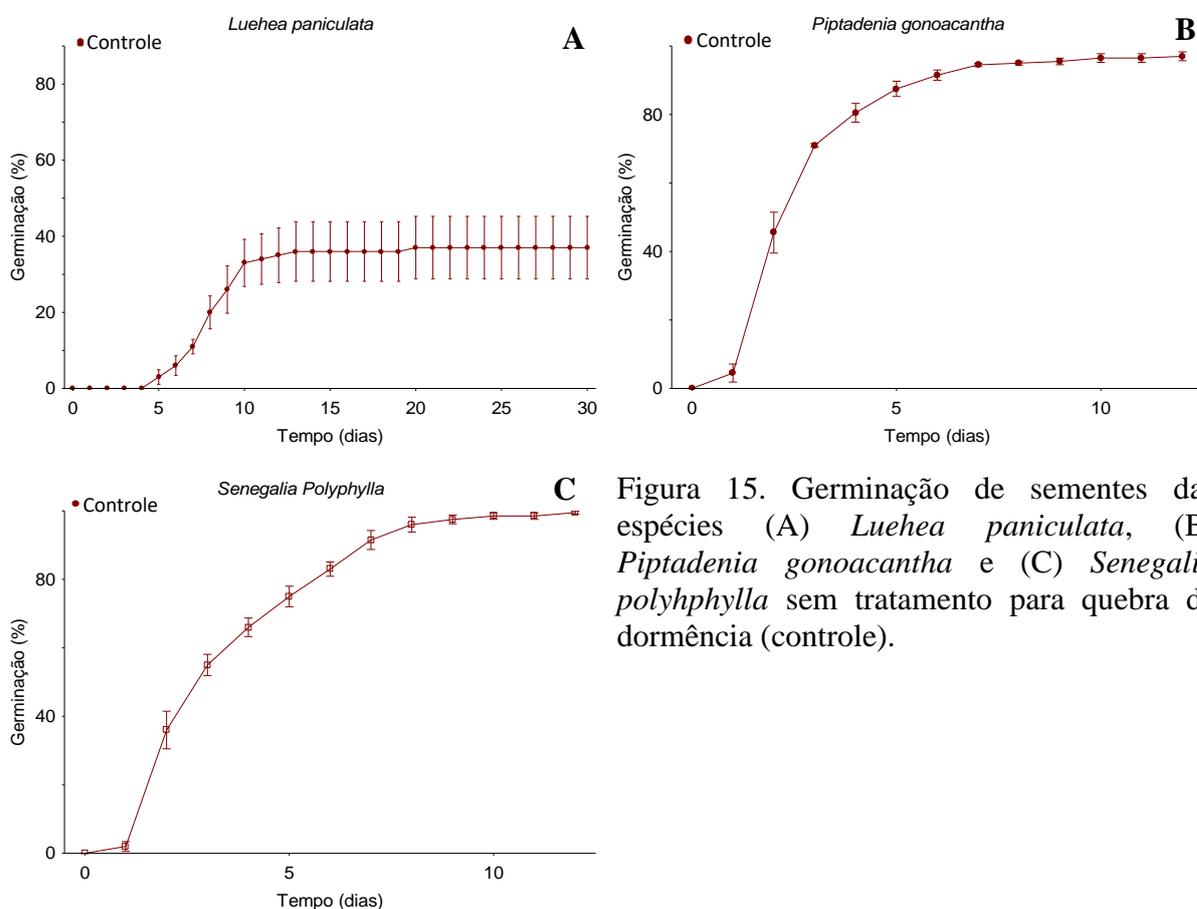


Figura 15. Germinação de sementes das espécies (A) *Luehea paniculata*, (B) *Piptadenia gonoacantha* e (C) *Senegalia polyphylla* sem tratamento para quebra de dormência (controle).

4.2.2. Espécies submetidas a quebra de dormência física

As espécies que foram submetidas apenas a quebra de dormência física foram a *G. ulmifolia*, *S. alata*, *S. occidentalis*, *T. aurea* e *T. vulgaris*. A *G. ulmifolia* apresentou um percentual de germinação acima de 75% para os dois tratamentos com água quente e acima de 38% para os tratamentos com ácido sulfúrico, tanto no claro como no escuro. Com isso, esta população desta espécie pode ser considerada como afotoblástica, já que não houve diferença significativa estatística entre os tratamentos com e sem luz (Tabela 6). As sementes do tratamento controle tiveram apenas 6% de germinação (Tabela 8 e figura 16). A viabilidade das sementes dos tratamentos controle e com ácido (claro e escuro) se aproximou de 100%, apesar de a germinação ter sido baixa. Já a viabilidade das sementes dos tratamentos com água quente se restringiu a quantidade de sementes germinadas, as que não germinaram estavam inviáveis. O índice de sincronia não diferiu significativamente entre todos os tratamentos, com exceção

do controle (Tabela 8), além disso, ao se observar a figura 19 é que se pode verificar que sementes dos tratamentos com ácido sulfúrico germinaram mais rapidamente do que o que apresentou menor tempo para germinar 90% de suas sementes, porém não foi o tratamento que apresentou maior porcentagem de germinação. Portanto, é possível afirmar que o tratamento que apresentou as características de alta porcentagem de germinação e germinação mais rápida foi o com água quente sem mucilagem.

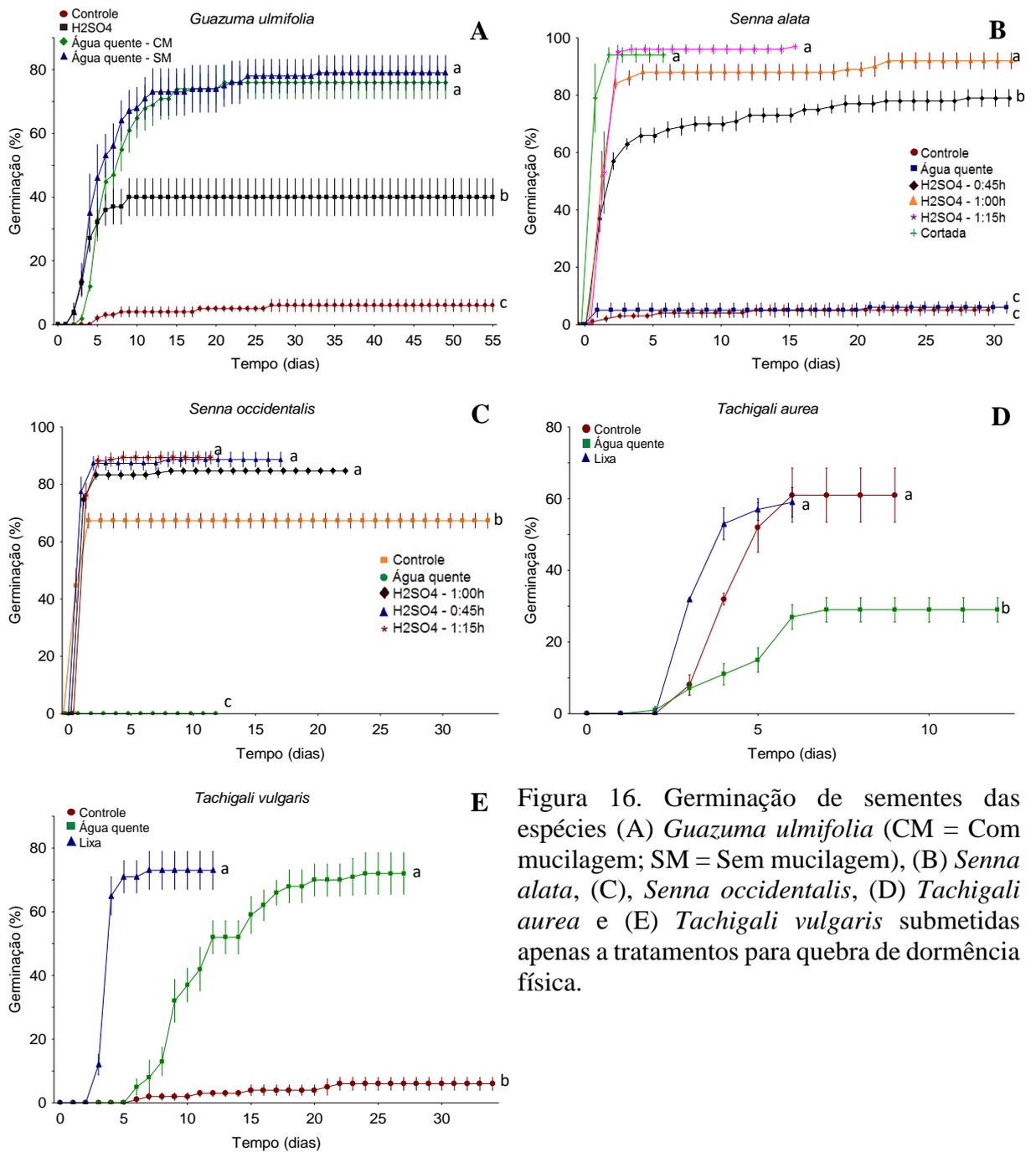
S. alata apresentou um percentual de germinação acima de 90% para os tratamentos de imersão em ácido sulfúrico por 1h e 1:15h e cortada, e de 79% no tratamento de imersão em ácido sulfúrico por 45 minutos. As sementes do tratamento controle e as que foram imersas em água quente apresentaram apenas 5% e 6% de germinação, respectivamente (Tabela 8 e figura 16). A viabilidade das sementes de todos os tratamentos se aproximou de 100%, mesmo nos tratamentos que obtiveram menores porcentagens de germinação. Dentre os três tratamentos com maiores porcentagens de germinação, o que apresentou germinação mais sincrônica e rápida foi o tratamento cortada, seguidos pelos tratamentos com ácido sulfúrico por 1:15h e 1h (Tabela 8 e figura 19).

S. occidentalis teve porcentagem de germinação acima de 80% para todos os tratamentos de imersão em ácido sulfúrico e de 67% no tratamento controle. O tratamento com água quente não apresentou nenhuma germinação. (Tabela 8 e figura 16). A viabilidade das sementes de todos os tratamentos com ácido e o controle foi de aproximadamente 90%, exceto o tratamento com água quente, que apresentou nenhuma viabilidade em todas as sementes. Além disso, não houve diferença significativa entre o índice de sincronização de nenhum tratamento desta espécie, da mesma forma que os tempos médios de germinação foram similares (Tabela 8 e figura 19).

T. aurea apresentou um percentual de germinação acima de 60% tanto para o tratamento com lixa, como para o tratamento controle. Não foi encontrada diferença significativa entre esses tratamentos. Por outro lado, o tratamento com imersão de sementes em água quente resultou em uma germinação de 30%, sendo significativamente diferente dos outros dois tratamentos (Tabela 8 e figura 16). A viabilidade das sementes de todos os tratamentos se restringiu a quantidade de sementes germinadas, as que não germinaram estavam inviáveis. O tratamento com lixa foi o que resultou em um menor índice de sincronização e tempo médio de germinação, apesar de sua porcentagem de germinação não diferir do tratamento controle (Tabela 8 e figura 19). Com relação a porcentagem de frutos predados e sementes predadas, fungadas e vazias, dos 100 frutos analisados, 14 foram identificados como estando predados.

Dos 86 frutos restantes, três sementes estavam predadas, 15 vazias e quatro vazias. Dos 100 frutos iniciais, 64 sementes estavam visivelmente saudáveis. Vale salientar que esta espécie possui apenas uma semente por fruto.

A *T. vulgaris* apresentou um percentual de germinação acima de 70% para todos os tratamentos em que foi realizada quebra de dormência (lixa e água quente) e de 6% no tratamento controle (Tabela 8 e figura 16). A viabilidade das sementes do tratamento controle foi de 83%, apesar de a germinação ter sido baixa. Já a viabilidade das sementes dos tratamentos com água quente e lixa se restringiu a quantidade de sementes germinadas, as que não germinaram estavam inviáveis. Apesar do tempo médio de germinação não ter diferido estatisticamente entre os dois tratamentos de quebra de dormência, é possível notar que o tratamento com água quente resultou em uma sincronização da germinação e em um tempo para que 90% de suas sementes germinem também significativamente maior (Tabela 8 e figura 21). Com relação a porcentagem de frutos predados e sementes predadas, fungadas e vazias, dos 100 frutos analisados, 42 foram identificados como estando predados. Dos 58 frutos restantes, 11 sementes estavam predadas, seis vazias e duas vazias. Dos 100 frutos iniciais, 39 sementes estavam visivelmente saudáveis. Vale salientar que esta espécie possui apenas uma semente por fruto (Figura 17).



E Figura 16. Germinação de sementes das espécies (A) *Guazuma ulmifolia* (CM = Com mucilagem; SM = Sem mucilagem), (B) *Senna alata*, (C), *Senna occidentalis*, (D) *Tachigali aurea* e (E) *Tachigali vulgaris* submetidas apenas a tratamentos para quebra de dormência física.

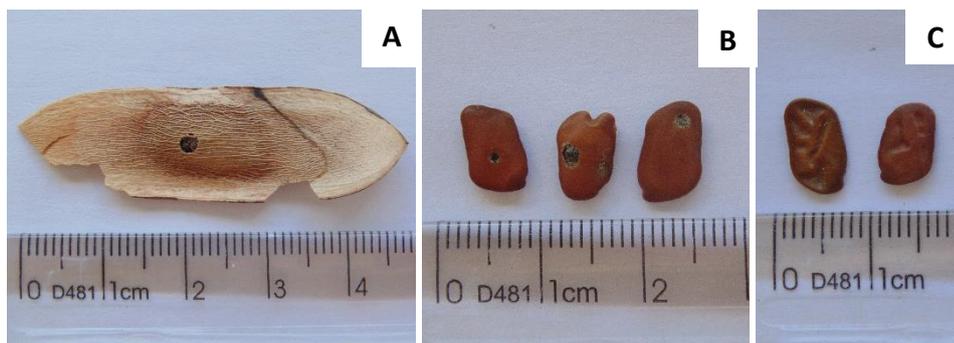


Figura 17. Fruto da espécie *Tachigali vulgaris* furado (A) e sementes predadas (B) e vazias (C).

4.2.3. Espécies submetidas a quebra de dormência fisiológica

As espécies que foram submetidas apenas a quebra de dormência fisiológica foram a *S. asperolanatum* e a *S. lycocarpum*. Para *S. asperolanatum*, o tratamento com solução de PROGIBB 0,6% (P/V) da categoria FDSC foi a que apresentou a melhor germinação entre todas as outras categorias e tratamentos. É possível também observar que as categorias das sementes claras apresentaram melhores germinações do que as categorias das sementes escuras, quando passaram por algum tratamento de quebra de dormência. A viabilidade das sementes se restringiu a quantidade de sementes germinadas na maioria dos tratamentos e em todas as categorias, as que não germinaram estavam inviáveis. Apenas nos tratamentos controle das categorias FDSC, FDSE e FMSC a viabilidade foi um pouco maior do que o número de sementes germinadas. Com relação ao índice de sincronização, houve diferença significativa apenas entre as categorias, portanto, pode-se afirmar que a categoria com maior índice de sincronização é a FMSC. A categoria que apresentou as características de alta porcentagem de germinação e germinação mais rápida foi a FDSC, quando submetidas ao tratamento com solução de PROGIBB (Tabela 8, figura 18 e figura 21).

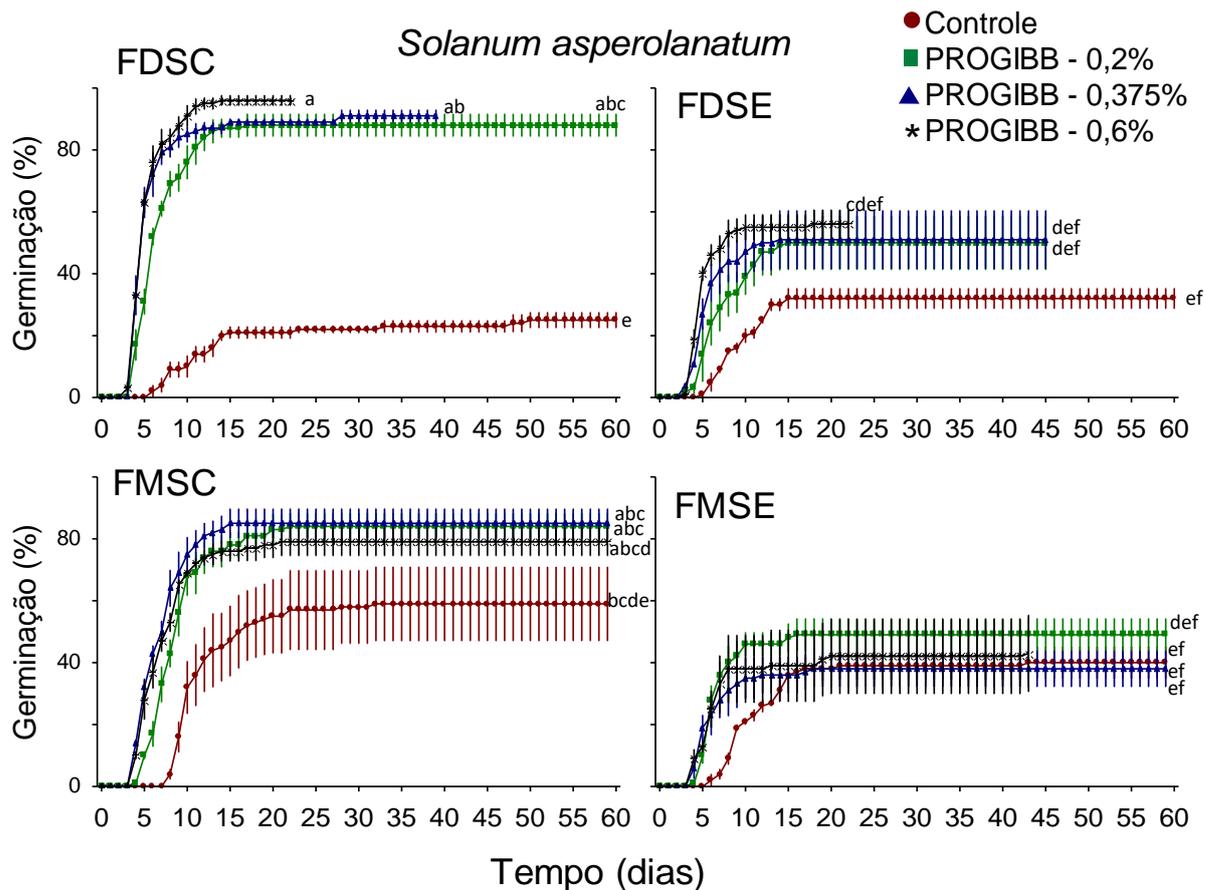


Figura 18. Germinação de sementes da espécie *Solanum asperolanatum*, sob diferentes tratamentos para quebra de dormência fisiológica. Os frutos e sementes foram divididos em quatro categorias: Fruto Duro Semente Escura (FDSE), Fruto Duro Semente Clara (FDSC), Fruto Mole Semente Escura (FMSE) e Fruto Mole Semente Clara (FMSC).

S. lycocarpum apresentou um percentual de germinação entre 28% e 36% para todos os tratamentos de imersão em PROGIBB e de 2% no tratamento controle. A viabilidade das sementes submetidas aos tratamentos com PROGIBB foi de 2 a 4% maior do que o número de sementes germinadas. Já no tratamento controle, a viabilidade foi de 74%, apesar da germinação ter sido baixa. Com relação ao índice de sincronização, o que apresentou menor valor foi o tratamento controle, porém este apresentou a pior porcentagem de germinação, os outros tratamentos não diferiram significativamente entre si. Porém, ao observar o tempo médio de germinação, é possível observar que dentre os tratamentos com as melhores porcentagens de germinação, os tratamentos com solução de PROGIBB 0,375% e 0,6% apresentaram germinação mais rápida (Tabela 8, Figura 19 e Figura 21).

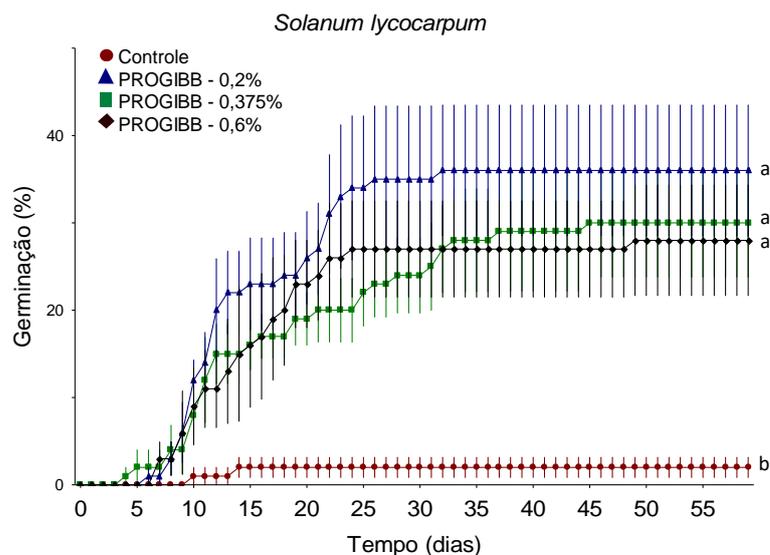


Figura 19. Germinação de sementes da espécie *Solanum lycocarpum*, sob diferentes tratamentos para quebra de dormência fisiológica.

4.2.4. *Trema micrantha*

Esta espécie passou por tratamentos de quebra de dormência física e fisiológica. No experimento para quebra de dormência física, a melhor germinação obtida foi pertencente às sementes do fruto verde quando sofre a quebra de dormência com imersão em ácido sulfúrico. As sementes pertencentes aos frutos maduros, passando ou não por quebra de dormência (exceto o tratamento no escuro), apresentaram germinação um pouco menor do que a anterior. Os tratamentos realizados no escuro não apresentaram germinação, tanto nos frutos maduros quanto nos frutos verdes, portanto, esta população desta espécie possui fotoblastismo positivo absoluto. A viabilidade das sementes submetidas a quebra de dormência física foi de 3 a 40% maior do que o número de sementes germinadas. As sementes do fruto verde sob o tratamento de água quente foi o que apresentou menor índice de sincronização, e o maior índice foi do tratamento com ácido sulfúrico, também das sementes do fruto verde (Tabela 8 e figura 20A). Entretanto ao observar a figura 21, é possível verificar que o tratamento com água quente foi o que mais demorou para que 10% de suas sementes germinasse e o tratamento com ácido sulfúrico foi o mais rápido a atingir esta marca.

Com relação ao experimento para a quebra de dormência fisiológica, é possível afirmar que as maiores porcentagens de germinação foram obtidas nas sementes pertencentes aos frutos maduros, sob os tratamentos de PROGIBB – 0,375% (P/V) e PROGIBB – 0,6% (P/V), seguidas pelo tratamento PROGIBB – 0,2% (P/V), entretanto, não foram significativamente diferentes. A viabilidade das sementes submetidas a quebra de dormência fisiológica foi de 6 a 28% maior do que o número de sementes germinadas. As sementes dos frutos verdes submetidas aos

tratamentos com PROGIBB 0,375% e 0,6% apresentaram os menores índices germinação, enquanto que as sementes dos frutos maduros submetidas aos mesmos tratamentos apresentaram os maiores índices de sincronização (Tabela 8 e figura 20B).

Ao comparar os experimentos de dormência física e dormência fisiológica, é possível observar que todos os tratamentos em que as sementes foram submetidas a imersão em PROGIBB, independente da concentração, apresentaram tempo menor para que 10%, 50% e 90% de suas sementes germinassem, quando comparados com os tratamentos para quebra de dormência física. Também pode-se observar este resultado por meio do tempo médio de germinação (Tabela 8 e figura 21).

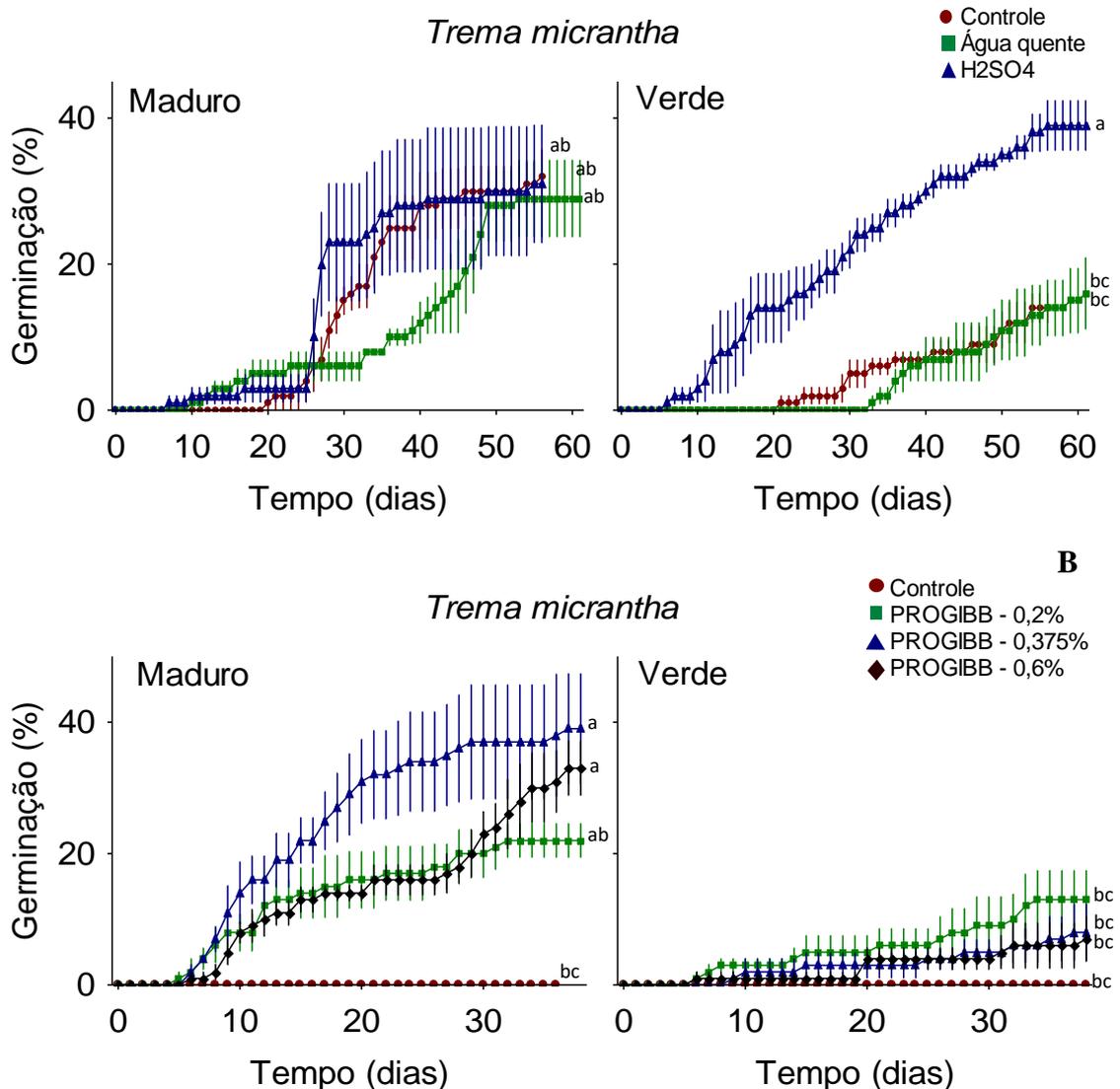


Figura 20. Germinação de sementes da espécie *Trema micrantha*, sob diferentes tratamentos para quebra de dormência física (A) e fisiológica (B).

Tabela 6. Resultados da ANOVA de um e de dois fatores relativos a porcentagem de germinação de sementes pertencentes a 11 espécies submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência em laboratório.

	Graus de liberdade	F	P
<i>G. ulmifolia</i> (tratamentos)	4	63,47	<0,00000001
<i>S. alata</i> (tratamentos)	5	364,56	0,00
<i>S. occidentalis</i> (tratamentos)	4	357,10	0,00
<i>S. asperolanatum</i> (tratamentos)	3	15,05	0,0000004
<i>S. asperolanatum</i> (categorias)	3	20,78	<0,000000001
<i>S. asperolanatum</i> (tratamentos × categorias)	9	3,72	0,001
<i>S. lycocarpum</i> (tratamentos)	3	6,66	0,0067
<i>T. aurea</i> (tratamentos)	2	11,25	0,003
<i>T. vulgaris</i> (tratamentos)	2	53,72	0,00001
<i>T. micrantha</i> – dormência física (tratamentos)	3	22,89	0,0000003
<i>T. micrantha</i> – dormência física (categorias)	1	3,17	0,087
<i>T. micrantha</i> – dormência física (tratamentos × categorias)	3	3,96	0,02
<i>T. micrantha</i> – dormência fisiológica (tratamentos)	3	12,16	0,000049
<i>T. micrantha</i> – dormência fisiológica (categorias)	1	30,25	0,000012
<i>T. micrantha</i> – dormência fisiológica (tratamentos × categorias)	3	5,82	0,0038

Tabela 7. Testes de significância (ANOVA de um e de dois fatores) relativos ao índice de sincronização de germinação de sementes pertencentes a 11 espécies submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência em laboratório.

	Graus de liberdade	F	P
<i>G. ulmifolia</i> (tratamentos)	3	19,86	0,00006
<i>S. alata</i> (tratamentos)	5	6,64	0,001
<i>S. occidentalis</i> (tratamentos)	3	1,94	0,15
<i>S. asperolanatum</i> (tratamentos)	3	1,55	0,21
<i>S. asperolanatum</i> (categorias)	3	3,77	0,016
<i>S. asperolanatum</i> (tratamentos × categorias)	9	0,99	0,46
<i>S. lycocarpum</i> (tratamentos)	3	22,56	0,00003
<i>T. aurea</i> (tratamentos)	2	7,53	0,01
<i>T. vulgaris</i> (tratamentos)	2	21,81	0,0003
<i>T. micrantha</i> – dormência física (tratamentos)	2	0,81	0,46
<i>T. micrantha</i> – dormência física (categorias)	1	0,66	0,43
<i>T. micrantha</i> – dormência física (tratamentos × categorias)	2	8,13	0,003
<i>T. micrantha</i> – dormência fisiológica (tratamentos)	2	0,04	0,96
<i>T. micrantha</i> – dormência fisiológica (categorias)	1	23,36	0,0001
<i>T. micrantha</i> – dormência fisiológica (tratamentos × categorias)	2	1,22	0,32

Tabela 8. Número de sementes por tratamento, número de réplicas por tratamento, germinabilidade, viabilidade das sementes, tempo médio de germinação, índice de sincronização de germinação, relativos a 11 espécies arbustivas e arbóreas pioneiras sob diferentes tratamentos de quebra de dormência.

Espécie	Pré-tratamento	Germ. (%) [*]	Viab. (%)	Tempo médio de germ. (dias)	Sincronia (bits)
<i>G. ulmifolia</i>	Controle	6 c	92	11,5	2,25 B
	Água quente – CM	76 a	76	7,3	3,18 A
	Água quente - SM	79 a	79	6,9	3,35 A
	H ₂ SO ₄ – Escuro	39 b	94	-	-
	H ₂ SO ₄	40 b	98	4,3	2,47 A
<i>L. paniculata</i>	Controle	37	37	8,6	2,92
<i>P. gonoacantha</i>	Controle	97	97	3,1	2,37
<i>S. polyphylla</i>	Controle	99	99	4,0	2,79
<i>S. alata</i>	Controle	5 c	97	5,0	2,32 bcd
	Cortada	94 a	94	1,2	0,63 cd
	Água quente	6 c	100	4,3	0,65 d
	H ₂ SO ₄ – 0:45 h	79 b	100	3,6	2,44 a
	H ₂ SO ₄ – 1:00 h	92 a	100	2,3	1,50 b
	H ₂ SO ₄ – 1:15 h	97 a	97	1,6	1,13 bc
<i>S. occidentalis</i>	Controle	67 b	88	1,3	0,92 a
	Água quente	0 c	0	-	-
	H ₂ SO ₄ – 0:45 h	89 a	89	1,2	0,62 a
	H ₂ SO ₄ – 1:00 h	85 a	85	1,2	0,61 a
	H ₂ SO ₄ – 1:15 h	89 a	89	1,2	0,69 a
<i>S. asperolanatum</i> (FDSC)	Controle	25 e	60	14,8	3,30 b
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	88 abc	91	6,9	3,06 b
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	91 ab	91	6,0	2,41 b
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	96 a	96	5,6	2,60 b
<i>S. asperolanatum</i> (FDSE)	Controle	32 ef	40	9,6	3,09 b
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	50 def	50	7,7	3,19 b
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	51 def	51	6,1	2,84 b
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	56 cdef	56	5,5	2,30 b
<i>S. asperolanatum</i> (FMSC)	Controle	59 bcde	69	12,4	3,34 a
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	84 abc	85	9,0	3,31 a
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	85 abc	85	7,1	3,14 a
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	79 abcd	79	7,5	3,22 a
<i>S. asperolanatum</i> (FMSE)	Controle	40 ef	40	12,1	3,39 b
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	49 def	50	7,1	2,60 b
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	38 ef	38	6,7	2,82 b
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	43 ef	43	7,9	2,57 b
<i>S. lycocarpum</i>	Controle	2 b	74	12,0	1,00 b
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	30 a	33	18,3	3,95 a
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	36 a	40	15,0	3,68 a
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	28 a	30	15,4	3,77 a

Tabela 6. Continuação...

Espécie	Pré-tratamento	Germ. (%) [*]	Viab. (%)	Tempo médio de germ. (dias)	Sincronia (bits)
<i>T. aurea</i>	Controle	64 a	64	4,5	1,85 a
	Lixa	61 a	61	3,6	1,44 b
	Água quente	30 b	30	4,9	2,22 a
<i>T. vulgaris</i>	Controle	6 b	83	13,7	2,15 b
	Lixa	76 a	76	4,0	1,20 b
	Água quente	75 a	75	4,0	3,37 a
<i>T. micrantha</i> – fruto maduro (dormência física)	Controle	32 ab	47	33,1	4,04 ab
	Água quente	29 ab	40	38,0	4,14 ab
	H ₂ SO ₄	31 ab	38	28,7	3,03 ab
	H ₂ SO ₄ – Escuro	0 c	19	-	-
<i>T. micrantha</i> – fruto verde (dormência física)	Controle	14 bc	17	39,2	3,38 ab
	Água quente	16 bc	19	51,9	3,87 b
	H ₂ SO ₄	39 a	45	30,4	4,84 a
	H ₂ SO ₄ – Escuro	0 c	40	-	-
<i>T. micrantha</i> – fruto maduro (dormência fisiológica)	Controle	0 bc	28	-	-
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	22 ab	43	15,4	3,73 ab
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	39 a	53	15,7	4,16 a
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	33 a	45	22,4	4,19 a
<i>T. micrantha</i> – fruto verde (dormência fisiológica)	Controle	0 bc	6	-	-
	PROGIBB – 0,2% (P/V)	13 bc	18	21,3	3,55 ab
	PROGIBB – 0,375% (P/V)	8 bc	13	23,9	3,00 b
	PROGIBB – 0,6% (P/V)	7 bc	16	23,9	2,13 b

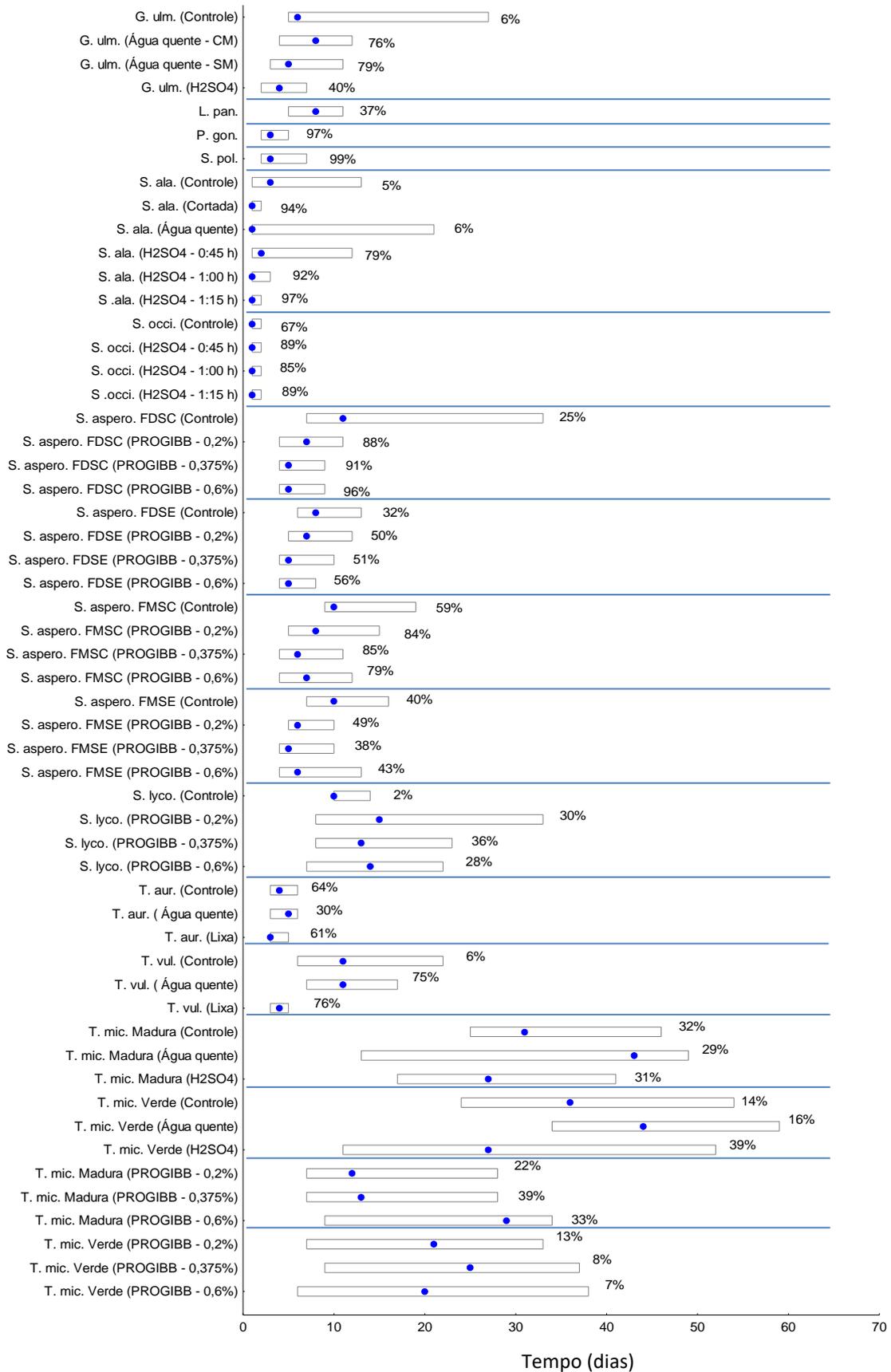


Figura 21. Tempo em dias para que tenham germinado 10% (final esquerdo da barra), 50% (bola azul no meio da barra) e 90% (final direito da barra) do total de sementes germinadas de 11 espécies arbustivas e arbóreas pioneiras. As porcentagens à direita das barras são as porcentagens de germinação de cada tratamento.

4.2.5. Germinabilidade das espécies

As espécies que apresentaram maiores porcentagens de germinação apresentaram germinação mais uniforme (22A) do que as espécies que apresentaram as menores porcentagens de germinação (22B).

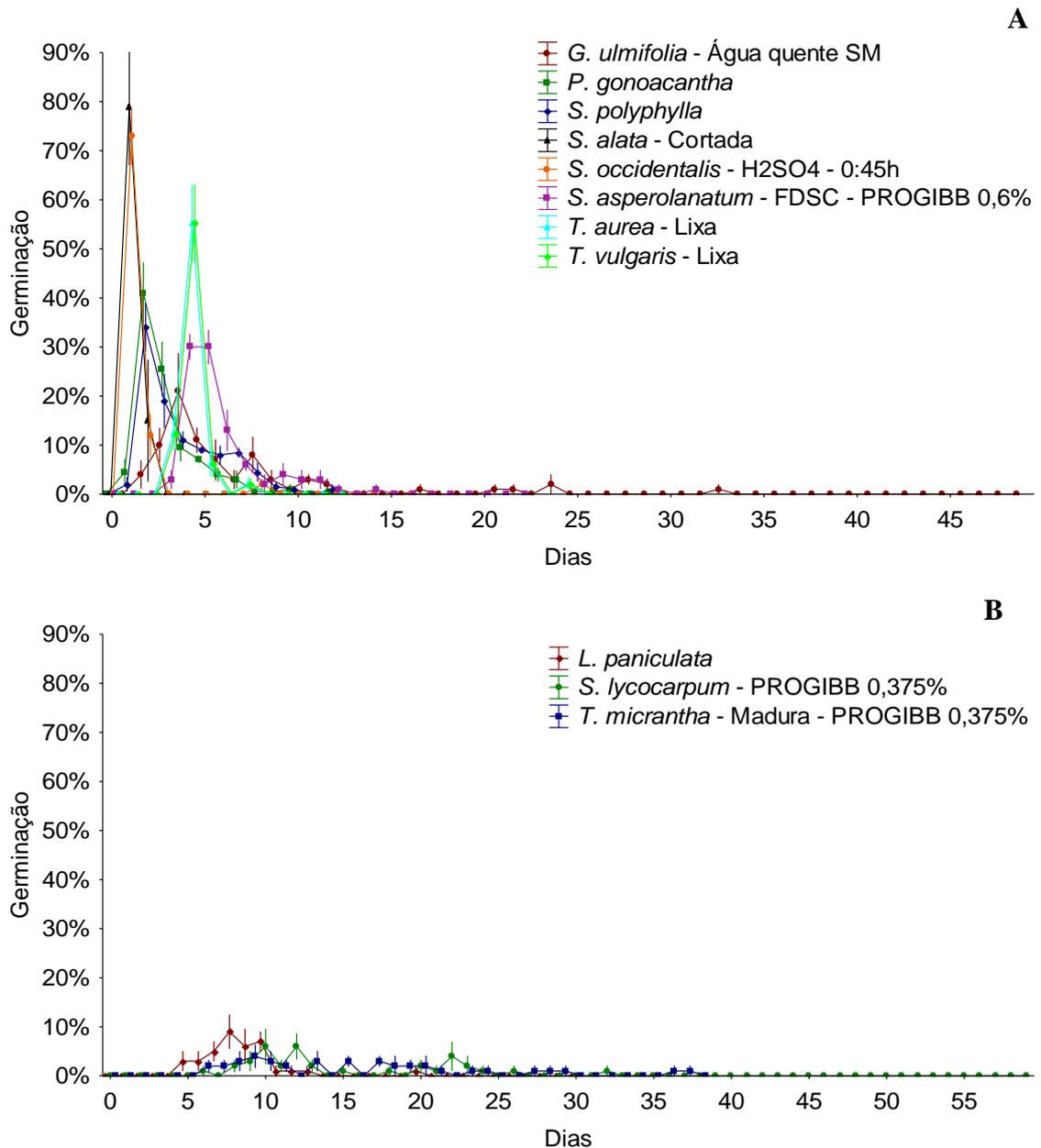


Figura 22. Germinabilidade de espécies que possuem germinação menos sincrônica (A) e germinação de espécies que possuem germinação mais sincrônica (B). Foram selecionados os tratamentos que obtiveram as melhores porcentagens de germinação nos testes em laboratório para cada espécie. SM = Sem Mucilagem; FDSC = Fruto Duro Semente Clara.

4.3. EXPERIMENTO DE COMPETIÇÃO COM GRAMÍNEA EXÓTICA INVASORA

Poucas plântulas de cada espécie se estabeleceram e sobreviveram aos três meses de experimento (Tabela 7). As espécies *T. aurea*, que não apresentou germinação nos vasos e *S. alata*, que apresentou germinação e sobrevivência de apenas um indivíduo, foram excluídas. Já as duas espécies de *Solanum* utilizadas no experimento, também não puderam ser analisadas devido ao encerramento do prazo para conclusão do trabalho. As espécies que foram analisadas neste estudo estão ilustradas na figura 23.

A espécie que mais cresceu foi *T. micrantha*. A espécie que obteve o menor resultado nas variáveis de altura e área da copa foi a *T. vulgaris*. Todas as espécies não diferiram nas variáveis de área foliar total, massa seca, diâmetro e razão raiz/parte aérea, exceto a *T. micrantha*. Na variável AFE nenhuma espécie diferiu significativamente (Figura 24).

Todas as espécies analisadas, *P. gonoacantha*, *S. polyphylla* e *T. micrantha* cresceram mais quando não havia braquiária no vaso. Na variável de razão raiz/parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem braquiária em nenhuma espécie. A AFE foi maior na presença do que na ausência da braquiária para todas as espécies (Figura 24).

Tabela 7. Número de plântulas totais de cada espécie por tratamento que foram analisadas no experimento de casa de vegetação, em Brasília – DF.

Espécie	Número de plântulas	
	Sem braquiária	Com braquiária
<i>G. ulmifolia</i>	13	-
<i>L. paniculata</i>	8	-
<i>T. vulgaris</i>	6	-
<i>P. gonoacantha</i>	8	3
<i>S. polyphylla</i>	8	6
<i>T. micrantha</i>	13	3

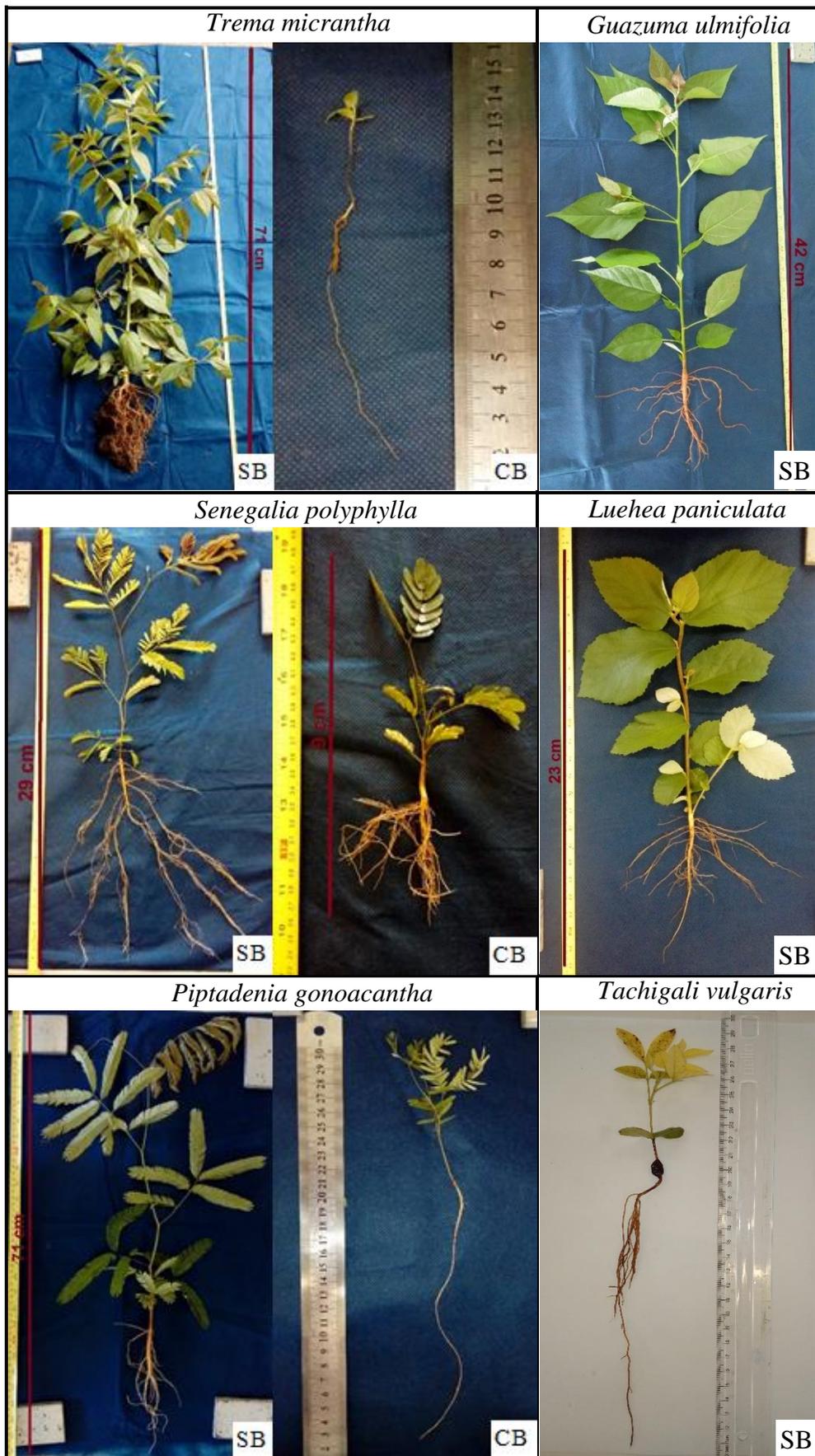


Figura 23. Plântulas retiradas dos vasos da casa de vegetação com três meses. SB: Vasos sem braquiária; CB: vasos com braquiária.

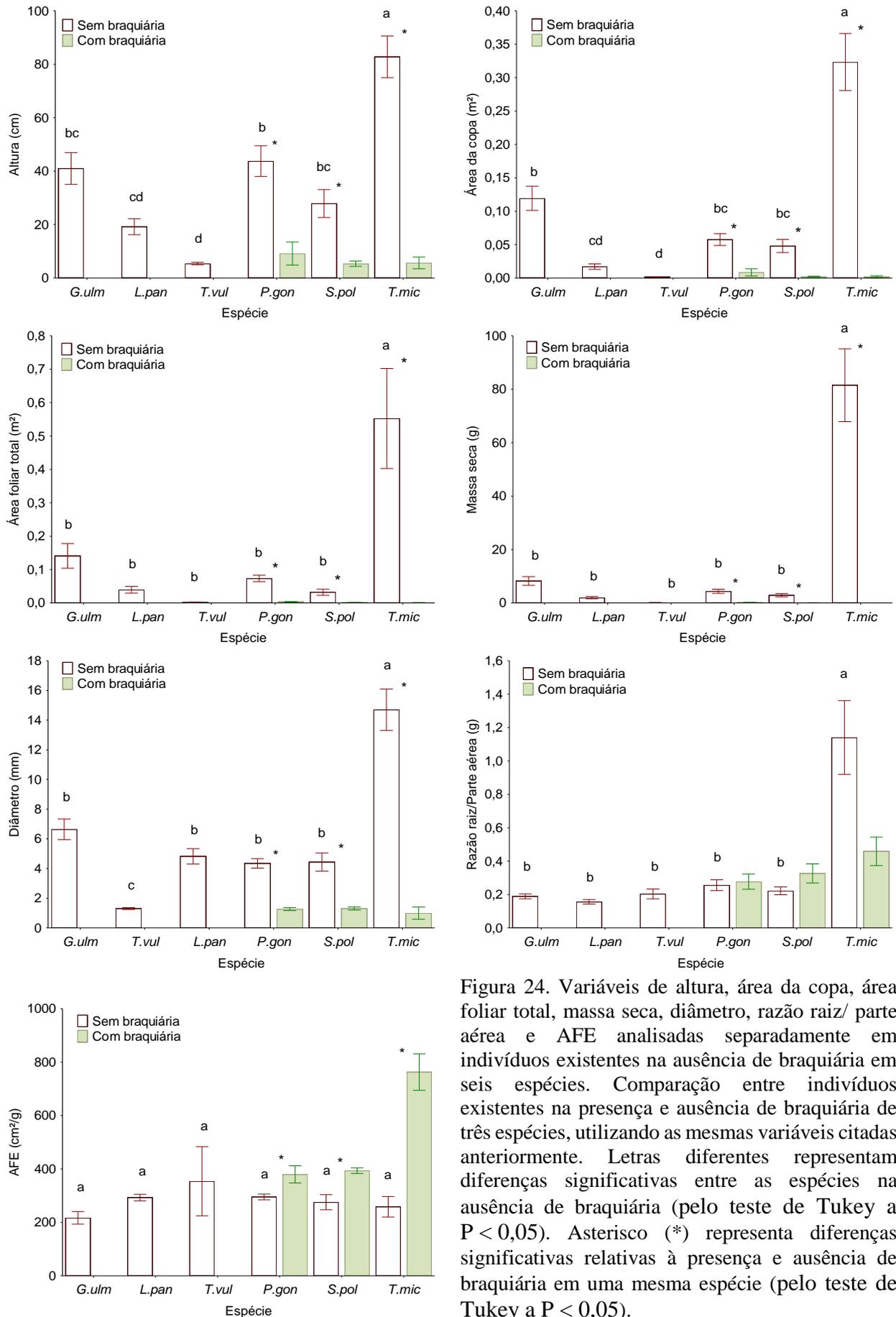


Figura 24. Variáveis de altura, área da copa, área foliar total, massa seca, diâmetro, razão raiz/ parte aérea e AFE analisadas separadamente em indivíduos existentes na ausência de braquiária em seis espécies. Comparação entre indivíduos existentes na presença e ausência de braquiária de três espécies, utilizando as mesmas variáveis citadas anteriormente. Letras diferentes representam diferenças significativas entre as espécies na ausência de braquiária (pelo teste de Tukey a $P < 0,05$). Asterisco (*) representa diferenças significativas relativas à presença e ausência de braquiária em uma mesma espécie (pelo teste de Tukey a $P < 0,05$).

Tabela 7. Testes de significância (ANOVA de um fator) relativos às variáveis mensuradas em plântulas com três meses de idade pertencentes à seis espécies cultivadas em vasos em casa de vegetação.

	Graus de liberdade	F	p
Altura	5	21,63	< 0,0000000001
Área foliar total	5	13,72	0,000005
Massa seca	5	38,92	< 0,0000000001
Área da copa	5	34,22	< 0,0000000001
Diâmetro	5	31,53	< 0,0000000001
Razão raiz/parte aérea	5	15,66	< 0,0000000001
Área foliar específica	5	1,47	0,2

Tabela 7. Testes de significância (ANOVA de um fator) relativos às variáveis mensuradas em plântulas com três meses de idade pertencentes à três espécies cultivadas em vasos com e sem braquiária em casa de vegetação.

	Graus de liberdade	F	p
Altura – <i>P. gonoacantha</i>	1	11,96	0,007
Altura – <i>S. polyphylla</i>	1	17,85	0,001
Altura – <i>T. micrantha</i>	1	53,50	0,000004
Área foliar total – <i>P. gonoacantha</i>	1	66,90	0,0002
Área foliar total – <i>S. polyphylla</i>	1	20,26	0,002
Área foliar total – <i>T. micrantha</i>	1	21,20	0,004
Massa seca – <i>P. gonoacantha</i>	1	16,70	0,003
Massa seca – <i>S. polyphylla</i>	1	24,21	0,0003
Massa seca – <i>T. micrantha</i>	1	25,07	0,0002
Área da copa – <i>P. gonoacantha</i>	1	10,18	0,01
Área da copa – <i>S. polyphylla</i>	1	25,16	0,0003
Área da copa – <i>T. micrantha</i>	1	42,88	0,00001
Diâmetro – <i>P. gonoacantha</i>	1	31,82	0,0003
Diâmetro – <i>S. polyphylla</i>	1	29,56	0,0001
Diâmetro – <i>T. micrantha</i>	1	49,18	0,000006
Razão raiz/parte aérea – <i>P. gonoacantha</i>	1	31,82	0,0003
Razão raiz/parte aérea – <i>S. polyphylla</i>	1	3,50	0,09
Razão raiz/parte aérea – <i>T. micrantha</i>	1	2,41	0,1
Área foliar específica – <i>P. gonoacantha</i>	1	6,23	0,03
Área foliar específica – <i>S. polyphylla</i>	1	15,25	0,004
Área foliar específica – <i>T. micrantha</i>	1	41,29	0,002

5. DISCUSSÃO

5.1. EXPERIMENTO DE SEMEADURA DIRETA

Alguns fatores provavelmente contribuíram para o insucesso da semeadura direta em campo. Primeiro, no momento em que a semeadura estava sendo realizada, foi possível visualizar algumas formigas carregando sementes que haviam sido semeadas, uma vez que as sementes não foram enterradas no momento da semeadura. Como já é conhecido que sementes pequenas, quando dispersadas, são frequentemente consumidas ou removidas por animais como formigas, aves, roedores, besouros e microrganismos (Wall *et al.*, 2005), é provável que as formigas tenham agido como um filtro ecológico para a germinação e estabelecimento destas sementes (Davidson *et al.*, 1984; Moles *et al.*, 2003; Costa *et al.*, 2017). Além das formigas, como a área se encontra nas adjacências do Parque Natural Municipal Santa Cruz, outros animais podem ter visitado a área e removido essas sementes. Segundo, em toda área do experimento houve acúmulo de palhada no chão, com aproximadamente 5 cm de espessura, proveniente da roçagem. Como as sementes foram jogadas por cima do solo ou da palhada, há possibilidade de algumas não terem conseguido atingir o solo, pois a palhada impõe uma barreira à penetração das raízes das sementes recém germinadas (Chambers, 2000; Van Andel e Aronson, 2012). Terceiro, como não foram realizados testes de viabilidade e de quebra de dormência com as sementes antes do plantio, não havia como saber se elas estavam viáveis (Ferreira & Borghetti, 2004).

Em função dessa baixa porcentagem de germinação em campo, surgiu a necessidade de se descobrir quais seriam os métodos de quebra de dormência mais eficazes para acelerar a germinação destas sementes e que fossem fáceis de serem aplicados em campo, pelos produtores rurais. Junto a isso, percebeu-se também a necessidade de realizar os experimentos em casa de vegetação, para que fosse possível conhecer a ecologia da germinação e do estabelecimento destas espécies e saber como elas se comportam frente à presença das gramíneas exóticas invasoras. Entretanto, é importante que estes experimentos também sejam realizados em campo, com a finalidade de conhecer o comportamento destas sementes em um local que possua as condições ambientais reais. Em vista disto, para que o monitoramento deste tipo de trabalho seja realizado com mais eficiência, é recomendado que os censos sejam realizados em um intervalo de tempo mais curto, pelo menos nos dois primeiros meses de experimento, uma vez que se observou em laboratório que as sementes da maioria das espécies germinaram nos primeiros dez dias de experimento. Contudo, como normalmente as áreas experimentais em campo são grandes, uma solução para simplificar os censos é sortear algumas

pequenas parcelas dentro das parcelas maiores para que estes primeiros censos sejam realizados, após este tempo os censos podem ser realizados na área total. Outra solução, é fazer este tipo de experimento em uma escala menor.

5.2. EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS EM LABORATÓRIO

Estes experimentos indicam que as metodologias testadas neste trabalho poderiam ser aplicadas na semeadura direta de espécies com dormência para obter uma germinação mais rápida e mais homogênea, para que elas possam cumprir suas funções de espécies pioneiras em trabalhos de restauração ecológica, recobrando o solo rapidamente e alcançando altura superior ao dossel das gramíneas invasoras. Com relação à *G. ulmifolia*, aconselha-se que suas sementes sejam enterradas quando forem semeadas em campo, com a finalidade de protegê-las de predadores, já que suas sementes são afotoblásticas. Este resultado diferiu de um trabalho que encontrou uma porcentagem de germinação significativamente menor no escuro (10%) do que no claro (69%), sob o mesmo tratamento de quebra de dormência (Neto *et al.*, 2002). Foi constatado que a presença de mucilagem não interfere na porcentagem de germinação (veja também Silva *et al.*, 2016), apenas deixa a germinação um pouco mais lenta, contrariando trabalhos que sugeriam que a remoção da mucilagem aumentaria a germinação (Carvalho, 2007; Amado *et al.*, 2015). É possível que em campo a mucilagem possa auxiliar as sementes a resistir contra a dessecação causada por veranicos. Além disso manter a mucilagem economiza o trabalho de removê-la. Por isso, apesar de alguns trabalhos afirmarem o contrário, recomenda-se manter a mucilagem da semente para semeá-la em campo.

Para *S. alata*, os melhores tratamentos para quebra de dormência foram corte lateral e ácido sulfúrico, similar ao observado para *S. macranthera* (91 - 92% para escarificação mecânica e 84 - 99% para ácido sulfúrico; Santarém & Aquila, 1995). Além disso, um outro trabalho realizado também com a *S. alata* encontrou que o melhor tempo de exposição ao ácido sulfúrico foram 60 minutos (~100%), os tempos menores de imersão não foram tão eficientes, da mesma forma que o encontrado neste trabalho (Braga *et al.* (2010). O que fortalece a informação que este método é eficiente para quebrar a dormência desta espécie. Quando se compara os tratamentos de quebra de dormência com ácido sulfúrico e corte é possível afirmar que o primeiro é mais prático e rápido, uma vez que todas as sementes são imersas no ácido juntas, entretanto apresenta um risco maior na manipulação, além de ser mais caro, já que é necessário comprar o reagente. Por outro lado, o tratamento de corte demanda mais tempo e mão de obra,

visto que as sementes devem ser cortadas uma a uma, porém trata-se de um método mais barato, além de apresentar menor risco a quem executa.

Quanto à *S. occidentalis*, é possível afirmar que os melhores tratamentos de quebra de dormência foram os com ácido sulfúrico (veja também Assumpção e Perini, 2015 e Delachiave & Pinho, 2003). No presente trabalho, o tratamento controle apresentou acima de 50% de germinação, similar ao encontrado por Delachiave & Pinho (2003; 40%). Isto demonstra que aproximadamente metade da população de sementes utilizada não apresenta tegumento impermeável, visto que mesmo quando não passam por nenhum processo de quebra de dormência ou passam por um processo menos eficiente (água quente), quando conseguem embeber, germinam rapidamente. Uma provável causa para que as sementes desta espécie submetidas ao tratamento de água quente não terem germinado, é que elas foram imersas na água quente do banho maria e deixadas dentro do equipamento até que a água atingisse temperatura ambiente, porém o tempo para isso ocorrer é cerca de cinco vezes maior do que quando se realiza este procedimento na panela. Este tempo maior dentro da água quente fez com que as sementes ficassem moles e conseqüentemente, inviáveis. Como as sementes desta espécie germinaram bem ao passar pelo processo de remoção de parte do tegumento (Tabela 7), este método também será útil para aplicação nesta espécie, com os mesmos prós e contras que foram mencionados anteriormente para *S. alata*.

Para *T. aurea*, com base nos resultados encontrados neste trabalho, é possível afirmar que as sementes da população utilizada para este experimento não possuem dormência, e isto contrastou com as informações de dois trabalhos que contém informações sobre esta espécie (Salomão *et al.*, 2003; Carvalho, 2010), mas foram ao encontro de informações contidas em um outro trabalho (Brasil, 2013a). O tratamento com água quente foi prejudicial à germinação de sementes desta espécie. *T. vulgaris*, apresentou boa germinação nos tratamentos testados (água quente e lixa), que foram os mesmos encontrados em um trabalho realizado com esta espécie, onde a maior porcentagem de germinação foi no tratamento de escarificação mecânica com lixa (84%; Pilon *et al.*, 2012). Portanto, nesta espécie as duas técnicas se mostraram eficientes quando considerada a porcentagem de germinação. Apesar de estes dois tratamentos terem apresentado porcentagem de germinação significativamente iguais, a germinação foi mais sincrônica no tratamento com lixa do que com água quente. Logo, se o objetivo é que todas as sementes germinem mais sincronicamente, a técnica mais indicada é a lixa, mas se a preferência for para que as sementes germinem mais lentamente ao longo do tempo, a técnica melhor é a água quente. Esta última é indicada para casos de ambientes onde ocorrem veranicos ou haja

maior probabilidade de haver outro distúrbio, visto que se nem todas as sementes germinarem ao mesmo tempo, a probabilidade de haver sementes viáveis após o término do distúrbio aumenta.

As divergências encontradas entre os resultados deste e de outros trabalhos, com relação a germinação das sementes de várias espécies, podem ser atribuídas ao tempo entre coleta e armazenamento das sementes ou a maturação que essas sementes se encontravam no momento da coleta ou ainda características inerentes às sementes daquela população, pois estes fatores podem acarretar em diferenças na germinação das sementes utilizadas nos experimentos (Ferreira & Borghetti, 2004). Isto ocorre por existirem variações nos mecanismos de dormência das sementes devido a diversidade de climas e habitats em que elas se encontram. Além disso, o que determina as condições necessárias para a germinação são as características das sementes, então, qualquer modificação ambiental que altere as condições requeridas pelas sementes para sua germinação é denominada como alteração de dormência, e isto faz com que cada população apresente exigências diferentes para germinar (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006).

Com relação às duas espécies do gênero *Solanum* testadas neste experimento, foi possível verificar que a imersão em PROGIBB aumentou significativamente a porcentagem de germinação, da mesma forma que foi encontrado em trabalhos realizados com outras espécies deste mesmo gênero (Spicer & Dionne, 1961; Zhou *et al.*, 2005; Commander *et al.*, 2008; Wei *et al.*, 2010). Além da quebra de dormência, outro fator importante para germinar melhor as sementes, é a maturação em que frutos se encontram quando são coletados. No caso do *S. asperolanatum*, a coloração das sementes foi mais importante do que a consistência do fruto, já que as sementes claras apresentaram maior porcentagem de germinação, quando comparadas com as escuras. Esta triagem poderá ser realizada no momento do beneficiamento dos frutos, para que desta forma, sejam semeadas em campo sementes com maior probabilidade de germinar.

A *T. micrantha* não apresentou germinação alguma quando submetida ao tratamento de ausência de luz, por isso, não é recomendado que as sementes desta espécie sejam enterradas quando semeadas em campo. Entretanto, seu tamanho pequeno e sua forma volumosa faz com que ela seja enterrada mais profundamente no solo, auxiliando na longevidade do banco de sementes (Cornelissen *et al.*, 2003). Nos testes para dormência física, as sementes dos frutos verdes germinaram tão bem quanto as sementes dos frutos maduros. Já nos testes para dormência fisiológica, as sementes dos frutos maduros germinaram melhor do que as sementes dos frutos verdes e do que as sementes dos frutos maduros no teste anterior. Estes resultados

contrastaram com o afirmado por Castelani & Aguiar (1998), que encontraram uma porcentagem de germinação de sementes de frutos verdes bem menor do que a germinação das sementes dos frutos maduros e alegaram que as sementes dos frutos verdes são fisiologicamente imaturas. Com isso, é possível afirmar que quando há frutos verdes e maduros em um mesmo galho, todos podem ser coletados e postos para germinar após a quebra de dormência, a fim de otimizar a coleta destes frutos.

Com relação à comparação entre os tratamentos para quebra de dormência física e fisiológica na *T. micrantha*, é possível afirmar que houve uma diminuição na porcentagem de germinação entre os testes porque a dormência dessas sementes ficou mais profunda com passar do tempo, uma vez que o primeiro teste foi realizado poucos dias depois das sementes terem sido coletadas e o segundo foi realizado dois meses e meio após o início do primeiro teste, quando as sementes ficaram em uma sala de espera (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). Isto é possível perceber quando se compara os tratamentos controle dos dois testes, já que os primeiros testes apresentaram uma germinação de 32% (fruto maduro) e 14% (fruto verde) contra 0% nos segundos testes. Entretanto, é possível inferir que o tratamento para dormência fisiológica adiantou o início da germinação em todos os tratamentos, tanto nas sementes dos frutos verdes quanto nas dos maduros, quando comparado com o teste de dormência física (Figura 19). Isto é interessante para quando se tem o objetivo de que estas sementes germinem o mais rápido possível em campo ao serem semeadas, por isso, conclui-se que os tratamentos para quebra de dormência fisiológica são mais eficazes na quebra de dormência desta espécie, além disso, o PROGIBB é mais barato e fácil de manusear do que o ácido sulfúrico.

Dentre as espécies estudadas, há dois grupos com características de germinação distintas, onde um apresenta germinação mais concentrada e o outro apresenta germinação mais espalhada ao longo do tempo. A presença de espécies com estas duas características é bastante importante em projetos de restauração, visto que é importante a presença das espécies que apresentem o pico de germinação (germinação uniforme), e que possam germinar imediatamente após serem semeadas, para que elas possam se desenvolver rapidamente e sejam capazes de ultrapassar a braquiária, antes que ela rebrote ou germine. Porém, a presença das outras espécies que possuem uma germinação mais espalhada ao longo do tempo é importante em casos de veranico, predação de plântulas ou inundações que possam ocorrer após a semeadura, pois existe a possibilidade de estas espécies sobreviverem e germinarem após o término do distúrbio.

5.3. EXPERIMENTO DE COMPETIÇÃO COM GRAMÍNEA EXÓTICA INVASORA

Quanto ao experimento de casa de vegetação, é possível afirmar que a presença de braquiária afetou negativamente todas as três espécies analisadas. Além disso, é possível observar que algumas espécies se desenvolveram melhor do que outras na ausência da braquiária, com a *T. micrantha* em primeiro lugar, seguida pela *G. ulmifolia*, *P. gonoacantha* e *S. polyphylla*, sucessivamente. A espécie que obteve os piores resultados foi a *T. vulgaris*. Com isso, é possível concluir que algumas espécies funcionam melhor para atender os objetivos deste trabalho do que outras, entretanto, para isso, a braquiária precisa ser controlada.

Vários trabalhos realizados em casa de vegetação também encontraram que a presença de gramíneas impossibilita o desenvolvimento de plântulas de árvores. Em uma savana da África do Sul, após 8 meses de experimento, a taxa de crescimento relativo de plântulas de três espécies comuns de árvores foi duas vezes maior na ausência da gramínea do que na presença da gramínea (Holdo & Brocato, 2015). A altura, biomassa aérea e diâmetro do caule das plântulas de *Senegalia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* foram pelo menos duas vezes menores quando semeadas com duas espécies exóticas invasoras (*Urochloa decumbens* e *Ipomoea grandifolia*), em São Paulo (Monquero *et al.*, 2015). Outro trabalho, que foi realizado no Paraná, avaliou a competição abaixo do solo entre duas espécies exóticas invasoras (*Urochloa brizantha* e *Leonotis nepetifolia*) e 19 espécies de grupos sucessionais diferentes. Nele foi constatado que o sistema radicular da *U. brizantha* foi o mais prejudicial para a emergência, sobrevivência, crescimento e razão raiz/parte aérea das plântulas de espécies de estágio inicial de sucessão (Zangaro *et al.*, 2016), o mesmo que foi encontrado neste trabalho.

As gramíneas invasoras se tornam dominantes devido ao efeito competitivo que elas possuem sobre os recursos, pois elas conseguem captar os nutrientes de forma mais eficiente do que as espécies nativas. Além de absorver a maior parte da água que percola no solo, devido a barreira que seu denso sistema radicular cria nas camadas mais superficiais do solo, indisponibilizando esta água para as plântulas de espécies nativas. Este grande desenvolvimento abaixo do solo, permite que elas desenvolvam também uma densa biomassa aérea, o que provoca sombreamento nas plântulas de espécies nativas, aumentando sua capacidade fotossintética e eficiência no uso de recursos (Grime, 2002; Balandier *et al.*, 2006; Gioria & Osborne, 2014). Em contrapartida, existem evidências que as espécies pioneiras possuem capacidade para serem boas competidoras, dado que elas apresentam rápidas taxas de produção

de matéria seca, crescimento prolongado do caule, produção foliar durante a estação de crescimento, e rápida adaptação fenotípica na área foliar e na morfologia da parte aérea em resposta à sombra (Grime, 2002). Além disso, o comprimento total das raízes das pertencentes às plântulas de espécies pioneiras foi maior do que nas plântulas de espécies de sucessão tardia, porém ambas diminuíram bastante quando na presença das espécies exóticas (Zangaro *et al.* 2016).

O presente trabalho demonstrou que algumas espécies também possuem estas características, uma vez que foi possível verificar que a *T. micrantha* apresentou quase 1 m de altura com três meses de idade, além de outras três que apresentaram acima de 30 cm de altura com a mesma idade. A relação raiz/parte aérea da *T. micrantha* foi maior do que a de qualquer espécie pertencente a qualquer categoria sucessional analisada por Zangaro *et al.* (2016), e nas outras espécies o valor ficou em torno 0,2, mostrando que estas espécies investem mais em raiz do que em parte aérea. Ademais, a área da copa da *T. micrantha* foi de 0,3 m² e a da *G. ulmifolia* de aproximadamente 0,1 m², o que deixa claro que estas espécies possuem crescimento inicial bastante rápido, tanto acima quanto abaixo do solo. Além destas espécies, *Senna alata*, *Solanum lycocarpum* e *Solanum asperolanatum*, que não chegaram a ser analisadas neste trabalho, mas estavam presentes no experimento, apresentaram grande potencial para assumir este papel de colonizadoras iniciais, pois se apresentavam grandes e com copas largas.

No que diz respeito a AFE, é interessante observar que os valores desta variável nos indivíduos com presença de braquiária foi significativamente maior do que nos indivíduos sem a presença de braquiária, em todas as três espécies. Isso se deve ao fato de que quando indivíduos crescem sob um estresse nutricional, eles tendem a apresentar uma maior AFE do que indivíduos que crescem em um ambiente infértil, por exemplo (Huante *et al.*, 1995). Além disso, Schieving & Poorter (1999) mostraram que a medida em que a luz interceptada pelo dossel diminui, devido a estratificação vertical, a AFE vai aumentando e a fotossíntese e o conteúdo de nitrogênio foliar vão diminuindo, comprovando que o indivíduo que se localiza sob o dossel da espécie invasora tem seu desenvolvimento prejudicado.

Portanto, é importante que a braquiária seja controlada nas etapas de preparo do solo em projetos de restauração, para que ela não germine durante os primeiros meses após a semeadura de espécies nativas, período mais crítico para o estabelecimento e crescimento das espécies de árvores pioneiras. Além de que, a presença de diferenças fenológicas que permitem uma espécie invasora se desenvolver mais rapidamente do que as espécies nativas, faz com que a alta capacidade competitiva da invasora seja menos importante no efeito destas espécies sobre as

plântulas de espécies nativas. Logo, a presença de espécies nativas que se desenvolvam rapidamente permite que os recursos disponíveis sejam explorados antes que as invasoras cheguem ou retornem (Gioria & Osborne, 2014). Se as espécies de árvores e arbustos pioneiros conseguirem sobreviver a este estágio inicial, desenvolverão seu sistema radicular em estratos mais profundos do solo e conseguirão ultrapassar a camada de competição com estas gramíneas e sombreá-las (Balandier *et al.*, 2006). Para isso, é necessário que se realize experimentos em vasos maiores ou até mesmo em campo por um maior intervalo de tempo para que se possa observar o comportamento das espécies pioneiras frente a todos estes desafios.

6. RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISA

Após a realização destes experimentos foi possível entender o quanto é importante se ter conhecimento das espécies e do lote de sementes ao se realizar experimentos em campo com elas, pois cada espécie possui uma demanda diferente para sua germinação, além de que cada lote de sementes apresenta características diferentes. Atendendo a estes pré-requisitos, elas chegam ao solo prontas para germinar e com seu potencial de germinação conhecido. Com isso, se torna possível isolar, pelo menos parcialmente, os fatores de qualidade da semente, já que estes já são conhecidos, para que se avalie apenas as variáveis que se pretende avaliar, como diferentes intervenções no solo, presença de competidoras, entre outras.

Em laboratório, é importante que se realize testes de germinação com as sementes no momento de sua coleta e com tempos diferentes de armazenamento, para verificar como ocorre a perda do potencial germinativo destas sementes armazenadas ao longo do tempo. A obtenção deste conhecimento é importante, uma vez que em trabalhos de restauração as sementes são coletadas ao longo do ano e a sementeira usualmente ocorre entre os meses de novembro e dezembro, logo, estas sementes ficam armazenadas desde a data de sua coleta até a data da sementeira. Então, esta informação permite dizer por quanto tempo estas sementes podem ficar armazenadas sem perder toda sua viabilidade.

O trabalho em casa de vegetação foi realizado por um tempo de acompanhamento curto e sob condições controladas, por isso, existe a necessidade de se realizar outros experimentos em campo, mais longos e com outras variáveis. Como por exemplo, semear as sementes de braquiária após algum tempo que semeou as sementes pertencente às espécies nativas. Se a área já tiver braquiária, recomenda-se que se realize vários níveis e tipos de controle diferentes delas por um período maior antes da sementeira, para que elas demorem mais a retornar ao sistema e

este efeito de prioridade entre as espécies possa ser analisado. Este controle pode ser feito por meio de vários gradeamentos no solo com e sem aplicação de herbicida após os gradeamentos.

7. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA

Além de categorizar as espécies por tamanho das sementes, como foi feito neste trabalho, é recomendado que se leve em consideração também as características biológicas que as espécies possuem. Uma vez que, a *S. lycocarpum*, por exemplo, apresentou uma germinação em laboratório bem abaixo das outras espécies que foram classificadas como tendo as sementes de tamanho médio no experimento de campo, mesmo sendo submetidas a diferentes tipos de quebra de dormência. Outra espécie que apresentou germinação baixa em laboratório foi a *L. paniculata* e isto não quer dizer que ela requer quebra de dormência, pois as sementes que não germinaram estavam inviáveis. Por isso, recomenda-se que ao semear estas espécies, a quantidade de sementes semeadas seja o triplo do que foi utilizado no experimento de campo deste trabalho.

Foi possível constatar que para as sementes de algumas espécies a melhor forma de quebrar a dormência é por meio da imersão em uma solução de PROGIBB, como na *S. asperolanatum*, *S. lycocarpum* e *T. micrantha* ou de imersão em água quente, como na *G. ulmifolia* e *T. vulgaris*, ou ainda de imersão em ácido sulfúrico, como na *S. occidentalis* e *S. alata*. Porém, em algumas destas espécies a germinação pode ser acelerada se a quebra de dormência for feita por meio de uma lixa ou um corte na semente, como é o caso da *S. occidentalis*, *S. alata* e *T. vulgaris*. Constatou-se também que não é necessário quebrar a dormência das sementes da espécie *T. aurea*. Entretanto, em campo pode ser arriscado quebrar a dormência de todas as sementes antes de semeá-las, pois desta forma, elas ficam mais susceptíveis a veranicos e todas podem morrer se isto ocorrer. Por este motivo, recomenda-se quebrar a dormência de apenas metade destas sementes, para que pelo menos algumas possam sobreviver se vier a ocorrer alguma adversidade. Associado a isso, para algumas espécies que não germinaram quando foram submetidas a quebra de dormência, como *G. ulmifolia*, *S. alata*, *S. lycocarpum* e *T. vulgaris*, recomenda-se aumentar a quantidade de sementes semeadas.

A partir do trabalho em casa de vegetação, foi possível perceber que algumas espécies apresentam grande potencial para atender às demandas iniciais deste trabalho, de rápido crescimento e cobertura do solo, como foi o caso da *T. micrantha*, em primeiro lugar, seguidas pelas *G. ulmifolia*, *P. gonoacantha* e *S. polyphylla*, respectivamente. Entretanto, não recomendo semeá-las na presença da braquiária, pois elas não são capazes de competir com esta invasora. Por

isso, é importante que se invista mais no controle inicial da braquiária, pois com isso, as espécies citadas serão capazes de cumprir seu papel.

8. REFERÊNCIAS

- Aguiar, L. F. R. M. 1992. Fenologia, sistema de reprodução, ecologia da polinização e dispersão de *Senna alata* (Caesalpinioideae, Leguminosae). Dissertação. Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Campinas. 150 p.
- Alonso, J. M.; Leles, P. S. S.; Ferreira, L. N. & Oliveira, N. S. A. 2015. Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**. 25: 1-11.
- Amado, S.; Barbosa, T. C. S.; Machado, R. C. 2015. Comparação de métodos para a superação de dormência do mutambo (*Guazuma ulmifolia*). **Revista Biociências**. 21: 63-73.
- Amorim, I. L.; Dadvive, A. C.; Chaves, M. M. F. 1997. Morfologia do fruto e da semente, e germinação da semente de *Trema micrantha* (L.) Blum. RIUFLA. Disponível em: http://www.sifloresta.ufv.br/bitstream/handle/123456789/18300/Cerne_v3_n1_1997.pdf?squence=1&isAllowed=y. Acesso em: 28 set 2015.
- Araújo, M. M.; Oliveira, F. A.; Vieira, I. C. G.; Barros, P. L. C.; Lima, C. A. T. 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amzônia Oriental.
- Araújo, R. A.; Costa, R. B.; Felfili, J. M.; Kuntz, I. G.; Sousa, R. A. T. M.; Dorval, A. 2009. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. **Acta Amazonica**. 39: 865 – 878.
- Assumpção, C. R. M.; Perini, M. 2015. Superação de dormência em sementes de *Senna occidentalis* (L.). **Natureza Online**. 14: 45-47.
- Balandier, P.; Collet, C.; Miller, J. H.; Reynolds, P. E.; Zedaker, S. M. 2006. Designing forest vegetation management strategies based on the mechanisms and dynamics of crop tree competition by neighbouring vegetation. **Forestry**. 79: 3-27.
- Barbosa, D. C. F.; Marimon, B. S.; Lenza, E.; Junior, B. H. M.; Oliveira, E. A.; Maracahipes, L. 2011. Estrutura da vegetação lenhosa em dois fragmentos naturais de florestas inundáveis (impucas) no Parque Estadual do Araguaia, Mato Grosso. **Revista Árvore**. 35: 457-471.
- Baskin, C. C.; Baskin, J. M. 2014. **Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. 2 ed. Academic Press, San Diego. 666 p.
- Baskin, C.; Baskin, J. Seeds: 1998. **Ecology, Biogeography, and, Evolution of Dormancy and Germination**. 1 ed. Academic Press. 666p.
- Bazzaz, F. A. Pickett. 1980. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. 11: 287-310.
- Begon, M; Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4 ed. Blackwell Publishing Ltd, Malden. 754 p.

- Ben-Hur, E.; Kadmon, R. 2015. An experimental test of the relationship between seed size and competitive ability in annual plants. **Oikos**. 000: 001-008.
- Bispo, B. B. 2016. Fenologia e fitossociologia de macrófitas aquáticas do recôncavo da Bahia, Brasil. Dissertação. Recursos genéticos vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 116 p.
- Braga, L. F.; Sousa, M. P.; Braga, J. F.; Delachiave, M. E. A. 2010. Escarificação ácida, temperatura e luz no processo germinativo de sementes de *Senna alata* (L.) Roxb. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. 12: 1-7.
- Brancalion, P. H. S.; Gandolfi, S.; Rodrigues, R. R. 2015. **Restauração Florestal**. Oficina de Textos: São Paulo. 431 p.
- Brasil. 1981. **Projeto RADAMBRASIL, Folha SD. 22, Goiás: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Ministério das Minas e Energia.
- Brasil. 2009. **Regras para análises de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 398 p.
- Brasil. 2013a. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 98 p.
- Brasil. 2013b. **Mapa geodiversidade do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Ministério de Minas e Energia.
- Bredt, A.; Uieda, W.; Pedro, W. A. 2012. **Plantas e Morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana**. Rede de sementes do Cerrado, Brasília. 275 p.
- Calvo-Alvarado, J. C.; Arias, D. & Richter, D. D. 2007. Early growth performance of native and introduced fast growing tree species in wet to sub-humid climates of the Southern region of Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. 242: 227-235.
- Campos-Filho, E. M.; Costa, J. N. M. N.; Sousa, O. L.; Junqueira, R. G. P. 2014. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**. 32: 702–727.
- Carvalho, P. E. R. 2003. **Espécies Arbóreas Brasileiras – Volume 1**. Embrapa Florestas, Colombo. 1039 p.
- Carvalho, P. E. R. 2004. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pau-Jacaré - *Piptadenia gonoacantha*. **Circular Técnica**. 91: 1-12.
- Carvalho, P. E. R. 2005. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Taxi-Branco. **Circular Técnica**. 111: 1-13
- Carvalho, P. E. R. 2006. **Espécies Arbóreas Brasileiras – Volume 2**. Embrapa Florestas, Colombo. 627 p.
- Carvalho, P. E. R. 2007. **EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Mutamba - *Guazuma ulmifolia*. Circular Técnica. 141: 1-13.
- Carvalho, P. E. R. 2008. **Espécies Arbóreas Brasileiras – Volume 3**. Embrapa Florestas, Colombo. 593 p.

- Carvalho, P. E. R. 2010. **Espécies Arbóreas Brasileiras – Volume 4**. Embrapa Florestas, Colombo. 644 p.
- Carvalho, P. E. R. 2014. **Espécies Arbóreas Brasileiras – Volume 5**. Embrapa, Brasília. 634 p.
- Castellani, E. D.; Aguiar, I. B. 1998. Condições preliminares para a germinação de sementes de Candiúba (*Trema micrantha* (L.) Blume.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2: 80-83.
- Chambers, J. C. 2000. Seed movements and seedling fates in disturbed sagebrush steppe ecosystems: implications for restoration. **Ecological Applications**. 10: 1400-1413.
- Chazdon, R. L.; Peres, C. A.; Dent, D.; Sheil, D.; Lugo, A. E.; Lamb, D.; Stork, N. E. & Miller, S. E. 2009. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**. 23: 1406-1417.
- Chazdon, R. 2012. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**. 7: 195-218.
- Commander, L. E.; Merritt, D. J.; Rokich, D. P.; Flematti, G. R.; Dixon, K. W. 2008. Seed germination of *Solanum* spp. (Solanaceae) for use in rehabilitation and commercial industries. **Australian Journal of Botany**. 56: 333-341.
- Corbin, J. D.; Holl, K. D. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**. 265: 37-46.
- Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Díaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; Steege, H.; Morgan, H. D.; Van de Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G.; Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**. 51: 335-380.
- Corrêa, R. S. 2009. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração no Cerrado**. 2 ed. Editora Universa, Brasília. 174 p.
- Costa, A. N.; Vasconcelos, H. L.; Bruna, E. M. 2017. Biotic drivers of seedling establishment in Neotropical savannas: selective granivory and seedling herbivory by leaf-cutter ants as an ecological filter. **Journal of Ecology**. 105: 132-141.
- D'Antonio, C. M.; Vitousek, P. M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 23:63-87.
- Davidson, D. W.; Inouye, R. S.; Brown, J. H. 1984. Granivory in a Desert Ecosystem: Experimental Evidence for Indirect Facilitation of Ants by Rodents. **Ecology**. 65: 1780-1786.
- Delachiave, M. E. A.; Pinho, S. Z. 2003. Scarification, temperature and light in germination of *Senna occidentalis* seed (Caesalpinaceae). **Seed Science and Technology**. 31, 225-230.
- Fenner, M.; Thompson, K. 2005. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press, New York. 261 p.
- Ferrari, V. C.; Toledo, M. C. M.; Atencio, D. 2007. Gorceixite from Catalão, Goiás, Brazil: Rietveld Crystal Structure Refinement. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. 7:25-36.

- Ferreira, A. G.; Borghetti, F. 2004. **Germinação - do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre. 323.
- Ferreira, L. V.; Parolin, P.; Matos, D. C. L.; Cunha, D. A.; Chaves, P. P.; Neckel, S. O. 2016. The effect of exotic grass *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (Poaceae) in the reduction of species richness and change of floristic composition of natural regeneration in the Floresta Nacional de Carajás, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 88(1 Suppl.): 589-597.
- Finch-Savage, W. E.; Leubner-Metzer, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. **Tansley review**. 171:501– 523.
- Finegan, B. 1984. Forest succession. **Nature**. 312: 109-114.
- Finegan, B. 1996. Pattern and processes in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. **Tree**. 11: 119-124.
- Flora do Brasil 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>. Acesso em: fev 2017.
- Floriano, E. P. 2004. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Associação de Pesquisa, Educação e Proteção Ambiental do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 19 p.
- Fonseca, É. P.; Valéri, S. V.; Miglioranza, É.; Fonseca, N. A. N.; Couto, L. 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**. 26: 515-523.
- Fowler, A.J.P.; Bianchetti, A. 2000. Dormência em sementes florestais. Embrapa Florestas, Colombo. 27p.
- Galastri, N. A.; Oliveira, D. M. T. 2010. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Vernonia platensis*(Spreng.) Less. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**. 24: 73-83.
- Gama, J. R. V.; Botelho, S. A.; Bentes-Gama, M. M. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**. 26: 559-566.
- Gama, J. R. V.; Botelho, S. A.; Bentes-Gama, M. M.; Scolforo, J. R. S. 2003. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florestal**. 13: 71-82.
- Gandolfi, S.; Leitão Filho, H. F.; Bezerra, C. L. F. 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista brasileira de biologia**. 55: 753-767.
- Gandolfi, S.; Rodrigues, R. R. & Martins, S. V. 2007. Theoretical Bases of the Forest Ecological Restoration. In: **High diversity forest restoration in degraded áreas: methods and projects in Brazil**. Rodrigues, R. R. (Ed.). Nova Science Publishers, New York. p. 27-60.
- Garcia, L.C.; Azevedo, C.P. 1999. Métodos para superação da dormência de sementes florestais tropicais. **Instruções Técnicas – Embrapa**. 1: 1-4.

- Gardener, M. R.; Bustamante, R. O.; Herrera, I.; Durigan, G.; Pivello, V. R.; Moro, M. F.; Stoll, A.; Langdon, B.; Baruch, Z.; Rico, A.; Arredondo-Nuñez, A.; Flores, S. 2012. Plant invasions research in Latin America: fast track to a more focused agenda. **Plant Ecology & Diversity**. 5: 225–232.
- Gioria, M.; Osborne, B. A. 2014. Resource competition in plant invasions: emerging patterns and research needs. **Frontiers in Plant Science**. 5: 1-20.
- Gómez-Pompa, A. G. & Vasquez-Yanes, C. V. 1981. Sucessional studies of a rain forest in Mexico. In: **Forest succession– concepts and application**. West, D. C.; Shugart, H. H.; Botkin, D. B. (Eds.). Springer-Verlag Press, New York. p. 247-266.
- Grime, J. P. 2002. **Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties**. 2 ed. John Wiley & Sons, West Sussex. 417 p.
- Guerin, N.; Isernhagen, I.; Vieira, D. L. M.; Filho, E. M. C.; Campos, R. J. B. 2015. Avanços e próximos desafios da semeadura direta para restauração ecológica. In: **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. Martins, S. V. (Ed.). 2 ed. Editora UFV, Viçosa. p. 331-376.
- Gurgel, E. S. C.; Silva, M. F.; Lucas, F. C. A.; Carreira, L. M. M.; Santos, J. U. M. 2014. Morfologia do fruto e da semente de três espécies de *Senna* Mill. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Biota Amazônia**. 4: 80-86.
- Higuchi, P.; Reis, M. G. F.; Reis, G. G.; Pinheiro, A. L.; Silva, C. T.; Oliveira, C. H. R. 2006. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**. 30: 893-904.
- Holdo, R. M.; Brocato, E. R. 2015. Tree–grass competition varies across select savanna tree species: a potential role for rooting depth. **Plant Ecology**. 216: 577-588.
- Holl, K. D.; Aide, T. M. 2011. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**. 261: 1558–1563.
- Holl, K. D.; Loik, M. E.; Lin, E. H. V. & Samuels, I. A. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. **Restoration Ecology**. 8: 339-349.
- Huante, P.; Rincons, E.; Acosta, I. 1995. Nutrient Availability and growth Rate of 34 Woody Species from a Tropical Deciduous Forest in Mexico. **Functional Ecology**. 9: 849-858.
- Isernhagen, I. 2010. Uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícola, sudeste do Brasil. Tese. Ciências, Universidade de São Paulo. 106 p.
- Jordano, P.; Pulido, F.; Arroyo, J.; García-Castaño & García-Fayos. 2004. Procesos de limitación demográfica. In: **Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante**. Valladares, F. (Ed.). 1 ed. EGRAF, S. A., Madri. p. 229-248.
- Klippel, V. H.; Pezzopane, J. E. M.; Silva, G. F.; Caldeira, V. W.; Pimenta, L. R. & Toledo, J. V. 2015. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros-ES. **Revista Árvore**. 39: 69-79.

- Kuhlmann, M. 2012. **Frutos e sementes do cerrado atrativos para fauna: guia de campo**. 1 ed. Rede de Sementes de Cerrado, Brasília. 360 p.
- Labouriau, L. G.; Osborn, J. H. 1984. Temperature dependence of the germination of tomato seeds. **Journal of Thermal Biology**. 9: 285-294.
- Leite, E. C.; Rodrigues, R. R. 2008. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**. 32: 583-595.
- Lima, R. A. F.; Rando, J. G.; Barreto, K. D. 2015. Composição e diversidade no Cerrado do Leste de Mato Grosso Do Sul, Brasil. **Revista Árvore**. 39: 9-24.
- Lorenzi, H. 2014. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 4 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 384 p.
- Mayrinck, R. C.; Vaz, T. A. A.; Davide, A. C. 2016. Physiological classification of forest seeds regarding the desiccation tolerance and storage behaviour. **CERNE**. 22: 85-92.
- Mello, R. M. 2013. Morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais – Brasil: composição da assembléia e frugivoria. Dissertação. Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora. 90 p.
- Miguel, E. P.; Rezende, A. V.; Leal, F. A.; Pereira, R. S.; Melo, R. R. 2016. Floristic-structural characterization and successional group of tree species in the Cerrado biome of Tocantins state, Brazil. **Revista Caatinga**. 29: 393 – 404.
- Moles, A. T.; Warton, D. I.; Westoby, M. 2003. Do small-seeded species have higher survival through seed predation than large-seeded species? **Ecology**. 84: 3148-3161.
- Monaco, L. M.; Mesquita, R. C. G.; Williamson, G. B. 2003. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. **Acta Amazonica**. 33: 41-52.
- Monquero, P. A.; Orzari, I.; Silva, P. V.; Penha, A. A. 2015. Interference of weeds on seedlings of four neotropical tree species. **Acta Scientiarum**. 37: 219-232.
- Mori E. S.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Freitas, N. P. 2012. **Sementes florestais: Guia para germinação de 100 espécies nativas**. 1 ed. Instituto Refloresta, São Paulo. 83 p.
- Morim, M. P.; Barros, M. J. F. 2015. *Senegalia*. in: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100997>. Acesso em: 10 abr 2017.
- Motta, M. S.; Davide, A. C.; Ferreira, R. A. 2006. Longevidade de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* lam. - Sterculiaceae) no solo em condições naturais. **Revista Brasileira de Sementes**. 28: 07-14.
- Muscarella, R. & Fleming, T. H. 2007. The Role of Frugivorous Bats in Tropical Forest Succession. **Biological Reviews**. 82: 573–590.
- Nave, A. G. & Rodrigues, R. R. 2006. Combination of Species into Filling and Diversity Groups as Forest Restoration Methodology. In: **High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil**. Rodrigues, R.R.; Martins, S.V.; Gandolfi, S. (Orgs.). 1. ed. Nova Science Publishers, New York. p. 103-126.

- Negrelle, R. R. B. 2013. Composição e estrutura do componente arbóreo de remanescente de floresta estacional semidecidual aluvial no Pantanal Mato-Grossense, Brasil. **Revista Árvore**. 37: 989-999.
- Negrelle, R. R. B. 2016. Composição e estrutura do componente arbóreo de mata com acuri no Pantanal Matogrossense, Brasil. **Ciência Florestal**. 26: 589-600.
- Neri, A. V.; Campos, E. P.; Duarte, T. G.; Neto, J. A. A. M.; Silva, A. F.; Valente, G. E. 2005. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 19: 369-376.
- Neto, J. C. A.; Aguiar, I. B.; Ferreira, V. M.; Rodrigues, T. J. D. 2002. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 6: 460-465.
- Nunes, Y. R. F.; Fagundes, M.; Santos, M. R.; Braga, R. F.; Gonzaga, A. P. D. 2006. Germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) e *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss (Malpighiaceae) sob diferentes tratamentos de escarificação tegumentar. **Unimontes Científica**. 8: 43-52.
- Pereira, S. R.; Gasco, A. D. C.; Jeller, H.; Rodrigues, A. P. D. C.; Laura, V. A. 2013a. Produção de sementes e tratamentos para superação de dormência de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae). **Informativo ABRATES**. 23: 46-51.
- Pereira, S. R.; Laura, V. A. & Souza, A. L. T. 2013b. Superação de dormência de sementes como estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48: 148-156.
- Pilon, N. A. L.; Melo, A. C. G.; Durigan, G. 2012. Comparação de métodos para quebra de dormência das sementes de carvoeiro – *Tachigali vulgaris* L. F. Gomes da Silva e H.C. Lima (Família: Fabaceae – Caesalpinioideae) (Nota Científica). **Revista do Instituto Florestal**. 24: 133-138.
- Rain-Tree. 2012. **Tropical Plant Database**. Disponível em: <http://rain-tree.com/plistbot.htm#.WLxucPkrLIU>. Acesso em: mar. 2017.
- Ribeiro, E. S.; Oliveira, D. P.; Souza, R. S.; Pasa, M. C.; Souza, R. A. T. M. 2012. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong - (Mimosoidae) e *Guazuma ulmifolia* - (Sterculiaceae). **Biodiversidade**. 11: 23-30.
- Riginos, C. 2009. Grass competition suppresses savanna tree growth across multiple demographic stages. **Ecology**. 90: 335-340.
- Rodrigues, I. M. C.; Souza Filho, A. P. S.; Ferreira, F. A.; Demuner, A. J. 2010. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**. 28: 1-12.
- Rodrigues, R. R.; Lima, R. A. F.; Gandolfi, S. & Nave, A. G. 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, 142: 1242-1251.
- Sakai, A. K.; Allendorf, F. W.; Holt, J. S.; Lodge, D. M.; Molofsky, J.; With, K. A.; Baughman, S.; Cabin, R. J.; Cohen, J. E.; Ellstrand, N. C.; McCauley, D. E.; O'Neil, P.; Parker, I. M.;

- Thompson, J. N.; Weller, S. G. 2001. The population biology of invasive species. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 32: 305–32.
- Salomão, A. N.; Sousa-Silva, J. C.; Davide, A. C.; Gonzáles, S.; Torres, R. A. A.; Wetzel, M. V. S.; Firetti, F.; Caldas, L. S. 2003. **Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Planas do Cerrado**. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília. 96 p.
- Santana, D. G.; Ranal, M. A. 2004. **Análise da germinação - um enfoque estatístico**. Editora Universidade de Brasília, Brasília. 248 p.
- Santarém, E. R.; Aquila, M. E. A. 1995. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**. 17: 205-209.
- Santos, R.; Citadini-Zanette, V.; Leal-Filho, L. S.; Hennies, W. T. 2008. Spontaneous Vegetation on Overburden Piles in the Coal Basin of Santa Catarina, Brazil. **Restoration Ecology**. 16: 444–452.
- Scheffer, M.; Carpenter, S.; Foley, J. A.; Folke, C. & Walker, B. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. **Nature**. 413: 591-596.
- Schieving, F.; Poorter, H. 1999. Carbon Gain in a Multispecies Canopy: The Role of Specific Leaf Area and Photosynthetic Nitrogen-Use Efficiency in the Tragedy of the Commons. **The New Phytologist**. 143: 201-211.
- Schneider, A. A. 2007. A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subspontâneas. **Biociências**. 15: 257-268.
- SER - Society for Ecological Restoration International. 2004. **Princípios da SER Internacional sobre a restauração ecológica**. 15 p.
- Silva, A. C. C.; Prata, A. P. N.; Mello, A. A.; Santos, A. C. A. S. 2013. Síndromes de dispersão de Angiospermas em uma Unidade de Conservação na Caatinga, SE, Brasil. **Hoehnea**. 40: 601-609.
- Silva, C. T.; Reis, G. G.; Reis, M. G. F.; Silva, E.; Chaves, R. A. 2004. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**. 28: 429-441.
- Silva, D. L.; Luz, G. R.; Veloso, M. D. M.; Fernandes, G. W.; Nunes, Y. R. F. 2016. Emergência e estabelecimento de plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. Em função de diferentes tratamentos pré-germinativos. **Ciência Florestal**. 26: 763-772.
- Silva, R. R. P.; Oliveira, D. R.; Rocha, G. P. E. & Vieira, D. L. M. 2015. Direct seeding of Brazilian savanna trees: effects of plant cover and fertilization on seedling establishment and growth. **Restoration Ecology**. 23: 393–401.
- Silva, S. C.; Santana, N. M. P.; Pelegrini, J. C. 2006. Caracterização climática do Estado de Goiás. **Governo do Estado de Goiás**. 135 p.
- Siqueira, M. N.; Morais, A. R.; Faria, K. M. S.; Castro, S. S. 2016. Ecological aspects related to ligneous vegetation in the Permanent Preservation Areas of Mineiros, Goiás, in light of the new native vegetation protection policy - Law 12.651/2012. **Revista Árvore**. 40: 575-584.

- Soares, P. N. 2012. Taxonomia de *Acilepidopsis*, *Chrysoleaena*, *Echinocoryne*, *Stenocephalum* e *Veronanthura* (Vernonieae, Asteraceae) de Minas Gerais, Brasil. Dissertação. Biologia Vegetal, Universidade Federal de Uberlândia. 93 p.
- Souchie, F.F.; Junior, B. H. M.; Petter, F. A.; Madari, B. E.; Marimon, B. S.; Lenza, E. 2011. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* L. G. Silva e H. C. Lima. **Ciência Florestal**. 21: 811-821.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. 2012. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, Nova odessa. 768 p.
- Spicer, P. B.; Dionne, L. A. 1961. Use of Gibberellin to hasten Germination of *Solanum* Seed. **Nature**. 189: 327-328.
- Suding, K. N.; Gross, K. L.; Houseman, G. R. 2004. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. **Trends in Ecology and Evolution**. 19: 46-53.
- Tabarelli, M.; Mantovani, W. 1999. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. **Revista brasileira de biologia**. 59: 251-261.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2006. Giberelinas: reguladores da altura dos vegetais. In: **Fisiologia Vegetal**. Artmed, Porto Alegre. p. 485-516.
- Tessari, S. N. C.; Pasqualetto, A.; Malheiros, R. 2008. Análise da germinação da espécie *Guazuma ulmifolia* lam usando diferentes tratamentos térmicos. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/AN%C3%81LISE%20DA%20GERMINA%C3%87%C3%83O%20DA%20ESP%C3%89CIE%20Guazuma%20ulmifolia%20Lam%20USANDO%20DIFERENTES%20TRATAMENTOS%20T%C3%89RMICOS.pdf>. Acesso em: 20 out 2015.
- Thompson, K.; Band, S. R.; Hodgson, J. G. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. **Functional Ecology**. 07: 236-241.
- Van Andel, J.; Aronson, J. 2012. **Restoration ecology: the new frontier**. 2 ed. Blackwell Publishing, West Sussex. 403 p.
- Vieira, D. L. M. & Scariot, A. 2006. Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration. **Restoration Ecology**. 14: 11-20.
- Vieira, D. L. M.; Lima, V. V.; Sevilha, A. C.; Scariot, A. 2008. Consequences of dry-season seed dispersal on seedling establishment of dry forest trees: Should we store seeds until the rains? **Forest Ecology and Management**. 256: 471-481.
- Wall, S. B. V.; Kuhn, K. M.; Beck, M. J. 2005. Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. **Ecology**. 86: 801-806.
- Wallin, I.; Svensson, B. M.; Lönn, M. 2009. Artificial Dispersal as a Restoration Tool in Meadows: Sowing or Planting? **Restoration Ecology**. 17: 270-279.
- Wei, S.; Zhang, C.; Chen, X.; Li, X.; Sui, B.; Huang, H.; Cui, H.; Liu, Y.; Zhang, M.; Guo, F. 2010. Rapid and Effective Methods for Breaking Seed Dormancy in Buffalobur (*Solanum rostratum*). **Weed Science**. 58:141-146.

- Wirth, C.; Messier, C.; Bergeron, Y.; Frank, D. & Fankhänel, A. 2009. Old-growth forest definitions: a pragmatic view. In: **Old-growth forests: function, fate and value**. Wirth, C.; Gleixner, G.; Heimann, M. (Eds.). Springer, New York. p. 11-33.
- Wunderle, J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**. 99: 223-235.
- Zangaro, W.; Lescano, L. E. A. M.; Matsuura, E. M.; Rondina, A. B. L.; Nogueira, M. A. 2016. Differences between root traits of early- and late-successional trees influence below-ground competition and seedling establishment. **Journal of Tropical Ecology**. 32: 300-313.
- Zhou, J.; Deckard, E. L.; Messersmith, C. G. 2005. Factors affecting eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) seed germination. **Weed Science**. 53: 651-656.