

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS  
RENOVÁVEIS

Lausanne Soraya de Almeida

**INSUMOS TECNOLÓGICOS EM SEMENTES FLORESTAIS PARA USO EM  
RESTAURAÇÃO VIA SEMEADURA DIRETA**

Sorocaba

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS  
RENOVÁVEIS

Lausanne Soraya de Almeida

**INSUMOS TECNOLÓGICOS EM SEMENTES FLORESTAIS PARA USO EM  
RESTAURAÇÃO VIA SEMEADURA DIRETA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis para obtenção do título de Doutor em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis.

Orientação: Profa. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Sorocaba

2021

Almeida, Lausanne Soraya de

Insumos tecnológicos em sementes florestais para uso em restauração via semeadura direta / Lausanne Soraya de Almeida -- 2021.  
107f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Banca Examinadora: José Mauro Santana da Silva, Alexandre Marco da Silva, Elza Alves Corrêa, Juliana Müller Freire, Nobel Penteado de Freitas

Bibliografia

1. Regulador de crescimento. 2. Quebra da dormência. 3. Osmocondicionamento. I. Almeida, Lausanne Soraya de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

#### DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade  
Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Lausanne Soraya de Almeida, realizada em 14/05/2021.

#### Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Jose Mauro Santana da Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva (UNESP)

Profa. Dra. Juliana Müller Freire (EMBRAPA)

Profa. Dra. Elza Alves Corrêa (UNESP)

Prof. Dr. Nobel Penteado de Freitas (UNISO)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis.

*Dedico ao meu marido Artur de Almeida, por me incentivar e estar ao meu lado neste momento tão importante e à minha mãe que sempre incentivou meus estudos com muita garra e otimismo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente a toda comunidade da Universidade Federal de São Carlos, que direta ou indiretamente contribuiu para a concretização deste trabalho, em especial aos integrantes e simpatizantes do Laboratório de Sementes e Mudas Florestais – LASEM e ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis – PPGPUR;

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Programa de Inovação Tecnológica / PIPE - Programa FAPESP Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas / PIPE processo nº 2018/15208-0 coordenado pelo Dr. Vanderlei dos Santos da Itepec Ambiental Ltda. - EPP/ITEPEC que viabilizou parte da etapa inicial de laboratório, campo e manutenção;

Agradeço à Prof<sup>a</sup> Sonia Cristina Juliano Gualtieri pelo precioso treinamento sobre osmocondicionamento de sementes, à Professora Fatima C.M. Piña-Rodrigues, minha orientadora que é uma fonte de inspiração e conhecimento, sempre atenta às novidades da ciência e tecnologia e ao Professor José Mauro Santana da Silva, grande integrante da equipe que operacionaliza e ajuda nos cálculos como ninguém.

## RESUMO

ALMEIDA, Lausanne Soraya de. **Insumos tecnológicos em sementes florestais para uso em restauração via semeadura direta**. 2021. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

A semeadura direta é uma técnica que envolve o uso de sementes ao invés de mudas, sendo considerada alternativa potencial para restauração florestal. Contudo, sua eficiência está diretamente ligada à seleção das espécies, à qualidade das sementes e seu potencial de estabelecimento. Para contribuir com a disseminação da prática, foram realizados experimentos em campo e em laboratório com os seguintes objetivos: a) verificar se a germinação em laboratório permite prever a germinabilidade e emergência em campo; b) avaliar a eficiência de regulador de crescimento na remoção da dormência em sementes; c) avaliar se a utilização de reguladores de crescimento e osmocondicionamento potencializam os resultados em campo; d) selecionar espécies com melhor comportamento em campo para serem indicadas em semeadura direta. As sementes foram preparadas em laboratório efetuando-se ensaios de germinação, a seguir, em campo foram instalados e monitorados até 720 dias pós-plantio cinco blocos ao acaso com os seguintes tratamentos: T1 - uso de regulador de crescimento; T2 – osmocondicionamento (em cinco espécies); T3 – testemunha (com remoção de dormência em todas as espécies dormentes) e T4 – uso de regulador de crescimento + osmocondicionamento (polietilenoglicol -0,5Mpa) e no caso de sementes dormentes, não foi realizada remoção de dormência. Das 38 espécies semeadas em campo, 23 apresentaram emergência, o que correspondeu a 60,5%. Estas foram representadas por 10 famílias, sendo 52,2% Fabaceae (n=12). Para as sementes dormentes o uso do regulador de crescimento associado à remoção da dormência foi equivalente à testemunha, ao passo que o produto aplicado nas sementes sem a remoção da dormência teve maior número de plantas emergentes. Para as sementes não dormentes (não necessitam de remoção de dormência), o uso do regulador de crescimento retardou e reduziu o número de sementes emergentes aos 720 dias após a semeadura, em comparação com a testemunha. A germinação apresentou baixa correlação com a germinabilidade (% de emergência em relação ao número de sementes semeadas) e a emergência (número máximo de plantas emergentes) em campo, em todos os tratamentos utilizados, com exceção das espécies *Handroanthus heptaphyllus*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Poecilanthe parviflora*, *Pterocarpus violaceus*, *Platypodium elegans* e *Hymenaea courbaril*, todas com sementes de tamanhos médio e grande. Isso mostra o quão eficientes são estas espécies em semeadura direta e, portanto, são recomendadas para restauração por meio desta técnica. O osmocondicionamento não foi eficiente em nenhuma das espécies analisadas no potencial hídrico avaliado. O regulador de crescimento pode ser utilizado para remoção de dormência em condições de campo.

Palavras-chave: regulador de crescimento; biorregulador; condicionamento osmótico; remoção da dormência; bioestimulante.

## ABSTRACT

ALMEIDA, Lausanne Soraya de. **Technological inputs in seeds for use in forest restoration for direct seeding**. 2021. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2021.

Direct seeding is a technique that involves the use of seeds instead of seedlings, considered as a potential alternative for forest restoration. However, its efficiency is linked to species selection, seed quality and establishment. To contribute to the practice, were carried out in field and laboratory experiments with the following objectives: a) to test if germination in the laboratory can predict germinability and emergence (seedling density) in the field; b) evaluate the efficiency of a growth regulator in removing dormancy in seeds; c) assess whether the use of growth regulators and osmoconditioning enhance the results in the field; d) select species with better field behavior to be indicated in direct seeding. The seeds were prepared in the laboratory by carrying out germination tests, then, in the field, five randomized blocks were installed and monitored up to 720 days with the following treatments: T1 - use of growth regulator; T2 - osmoconditioning (in five species); T3 - control (with removal of dormancy in all dormant species) and T4 - use of growth regulator + osmoconditioning (polyethylene glycol -0.5Mpa) and in the case of dormant seeds, no dormancy removal was performed. Of the 38 species sown in the field, 23 emerged, corresponding to 60.5%. These were represented by 10 families, 52.2% from Fabaceae (n = 12). For dormant seeds, the use of growth regulator associated with dormancy removal was equivalent to the control, while the product applied to seeds without dormancy removal had a greater number of emerging plants. For non-dormant seeds (do not need dormancy removal) the use of the growth regulator delayed and reduced the number of emerging seeds up to 720 days after sowing, in comparison with the control. Germination showed low correlation with germinability (% emergence in relation to the number of sown seeds) and emergence (maximum number of emerging plants) in the field, in all treatments used, except for the species *Handroanthus heptaphyllus*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Poecilanthe parviflora*, *Pterocarpus violaceus*, *Platypodium elegans* and *Hymenaea courbaril*, all with medium and large size seeds. This shows how efficient these species are in direct seeding and therefore are recommended for restoration using this technique. The osmoconditioning was not efficient in any of the species analyzed in the evaluated water potential. The growth regulator can be used to remove dormancy in field conditions.

Keywords: growth regulator; bioregulator; priming; release dormancy; biostimulant.



## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                       | <b>12</b> |
| 2.1 SEMEADURA DIRETA .....   | 12        |
| 2.2 REGULADORES DE CRESCIMENTO .....                                       | 16        |
| 2.2.1 Remoção da dormência em sementes .....                               | 18        |
| 2.2.2 Osmocondicionamento.....   | 21        |
| 2.3 QUALIDADE DE SEMENTES .....  | 23        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....  | <b>25</b> |
| 3.1 LOCAL DE ESTUDO.....   | 25        |
| 3.1.1 Seleção de espécies .....  | 26        |
| 3.2 PREPARO DAS SEMENTES .....   | 26        |
| 3.2.1 Tratamento das sementes pré-plantio.....                             | 29        |
| 3.3 PREPARO, SEMEADURA E MANUTENÇÃO DA ÁREA.....                           | 33        |
| 3.3.1 Semeadura direta.....  | 35        |
| 3.3.2 Manutenção .....   | 35        |
| 3.4 GERMINAÇÃO, GERMINABILIDADE E SOBREVIVÊNCIA.....                       | 36        |
| 3.4.1 Etapa de laboratório .....   | 36        |
| 3.4.2 Etapa de campo .....   | 37        |
| 3.5 ANÁLISE DE DADOS .....   | 39        |
| <b>4 RESULTADOS</b> .....  | <b>41</b> |
| 4.1 QUALIDADE INICIAL DAS SEMENTES .....                                   | 41        |
| 4.2 ETAPA DE CAMPO.....  | 47        |
| 4.2.1 Regulador de crescimento em espécies com sementes não dormentes..... | 49        |
| 4.2.2 Regulador de crescimento em espécies com sementes dormentes.....     | 57        |
| 4.2.3 Osmocondicionamento.....   | 64        |
| 4.3 CAMPO X LABORATÓRIO .....  | 64        |
| <b>5 DISCUSSÃO</b> .....   | <b>68</b> |
| 5.1 CAMPO .....  | 70        |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>6 CONCLUSÃO .....</b>           | <b>82</b>  |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b> | <b>83</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>           | <b>84</b>  |
| <b>APÊNDICE.....</b>               | <b>105</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                | <b>106</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Diferentes técnicas de restauração florestal têm sido aplicadas, visando potencializar os resultados efetivos de formação de uma floresta. Várias metodologias de restauração têm focado no uso da semeadura direta, principalmente em função do seu potencial e vantagens (ENGEL; PARROTA, 2001; DOUST; ERSKINE; LAMB *et al.*, 2008; CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; SILVA; VIEIRA, 2017; SOUZA; ENGEL, 2018; FREITAS *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2019).

Na semeadura direta a semente passa a ser a protagonista nos processos de restauração. Vários fatores podem influenciar o processo de emergência e sobrevivência das sementes e plantas em campo, tais como o seu tamanho, categoria ecológica, questões ambientais, predação e competição (ARAKI, 2005; ST-DENIS; MESSIER; KNEESHAW, 2013; CECCON; GONZÁLES; MARTORELL, 2016). A qualidade das sementes, relacionada ao seu vigor e viabilidade, é também importante para o sucesso do resultado em campo. O desempenho das sementes após a semeadura pode refletir o potencial de vigor estimado em testes laboratoriais apropriados (MARCOS-FILHO, 2015). No entanto, nem todos os estudos sobre semeadura direta realizam avaliação prévia dos lotes de sementes em laboratório (SANTOS *et al.*, 2012; SILVA; VIEIRA, 2017) ou viveiro (CAMPOS-FILHO, 2013; SOUZA; ENGEL, 2018) antes do seu uso em campo.

O baixo aproveitamento das sementes em campo faz com que seja necessário o uso de grandes quantidades, variando de 250.000 a 500.000 sementes por hectare, obtendo-se apenas 2 a 4% de estabelecimento das sementes semeadas (ISERNHAGEN, 2010; FREITAS *et al.*, 2019). Desta forma, são necessárias tecnologias que possam ser aplicadas às sementes visando melhorar o seu desempenho em campo, como o uso de insumos, (reguladores de crescimento, fitoprotetores, peletização, polietilenoglicol) associados ou isolados.

Os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas que produzem efeitos similares aos hormônios (HINOJOSA, 2005). Dentre os hormônios associados às plantas e utilizados como reguladores de crescimento em sementes estão presentes os grandes grupos auxina, citocinina e giberelina, que exercem diferentes funções, inclusive relacionadas à germinação (MARCOS-FILHO, 2015).

O osmocondicionamento é uma técnica que atua no controle da embebição das sementes, permitindo equilíbrio de potencial hídrico entre a solução utilizada e a própria semente, o que proporciona a ativação de processos fisiológicos que antecedem a germinação e tem sido empregada com sucesso em espécies florestais para melhora da viabilidade, vigor, uniformidade, tolerância ao estresse biótico e conseqüentemente o desempenho em campo (MELO *et al.*, 2018). O uso do osmocondicionamento associado aos reguladores de crescimento é uma estratégia promissora que pode potencializar seus benefícios (RHAMAN *et al.*, 2021).

Com base no apresentado, nossa premissa é que o tratamento das sementes com insumos como reguladores de crescimento e osmocondicionamento irão propiciar maior germinabilidade e emergência em campo aumentando a eficiência da semeadura direta. A hipótese é que, considerando que os ensaios de laboratório avaliam o potencial germinativo e o vigor das sementes sob condições favoráveis, as sementes de maior qualidade fisiológica apresentarão maior germinabilidade e emergência em campo. Diante de tais aspectos, pretende-se responder às seguintes questões: (a) A germinação em laboratório permite prever a germinabilidade e emergência em campo? (b) A utilização de reguladores de crescimento e de osmocondicionadores potencializa os resultados das sementes em campo, na semeadura direta? (c) O uso de regulador de crescimento pode substituir os tratamentos convencionais de remoção da dormência nas sementes para uso em semeadura direta? (d) Quais espécies apresentam melhor comportamento em campo e podem ser indicadas para a semeadura direta?

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SEMEADURA DIRETA

A semeadura direta envolve o uso de sementes ao invés de mudas, sendo considerada uma técnica alternativa de menor custo (CECCON; GONZÁLES; MARTORELL, 2016), por evitar despesas relacionadas à propagação de plantas em estufas e viveiros com posterior logística ao campo (BASKIN; BASKIN, 2020). Dentre as principais vantagens do sistema de semeadura direta em comparação ao uso de mudas em atividades de restauração, destacam-se: o melhor rendimento do trabalho, com transporte e carregamento de mudas, abertura de berços e plantio (GUERIN *et al.*, 2015). Diante de tais aspectos, a semeadura direta tem sido praticada nos processos de restauração, globalmente, e se faz presente em diversos continentes, como Oceania (DOUST; ERSKINE; LAMB, 2008; DOUST, 2011; DAWS *et al.*, 2014; MOGILSKI; FENSHAM; FIRN, 2020), Ásia (KUARAKSA; ELLIOTT, 2012; JAGANATHAN; LIU, 2014), África (CHAPMAN; CHAPMAN, 1999), Europa (LOF *et al.*, 2019; CASTRO; LEVERKUS; FUSTER, 2015), América do Norte (PALMERLEE; YOUNG, 2010; LABORDE; CORRALES-FERRAYOLA, 2012; GOULD *et al.*, 2013; DOUTERLUNGNE *et al.*, 2016), América Central (COLE *et al.*, 2011) e na América do Sul, com estudos concentrados no Brasil.

Várias regiões do país tem adotado a semeadura direta, envolvendo o uso de espécies de diferentes biomas, como o cerrado (PELLIZZARO *et al.*, 2017; SILVA; VIEIRA, 2017; SAMPAIO *et al.*, 2019), floresta amazônica (CAMPOS-FILHO, 2013; FREITAS *et al.*, 2019) e floresta atlântica (SOARES; RODRIGUES, 2008; SANTOS *et al.*, 2012; AGUIRRE *et al.*, 2015). Estes estudos envolvem desde o uso de sementes de uma espécie ou mistura de poucas espécies (MATTEI, 1995; MENEGUELLO; MATTEI, 2004; SANTOS JUNIOR; BOTELHO; DAVIDE, 2004; ANDRADE, 2008; SOARES; RODRIGUES, 2008; CARRIJO *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2009; LACERDA; FIGUEIREDO, 2009; SANTOS *et al.*, 2012;). A mistura de sementes, também conhecida como “muvuca”, envolve comumente de 16 (ARAKI, 2005; ISERNHAGEN, 2010) até 70 espécies (CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*,

2019) e normalmente utiliza mais espécies que plantios com mudas (PALMA; LAURANCE, 2015).

Mesmo com pesquisas na área ao longo da última década, ainda há necessidade de aprimorar e desenvolver tecnologias sobre a semeadura direta, uma vez que há muitos fatores que influenciam o seu sucesso como técnica de restauração. Um dos grandes desafios da semeadura direta é a competição com espécies invasoras, principalmente gramíneas. No cerrado, Pellizzaro *et al.* (2017) selecionaram as espécies mais resistentes à convivência com gramíneas invasoras, com alta densidade e disponibilidade de sementes. Os autores observaram que 85% (n=67) das espécies semeadas se estabeleceram, porém, recomendaram o uso de capina química para reduzir os custos de restauração. Além destas, as características de cada semente (peso, tamanho, tipo de tegumento, dormência, reservas, exsudados), microrganismos, herbivoria, patógenos, estrutura física, química e cobertura do solo, método, período, densidade e profundidade de semeadura (LAMICHHANE *et al.*, 2018), clima (FREITAS *et al.*, 2019), manejo e preparo do solo, procedência, qualidade e genética dos lotes de sementes (BASEY; FANT; KRAMER, 2015), e manejo de plantas invasoras (GUERIN *et al.*, 2015). Como ressaltam Basey; Fant e Kramer (2015), a colheita de sementes deve ser feita em áreas mais similares possíveis, em termos de clima, solo, presença de invasoras, do ambiente a ser restaurado. Isso porque, locais que sofreram distúrbios, ou que há domínio de invasoras, tais plantas podem ser mais adaptadas ao ambiente a ser restaurado. Estratégias de manejo, escolha de espécies, procedências mais adaptadas, qualidade e quantidades de sementes podem contribuir para o sucesso da restauração.

As pesquisas indicam que sementes de maior tamanho, em função de suas reservas, apresentam melhores taxas de emergência, sobrevivência (PALMA; LAURENCE, 2015; SOUZA; ENGEL, 2018), resultando na maior taxa de estabelecimento de plantas em semeadura direta e menor custo de implantação (DOUST *et al.*, 2008; PALMERLEE; YOUNG, 2010). Doust *et al.* (2008) sugerem que menores taxas de estabelecimento de sementes pequenas podem ter sido ocasionadas por predadores. Uma das alternativas a esse problema é o uso de barreiras físicas de proteção às sementes, conforme adotado em estudos com *Quercus* spp, que possui sementes maiores, do tipo castanha, bastante predada por roedores (CASTRO;

LEVERKUS; FUSTER, 2015; LOF *et al.*, 2019). A região e a interação com predadores e dispersores das sementes exerce bastante influência nos resultados de estudos com semeadura direta, sejam sementes pequenas ou sementes grandes.

Na natureza, a regeneração de várias espécies depende de agentes bióticos e abióticos, que promovem a remoção da sua dormência. Vários projetos de restauração via semeadura direta utilizam métodos de remoção de dormência nas sementes (CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; PELLIZZARO *et al.*, 2017; SOUZA; ENGEL, 2018). Visando facilitar a operacionalização de remoção da dormência, Campos-Filho *et al.* (2013) adotaram um único procedimento para todas as espécies, o que, segundo os próprios autores, pode ter comprometido o desempenho de alguma espécie em campo. A hidratação prévia das sementes antes da semeadura também é um procedimento que pode ser adotado, como feito por Aguirre *et al.* (2015). Este tipo de ação pode ser considerada um tratamento de remoção de dormência para algumas espécies, pois pode auxiliar na eliminação de substâncias inibidoras presentes na semente, amolecimento do tegumento e uniformização da germinação do lote de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Um dos fatores que mais variam nos estudos de semeadura direta é a densidade de sementes utilizadas em campo. Alguns autores utilizam como meta de estabelecimento de plantas, a densidade de 1.666 ind.ha<sup>-1</sup>, comumente praticada nos plantios com mudas. Porém, nestes casos há baixa quantidade de semeadura inicial (AGUIRRE *et al.*, 2015; SOUZA; ENGEL, 2018). No caso de Aguirre *et al.* (2015) foram semeadas 21.120 sementes.ha<sup>-1</sup> e obtidas 3.817 plantas/ha, o que correspondeu a 18% de taxa de aproveitamento das sementes, valor considerado alto.

Em função da ausência de controle direto sobre as condições do nicho de emergência das sementes em campo recomenda-se a utilização de grandes quantidades de sementes para a semeadura direta, variando de 250.000 a 500.000 sementes por hectare, uma vez que a taxa de estabelecimento das sementes semeadas costuma ser baixa, entre 2 e 4% (ISERNHAGEN, 2010; CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*, 2019). Mesmo sendo considerada uma técnica mais econômica, a germinabilidade e o estabelecimento de plantas tem sido baixas em vários projetos de restauração com semeadura direta (BASKIN; BASKIN, 2020). Tais informações nos remetem ao fato de que é possível e necessário melhorar a eficiência e aproveitamento das sementes

semeadas, o que pode ser possível por meio de ações que evitem ou melhorem a tolerância ao estresse abiótico e biótico durante os estágios iniciais de desenvolvimento da planta (MADSEN *et al.*, 2016), mesmo porque a qualidade das sementes utilizadas na semeadura direta ainda é um dos gargalos desta técnica (BASKIN; BASKIN, 2020).

Não há sementes florestais de espécies nativas suficientes para atender às demandas de restauração no Brasil, uma vez que o setor em geral atua em pequena escala, irregular e sem incentivos financeiros (FREIRE; URZEDO; PIÑA-RODRIGUES, 2017). A escassez de sementes florestais nativas de boa qualidade, inclusive genética, é um dos insumos limitantes para restauração florestal no Brasil (SCHIMIDT *et al.*, 2019). Em função desta escassez, a disponibilidade de espécies no mercado acaba sendo um critério de seleção das espécies a serem utilizadas em projetos e experimentos de semeadura direta (DOUST *et al.*, 2008; PALMA; LAURENCE, 2015).

Há necessidade de haver um equilíbrio entre as técnicas de manejo, que envolvem questões econômicas, e os aspectos genéticos em um projeto de restauração (BASEY; FANT; KRAMER, 2015). E neste ponto, o uso de insumos e tecnologias aplicadas às sementes vem exercer importante papel. Para o manejo, a uniformidade de emergência é o ideal, no entanto a desuniformidade é resultado de variações individuais ou de populações no grau de dormência (VALENTE *et al.*, 2017). Assim o uso de insumos pode auxiliar neste aspecto, de forma a facilitar as práticas de manejo e uniformizar a emergência em campo.

A adoção de tratamentos pré-germinativos nas sementes é comum no setor agropecuário, em especial quando associada à semeadura direta (KAHLIQ *et al.*, 2013) e ao manejo da matocompetição (TANVEER *et al.*, 2013). Essas tecnologias envolvem o recobrimento de sementes para uniformizar ou aumentar o seu tamanho, forma e fornecer nutrientes, hormônios, inoculantes, além de serem capazes de proteger de predadores e patógenos, bem como regular as trocas de água com o ambiente (GROSSNICKLE; IVETIC, 2017). Apesar da sua intensa utilização no plantio direto de espécies agrícolas, essas tecnologias ainda são pouco empregadas na semeadura direta de espécies florestais tropicais.



## 2.2 REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os hormônios vegetais são substâncias orgânicas naturais, biologicamente ativas a concentrações muito baixas, que desencadeiam grande quantidade de sinais intracelulares que permitem a amplificação dos efeitos, produzindo respostas variadas, conforme a quantidade de hormônio sintetizado pela planta (VIEIRA *et al.*, 2010). São responsáveis pela comunicação intercelular como forma de resposta às condições ambientais detectadas em fases de seu desenvolvimento e transmitidas para diferentes partes da planta (HINOJOSA, 2005). Têm a função de transportar informação química específica entre as células, regulando o crescimento e o desenvolvimento vegetal (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

Reguladores vegetais ou biorreguladores são substâncias sintéticas, que aplicadas em partes externas das plantas possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos como auxinas, giberelinas e citocininas. Já os estimulantes vegetais são misturas de reguladores vegetais e assim como os hormônios, são classificados como substâncias reguladoras de crescimento de plantas (VIEIRA, *et al.*, 2010). Os biorreguladores comerciais são compostos por um conjunto de reguladores vegetais que atuam de forma a propiciar equilíbrio entre os hormônios, bem como estimular a formação e desenvolvimento de plantas mais eficientes na exploração do ambiente e do seu potencial genético, conduzindo ao aumento de produtividade e rentabilidade em determinadas espécies agrícolas (STIMULATE®, 2020).

Os reguladores de crescimento são utilizados diretamente em sementes ou plantas no campo para a obtenção de diversos efeitos, tais como promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, o florescimento, a frutificação efetiva, o raleio de frutos, aumentar o tamanho dos frutos, evitar a abscisão de frutos, controlar a maturação e senescência, enraizamento e remoção da dormência de sementes e gemas (BIASI, 2002). Porém poucas pesquisas envolvem espécies perenes, arbustivas e arbóreas (KISSMAN *et al.*, 2011; CANESIN *et al.*, 2012; DANTAS *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Dentre os estimulantes vegetais comerciais utilizados em culturas agrônômicas (STIMULATE®, 2017) estão as auxinas, giberelinas e citocininas (MOTERLE *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2012; ABRECHT *et al.*, 2014; DAN *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et*

*al.*, 2015; ELLI *et al.*, 2016; SOUZA NETA *et al.*, 2018). As auxinas estão associadas principalmente ao alongamento, divisão e diferenciação celular, atuando no crescimento de partes da planta, tropismos, dominância apical, formação de raízes, iniciação floral, desenvolvimento de frutos, preservação da permeabilidade das membranas, sendo importante na germinação de sementes, especialmente no processo de assimilação de reservas mobilizadas (HINOJOSA, 2005; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; MARCOS-FILHO, 2015). Seus efeitos no desenvolvimento vegetal podem ser estimulantes ou inibitórios, dependendo da concentração existente ou aplicada na planta, da variedade e de sua interação com outros fitohormônios (GUANGWU; XUWEN, 2014). As auxinas têm sido mais empregadas em estudos envolvendo a propagação vegetativa e o enraizamento de estacas e clones (TSOBENG *et al.*, 2013).

O nome citocinina deriva de citocinese que é a divisão celular, principal função associada a esta substância. Suas ações fisiológicas estão relacionadas à síntese de proteína, inibição de senescência em folhas, promoção do crescimento de gemas laterais, tradução da mensagem genética, alteração da permeabilidade das membranas, desestiolamento, germinação de sementes, superação de dormência secundária nas sementes (BIASI, 2002; PERES; KERBAUY, 2004; BARRUETO CID, 2005; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; MARCOS-FILHO, 2015). A cinetina é uma citocinina sintética (BARRUETO CID, 2005) encontrada em reguladores de crescimento vegetal comerciais (STIMULATE®, 2017).

*Gibberella fujikuroi* é um fungo ao qual se atribuiu a produção de giberelina, por isso o fitormônio recebeu este nome e dentre suas principais funções estão o crescimento e alongamento caulinar, estimulação de florescimento em plantas bienais e de dia longo, regulação de produção de enzimas em sementes de cereais, indução da germinação e remoção da dormência em sementes, além de proporcionar estímulo à velocidade de germinação (GUERRA, 2004; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; MARCOS-FILHO, 2015). Há vários tipos de giberelinas presentes em sementes imaturas, maduras e em germinação; a giberelina produzida durante a formação da semente controla o desenvolvimento da própria semente e do fruto; o crescimento foliar é geralmente estimulado por giberelinas exógenas, que ativam divisões celulares em folhas jovens, bem como o crescimento de cotilédones e pecíolos (MATSUMOTO, 2005).

A aplicação de fitohormônios surgiu como uma estratégia no gerenciamento ao estresse, pois protege as plantas contra várias adversidades abióticas, aumentando o nível de atividade de enzimas antioxidantes, o que melhora o crescimento da planta, propicia uma germinação harmonizada, atua na remoção de dormência e aumenta a viabilidade das sementes (RHAMAN *et al.*, 2021). Tais aspectos indicam o quanto os hormônios e reguladores vegetais podem contribuir desde a germinação das sementes até o desenvolvimento da planta.

### 2.2.1 Remoção da dormência em sementes

A dormência em sementes é a situação em que não há germinação mesmo quando as sementes viáveis são submetidas a condições ambientais favoráveis e isto ocorre em função de fatores e/ou bloqueios internos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; CARDOSO, 2004; BORGHETTI, 2004; BASKIN; BASKIN, 2014; MARCOS-FILHO, 2015; TAIZ *et al.*, 2017). Entre a formação da semente e a germinação há um período de maturação seguido da quiescência, durante o qual a dispersão da semente ocorre; isto acontece quando o fruto está completamente formado e maduro, momento em que o desenvolvimento do embrião paralisa e desta forma a germinação é atrasada até que as condições de água, oxigênio e temperatura estejam favoráveis para o crescimento da plântula (TAIZ *et al.*, 2017). No entanto, há situações em que a semente cai ou é depositada no solo e não há emergência de plântula, o que ocorre em função da dormência (PIÑA-RODRIGUES; MARTINS, 2012). Nestas situações as sementes precisam de ações adicionais para germinar, como luz ou escarificação do tegumento, pois os bloqueios precisam ser superados/removidos para que a germinação ocorra.

Há várias classificações de tipos de dormência. De forma resumida pode-se dizer que há a dormência primária ou inata, que ocorre antes da dispersão da semente e a dormência secundária ou induzida, que ocorre após a dispersão da semente, além da dormência imposta que está relacionada às condições ambientais adversas e que é mais conhecida como quiescência (CARDOSO, 2004). Com base em estudos realizados pela fisiologista de sementes Marianna G. Nicolaeva, Baskin e Baskin (2014) propuseram um sistema de classificação de dormência de sementes que tem sido amplamente seguido pelos estudiosos da área e compreende cinco classes de dormência: (a)

fisiológica, (b) morfológica, (c) morfofisiológica, (d) física e (e) combinacional (física e fisiológica). O sistema também abrange a divisão das classes em três níveis de dormência: (a) profundo, (b) intermediário e (c) não profundo. O que basicamente define os níveis de dormência são as respostas das sementes, por meio da germinação, à aplicação de ácido giberélico, o período necessário para que ocorra a germinação após os tratamentos indicados para remoção de dormência e o desenvolvimento do embrião, isolado da semente, produzindo plântula normal (intermediário ou não profundo) ou anormal (profundo). As classes de dormência foram caracterizadas em função dos seguintes aspectos (BASKIN; BASKIN, 2014):

- Não dormentes: embrião diferenciado e completamente desenvolvido; sementes conseguem realizar a embebição de água; emergência da radícula ocorre dentro de quatro semanas e após a emergência da radícula, o caulículo emerge em poucos dias.
- Dormência Fisiológica do Epicótilo: embrião diferenciado e completamente desenvolvido; sementes conseguem realizar a embebição de água; emergência da radícula ocorre dentro de quatro semanas e após a emergência da radícula, o caulículo emerge entre três e quatro semanas ou mais.
- Dormência Fisiológica Regular: embrião diferenciado e completamente desenvolvido; sementes conseguem realizar a embebição de água; emergência da radícula ocorre após quatro semanas; após a emergência da radícula, o caulículo emerge em poucos dias.
- Dormência Física: embrião diferenciado e completamente desenvolvido; sementes não conseguem realizar a embebição de água; após escarificação a semente consegue realizar embebição completa (geralmente em um dia) e germina dentro de quatro semanas.
- Dormência Combinacional: embrião diferenciado e completamente desenvolvido; sementes não conseguem realizar a embebição de água; após escarificação a semente consegue realizar embebição completa (geralmente em um dia), mas não germina dentro de quatro semanas.
- Dormência Morfológica: embrião inicialmente não diferenciado; após a dispersão da semente o embrião se desenvolve; ocorre a germinação dentro de quatro semanas ou no caso de embrião pouco desenvolvido, passa a crescer após serem colocados em substrato úmido e assim ocorre a germinação em quatro semanas.

- Dormência Morfofisiológica: embrião inicialmente não diferenciado; após a dispersão da semente o embrião se desenvolve; a germinação ocorre após quatro semanas ou no caso de embrião pouco desenvolvido, passa a crescer após serem colocados em substrato úmido e assim ocorre a germinação após quatro semanas.
- Dormência Morfológica Especializada: após a dispersão da semente o embrião não se diferencia; ocorre a germinação dentro de quatro semanas.
- Dormência Morfofisiológica Especializada: após a dispersão da semente o embrião não se diferencia; ocorre a germinação após quatro semanas.

Eventos bioquímicos estão diretamente relacionados à germinação, tanto proporcionando a protrusão da radícula quanto impedindo o desenvolvimento do embrião. Dentre as substâncias que exercem grande influência na germinação estão os fitormônios. O Ácido Abscísico (ABA) induz a dormência durante a maturação e também pode bloquear a germinação durante a embebição, ao passo que, para que ocorra a germinação, deve haver redução da concentração de inibidores nos tecidos embrionários e ocorrer a síntese de fitormônios promotores da germinação, como as giberelinas, o gás etileno, as citocininas, o nitrato de potássio e a tiouréia, que são antagonistas ao ABA (BORGHETTI, 2004; PEREZ, 2004). A água também pode atuar na remoção da dormência, pois é um agente de lixiviação de inibidores de crescimento (ZAIDAN; BARBEDO, 2004), no entanto quando as sementes se encontram muito secas e são colocadas na água, poderão ter o sistema de membranas danificado, causando lixiviação do conteúdo das células, o que prejudica a germinação das sementes (CASTRO; HILHORST, 2004). Nota-se o quanto é complexo os mecanismos que geram e mantêm a dormência quanto às formas de removê-la das sementes. Importante ressaltar que na natureza a dormência exerce grande influência sobre o sucesso das espécies em seus habitats.

A dormência tem a função ecológica de favorecer a sobrevivência das espécies, potencializar a disseminação das sementes a maiores distâncias, a formação de banco de sementes no solo e a perpetuação da espécie sem perda da viabilidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993; TAIZ *et al.*, 2017), sendo um processo importante na dinâmica das populações naturais, pois está relacionada à adaptação das plantas à heterogeneidade do ambiente (PEREZ, 2004). Pode ser vista como um estágio necessário no ciclo de vida da semente, uma vez que neste período acontecem muitas

mudanças fisiológicas, bioquímicas, morfológicas e anatômicas, como o crescimento do embrião, mobilização de reservas nutritivas e ativação e desativação de genes (BASKIN; BASKIN, 2014). A distribuição da germinação ao longo do tempo e do espaço é fator essencial para a sobrevivência e estabelecimento das plantas no seu ambiente natural e a dormência contribui para que isso ocorra (NONOGAKI; BASSEL; BEWLEY, 2014). Confirmando isto, estudos demonstraram que a dormência é uma característica que tem sido associada ao tipo de dispersão (PENFIELD, 2017) principalmente de espécies autocóricas da Floresta Atlântica (SOUZA *et al.*, 2015).

### 2.2.2 Osmocondicionamento

A técnica do condicionamento osmótico em sementes possibilita a obtenção de maior porcentagem de germinação, particularmente em condições adversas, como em situações de baixa disponibilidade hídrica, níveis elevados de salinidade e temperaturas extremas, portanto seu uso pode contribuir com programas de reflorestamento de áreas degradadas ou de recomposição de matas nativas (JELLER; PEREZ, 2003). Sementes consideradas de alto vigor, normalmente apresentam germinação mais rápida e uniforme, sendo capazes de suportar melhor as adversidades do ambiente, enquanto lotes de sementes de baixa qualidade frequentemente requerem um maior tempo para germinação e para emergência das plântulas, o que as tornam mais sensíveis às adversidades climáticas (BRACCINI *et al.*, 1999). Visando melhorar tais aspectos, o condicionamento osmótico, também denominado de osmocondicionamento ou “priming” é recomendável.

O osmocondicionamento é um tratamento de hidratação realizado por meio da exposição da semente a soluções específicas, antes da protrusão da radícula, o que permite que a semente esteja mais preparada para situações adversas em campo, como déficit hídrico (JISHA; VIJAYAKUMARI; PUTHUR, 2013). Após hidratação com osmocondicionadores as sementes são imersas em solução osmótica sob tempo e temperatura determinados, de modo a desidratar novamente as sementes (JELLER; PEREZ, 2003; MELO *et al.*, 2018), visando evitar a fase 3 de germinação, isto é, quando ocorre a protrusão da radícula. Quando há hidratação da semente, uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorre no embrião, e a embebição prolongada,

particularmente sob-baixos potenciais hídricos, apresenta uma influência bastante acentuada na velocidade, sincronia e porcentagem de germinação das sementes (BRACCINI *et al.*, 1999). A tendência é que esta técnica beneficie o comportamento da semente em campo, no entanto cada variedade e espécie podem responder de maneiras distintas.

Diferentes produtos podem ser utilizados como osmorreguladores visando provocar nas sementes a tolerância ao estresse. A utilização de polietileno glicol (PEG), nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e água destilada são exemplos de agentes para soluções osmóticas, e por serem osmoticamente ativos, reduzem o potencial hídrico da solução de embebição das sementes, permitindo o controle do nível de embebição das mesmas (DIAS *et al.*, 2012). O uso de manitol também é utilizado para esta finalidade (FANTI; PEREZ, 2004; SANTOS JUNIOR; SILVA, 2020).

Os estudos com espécies florestais tem mostrado que há ampla variação de resultados envolvendo a técnica do osmocondicionamento. As sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes foram extremamente sensíveis ao uso de PEG 6000, enquanto o manitol não foi eficiente para a simulação de estresse hídrico (SANTOS JR; SILVA, 2020). Já em *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna o manitol proporcionou melhores resultados que PEG 6000 (FANTI; PEREZ, 2004), sendo que o condicionamento com  $\text{KNO}_3$  também foi positivo, pois ampliou o limite de tolerância ao estresse hídrico desta espécie (FANTI; PEREZ, 2003). A técnica de condicionamento osmótico com PEG ou com água destilada foi eficiente em aumentar a germinação sob estresse hídrico e térmico de sementes de *Senna spectabilis* (DC.) H.S.Irwin & Barneby (JELLER; PEREZ, 2003; JELLER; PEREZ; RAIZER, 2003). No caso de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., o condicionamento em água também melhorou a qualidade fisiológica das sementes desta espécie, proporcionando aumento na porcentagem, velocidade de germinação e emergência, sendo que o osmocondicionamento com  $\text{KNO}_3$  reduziu a viabilidade e o vigor, tanto em campo quanto em laboratório, apresentando resultados inferiores à testemunha (PEREZ; NEGREIROS, 2001). As sementes de *Pterogyne nitens* Tul. apresentaram germinação em baixos potenciais osmóticos tanto com manitol quanto com PEG 6000 (NASSIF; PEREZ, 1997) e em *Cedrela fissilis* o condicionamento osmótico não favoreceu a velocidade de germinação e também não foi tão eficiente em aumentar a germinação

inicial das sementes, no entanto favoreceu a conservação em ambiente não controlado com oito meses de armazenamento (BARBEDO; MARCOS-FILHO; NOVENBRE, 1997). Diante de tais estudos constata-se a influencia dos agentes osmocondicionantes nos resultados de tolerância ao estresse hídrico, bem como o foco dado às espécies da família Fabaceae nas pesquisas consultadas.

Há estudos que tem associado o “priming” a outras técnicas, visando avaliar a tolerância ao estresse hídrico, como o Priming de Matriz Sólida – SMP (TAYLOR; KLEIN; WHITLOW, 1988; MADSEN *et al.*, 2018), que pode ser uma alternativa para sementes pequenas (TAYLOR; KLEIN; WHITLOW, 1988). Neste caso, promove-se a hidratação e rehidratação das sementes em laboratório, com o objetivo de simular situações típicas de ambiente de campo, avaliando o comportamento de espécies florestais nativas (BORGES; BORGES; PAULA, 1997) a diferentes ciclos de hidratação e rehidratação. Dentre as espécies já estudadas com essa tecnologia, pode-se citar: *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby (BORGES; BORGES; PAULA, 1997), *S. spectabilis* (DC.) H.S.Irwin & Barneby (LIMA *et al.*, 2018), *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson e *P. nitens* Tul. (NASCIMENTO *et al.*, 2021). Tais estudos reforçam o potencial desta técnica visando melhorar o desempenho das sementes diante de condições hídricas desfavoráveis para adaptação das espécies em campo.

### 2.3 QUALIDADE DE SEMENTES

A avaliação das características físicas e fisiológicas das sementes é de fundamental importância para determinar a qualidade do lote. Essas características podem influenciar no processo de emergência de plântulas, sobrevivência e desenvolvimento das mudas em campo (SANTOS *et al.*, 2012).

Os eventos que ocorrem desde a embebição de água pela semente até a emissão da radícula é definido como germinação e pode ser avaliada seguindo o ponto de vista fisiológico (SILVA; OLIVEIRA; PEREIRA *et al.*, 2018) ou botânico (BORGES; TOOROP, 2015). Para os tecnologistas de sementes, a germinação é considerada como a formação de plântula normal, isto é, com todas as partes principais presentes e



saudáveis, desenvolvidas sob condições favoráveis e, do ponto de vista botânico a germinação é considerada a protrusão da radícula (CARVALHO; CALVI; FERRAZ, 2018).

A germinação de sementes é um processo biológico resultante de reações bioquímicas e enzimáticas dependentes de muitas condições ambientais. Em função disto, para avaliar a qualidade das sementes, as condições dos testes de germinação devem ser conhecidas e controladas, pois este procedimento visa permitir a repetibilidade dos testes em outro laboratório, com resultados semelhantes nas condições em que as sementes possam demonstrar o seu melhor desempenho germinativo (FIGLIOLIA, 2015).

Associado à germinação de sementes, está o conceito de *germinabilidade*, em que se avalia a proporção de sementes que germinam em uma amostra de tamanho conhecido, obtida pela razão entre o número de sementes germinadas e a quantidade semeada (SANTANA; RANAL, 2004; RANAL; SANTANA, 2006). Além dos conceitos de germinação e germinabilidade, pode-se citar o vigor. Ele é considerado como o conjunto dos atributos inerentes à semente que permitem o seu desenvolvimento e estabelecimento em condições favoráveis ou não de campo (CARVALHO; CALVI; FERRAZ, 2018). O vigor das sementes se reflete na emergência das sementes e no início de formação de plântulas em condições não controladas, de viveiro ou campo (SANTOS JUNIOR; FERREIRA, 2018). Assim, o processo de germinação (condições favoráveis) ou emergência (condições não controladas) podem ser atrasados, gerar plântulas anormais ou serem impedidos, à depender do nível de vigor das sementes. Por isso a redução na velocidade de germinação, o aumento na heterogeneidade de desenvolvimento das plântulas e a redução na porcentagem final de germinação, germinabilidade ou emergência são os resultados mais evidentes em lotes de sementes menos vigorosos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O vigor exerce grande impacto na qualidade de plantas geradas tanto em viveiro quanto em semeadura direta em campo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no município de Sorocaba, São Paulo, Brasil (23°35'07.77" S-47°31'05.90" O), inserida em paisagem com fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, cercada por pastagens de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster e regeneração da espécie *Baccharis dracunculifolia* DC. A região caracteriza-se por apresentar clima do tipo Cwa (classificação de Koeppen), com clima temperado chuvoso e quente com média pluviométrica inferior a 30 mm no mês mais seco, temperaturas médias acima de 22°C nos meses mais quentes e inferiores a 18°C nos meses mais frios (GIRON *et al.*, 2014). Nos últimos 10 anos (01/2010 a 01/2020) o município de Sorocaba apresentou pluviosidade acumulada média anual de 1251 mm (concentração de chuvas em dezembro e janeiro), temperaturas médias máxima e mínima, respectivamente de 25,4 (fevereiro) e 15,5°C (julho), de acordo com banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020). Ao longo do período de estudo (dezembro/2017 a fevereiro/2020), a temperatura média dos meses mais secos, julho e agosto (44,5 mm/mês), foi de 17,9°C e dos chuvosos, janeiro e dezembro (157,68 mm/mês) foi de 24,3°C (Anexo A).

A unidade pedológica da região de estudo está enquadrada em Cambissolos evoluindo para organização de Horizonte B Latossólico (VILLELA *et al.*, 2015). Os Cambissolos compõem-se de solos minerais com características variáveis, de textura média a argilosa, com desenvolvimento pedogenético incipiente, de pequena profundidade e quantidade significativa de minerais primários (SÃO PAULO, 2014). Na região do experimento foi diagnosticada variação de Latossolo Vermelho Distrófico A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado e ondulado (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA, 2010). Os Latossolos caracterizam-se por avançada fase de intemperismo, profundos, em geral, bem drenados, com baixa capacidade de troca de cátions, caulíníficos em predomínio, fortemente ácidos, distróficos ou álicos, com teores de ferro oriundos do material de origem e próprios de solos tropicais (EMBRAPA, 2018).

### 3.1.1 Seleção de espécies

As espécies foram pré-selecionadas com base na literatura, considerando aquelas que sobreviveram e se estabeleceram na semeadura direta (CECCON; GONZÁLEZ; MARTORELL, 2016), bem como na restauração com mudas (GALETTI *et al.*, 2018), associadas a diferentes famílias botânicas, grupos funcionais (fixadoras de nitrogênio, aporte de biomassa, atrativo para a fauna, sombreadoras) (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), e grupos ecológicos (pioneiras e não pioneiras), conforme classificação de Barbosa *et al.* (2017). Após verificar a disponibilidade de sementes no mercado, foram selecionadas 38 espécies de 16 famílias botânicas.

## 3.2 PREPARO DAS SEMENTES

As espécies foram categorizadas de acordo com o tamanho das sementes em muito pequena – PP (mais de 100.000 sementes.Kg<sup>-1</sup>), pequena – P (de 10.000 a 100.000 sementes.Kg<sup>-1</sup>), média – M (de 10.001 a 1.000 sementes.Kg<sup>-1</sup>) e grande – G (menos de 1.000 sementes.Kg<sup>-1</sup>) (Tabela 1). O número de sementes.Kg<sup>-1</sup> foi obtido de acordo com as seguintes publicações, listadas por ordem de prioridade de obtenção dos dados: Brasil (2013), Mori, Piña-Rodrigues e Freitas (2012) e Souza Junior e Brancalion (2016). O número médio de sementes.Kg<sup>-1</sup> foi adotado quando havia a indicação de número máximo e mínimo de sementes.Kg<sup>-1</sup> (BRASIL, 2013).

As sementes das espécies selecionadas foram adquiridas por encomenda no mercado comercial e junto às Redes de Sementes. Após a recepção dos lotes no laboratório, foram retiradas amostras para a realização dos ensaios de avaliação da qualidade das sementes. Os lotes foram registrados e as sementes foram mantidas em embalagens de papel Kraft e de plástico em câmara fria (5°C), por período variável de 5 a 90 dias, até o momento de semeadura.

Antes da semeadura as sementes foram separadas no laboratório e acondicionadas em embalagens plásticas identificadas, contendo 42 sementes de cada espécie das categorias PP e P e 8 sementes das categorias M e G para distribuição nas respectivas linhas de semeadura (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista das espécies utilizadas no experimento, com respectivas família botânica e acrônimos, classificadas conforme o tamanho das sementes com informações sobre N° de sementes.Kg<sup>-1</sup>, N° de sementes.ha<sup>-1</sup>, N° de sementes semeadas na área experimental e quantidade de sementes (g).

| Espécie  | Família Botânica | Acrônimo | N° de sementes.Kg <sup>-1</sup> | N° de sementes.ha <sup>-1</sup> | N° de sementes semeadas | Quantidade de sementes semeadas (g) |
|--|------------------|----------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| <b>Muito Pequenas (PP)</b>                             |                  |          |                                 |                                 |                         |                                     |
| <i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.                          | Malvaceae        | APETIB   | 147000                          | 8652                            | 1670                    | 6,3                                 |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.                   | Urticaceae       | CECPAC   | 1172222                         | 8652                            | 1670                    | 1,42                                |
| <i>Croton urucurana</i> Baill.                         | Euphorbiaceae    | CROURU   | 79000                           | 8652                            | 1670                    | 13,91                               |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                          | Malvaceae        | GUAULM   | 132000                          | 8652                            | 1670                    | 12,65                               |
| <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.          | Moraceae         | MACTIN   | 357000                          | 8652                            | 1670                    | 4,58                                |
| <b>Total</b>   |                  | 5        | 2053522                         | 43261                           | 8348                    | 39                                  |
| <b>Pequenas (P)</b>                                    |                  |          |                                 |                                 |                         |                                     |
| <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart    | Fabaceae         | ALBNIO   | 35500                           | 8652                            | 1670                    | 46,38                               |
| <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.          | Anacardiaceae    | ASTURU   | 55500                           | 8652                            | 1670                    | 30,08                               |
| <i>Bixa orellana</i> L.                                | Bixaceae         | BIXORE   | 31000                           | 8652                            | 1670                    | 53,86                               |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                          | Meliaceae        | CEDFIS   | 36000                           | 3400                            | 653                     | 18,13                               |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                   | Verbenaceae      | CITMYR   | 1800                            | 8652                            | 1670                    | 87,87                               |
| <i>Croton floribundus</i> Spreng.                      | Euphorbiaceae    | CROFLO   | 31150                           | 8652                            | 1670                    | 53,6                                |
| <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.          | Phytolaccaceae   | GALINT   | 19500                           | 8652                            | 1670                    | 85,62                               |
| <i>Genipa americana</i> L.                             | Rubiaceae        | GENAME   | 14250                           | 8652                            | 1670                    | 117,16                              |
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                    | Bigoniaceae      | JACCUS   | 33000                           | 8652                            | 1670                    | 50,59                               |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze                 | Fabaceae         | MIMBIM   | 88500                           | 8652                            | 1670                    | 18,87                               |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | Primulaceae      | MYRCOR   | 49500                           | 8652                            | 1670                    | 33,73                               |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.              | Fabaceae         | PELDUB   | 20850                           | 8652                            | 1670                    | 80,08                               |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.       | Fabaceae         | PIPGON   | 21500                           | 8652                            | 1670                    | 77,65                               |
| <i>Psidium myrtoides</i> O.Berg                        | Myrtaceae        | PSIMYR   | 23645                           | 3400                            | 653                     | 27,61                               |
| <i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.                      | Myrtaceae        | PSIRUF   | 12600                           | 8652                            | 1670                    | 132,51                              |

| Espécie  | Família Botânica | Acrônimo | Nº de sementes.Kg <sup>-1</sup> | Nº de sementes.ha <sup>-1</sup> | Nº de sementes semeadas | Quantidade de sementes semeadas (g) |
|--|------------------|----------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.                | Anacardiaceae    | SCHTER   | 40500                           | 8652                            | 1670                    | 41,22                               |
| <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose     | Fabaceae         | SENPOL   | 11550                           | 8652                            | 1670                    | 120,73                              |
| <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby   | Fabaceae         | SENMUL   | 69500                           | 8652                            | 1670                    | 18,76                               |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.          | Bignoniaceae     | TABROS   | 69000                           | 8652                            | 1670                    | 24,2                                |
| <b>Total</b>   |                  | 19       | 704324                          | 153887                          | 29688                   | 1119                                |
| <b>Médias (M)</b>                                    |                  |          |                                 |                                 |                         |                                     |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna           | Malvaceae        | CEISPE   | 6100                            | 3400                            | 653                     | 114,53                              |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                  | Fabaceae         | COPLAN   | 2350                            | 3400                            | 653                     | 379,53                              |
| <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                     | Sapindaceae      | CUPVER   | 3500                            | 3400                            | 653                     | 186,51                              |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong  | Fabaceae         | ENTCON   | 3000                            | 3400                            | 653                     | 217,6                               |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | Bignoniaceae     | HANHEP   | 40000                           | 8652                            | 1670                    | 41,74                               |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | Euphorbiaceae    | MABFIS   | 11443                           | 3400                            | 653                     | 68                                  |
| <i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.                     | Fabaceae         | MYRPER   | 1800                            | 3400                            | 653                     | 362,67                              |
| <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                 | Fabaceae         | POEPAR   | 5874                            | 3400                            | 653                     | 233,14                              |
| <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                   | Fabaceae         | PTEVIO   | 2571                            | 3400                            | 653                     | 253,91                              |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                         | Fabaceae         | PTENIT   | 5250                            | 3400                            | 653                     | 124,34                              |
| <b>Total</b>   |                  | 10       | 75941                           | 39252                           | 7545                    | 1982                                |
| <b>Grandes (G)</b>                                   |                  |          |                                 |                                 |                         |                                     |
| <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth. | Fabaceae         | CENROB   | 98                              | 3400                            | 653                     | 6663,27                             |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                         | Fabaceae         | HYMCOU   | 325                             | 3400                            | 653                     | 2008,62                             |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel                     | Fabaceae         | PLAELE   | 885                             | 3400                            | 653                     | 737,63                              |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.       | Arecaceae        | SYAROM   | 455                             | 3400                            | 653                     | 29,01                               |
| <b>Total</b>   |                  | 4        | 23808                           | 13600                           | 2611                    | 9439                                |
| <b>Total geral</b>                                   |                  | 38       | 2857595                         | 250000                          | 48192                   | 12578                               |

Na sequência foi preparada a mistura de sementes que corresponderam a 24 espécies PP e P e 14 espécies M e G. As categorias de sementes PP e P foram misturadas e acondicionadas em embalagens em comum, assim como as sementes das categorias M e G, que foram colocadas em outras embalagens. Esta separação por tamanho visou agrupar sementes com tamanhos semelhantes, para uma melhor homogeneização e posterior distribuição manual em campo.

### 3.2.1 Tratamento das sementes pré-plantio

Antes da semeadura as sementes foram submetidas a diferentes tratamentos de manejo, remoção de dormência e osmocondicionamento, conforme a espécie (Tabela 2). No caso de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Pterogyne nitens* Tul., *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. ex Benth., *Myroxylon peruiferum* L.f. , *Platypodium elegans* Vogel e *Pterocarpus violaceus* Vogel foram utilizados os próprios frutos, em função da dificuldade ou inviabilidade de retirada das sementes do seu interior, sendo que para todos os frutos tipo sâmara, as alas foram removidas (CARVALHO, 2003; SOUZA JUNIOR; BRANCALION, 2016; REGNIER, 2019). Apesar de se ter feito o uso dos frutos, os propágulos foram denominados como “sementes” no decorrer do trabalho. Todas estas espécies, em geral, possuem uma semente por fruto.

Com o objetivo de avaliar o efeito da remoção da dormência na semeadura em campo, foram testadas sementes com e sem tratamento de remoção de dormência. Considerou-se remoção da dormência, tanto os tratamentos visando superar barreiras físicas, químicas, morfológicas e/ou fisiológicas, como ações visando homogeneizar e/ou acelerar a emergência de sementes, como a hidratação, sendo em ambos os casos denominadas como “sementes dormentes” (Tabela 2; Anexo B). O termo remoção da dormência (tradução livre) foi adotado, uma vez que “release dormancy” tem sido utilizado em artigos científicos atuais relacionados ao tema (OREJA; BATLLA; FUENTE, 2019; BERA et al., 2020; RENZI et al., 2020; STEIN; SERBAN; MCCORD, 2021) e sendo assim optou-se por seu uso. Considerou-se ser também este conceito mais apropriado ao se referir aos diferentes métodos de remoção da dormência aqui utilizados, principalmente quando se trata da hidratação. A seleção das espécies a serem submetidas à remoção da dormência se baseou na existência de metodologia

preconizada pela literatura consultada (LORENZI, 1998; CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; VIEIRA *et al.*, 2008; LIMA *et al.*, 2008; MORI; PIÑA-RODRIGUES; FREITAS, 2012; BRASIL, 2013).

Nos tratamentos empregando-se regulador de crescimento vegetal foi utilizado produto comercial (Stimulate®) com a seguinte composição química: 0,05 g/L de ácido 4-indol-3-ibutírico, 0,05g/L de ácido giberélico e 0,09 g/L de cinetina. Para cada quilograma de sementes foram utilizados 100 mL de calda, correspondendo à 20 mL do regulador de crescimento vegetal e 80 mL de água. A solução do produto foi adicionada em cada embalagem contendo as sementes, no dia da semeadura, calculando-se as proporções em função do peso. Na sequência as sementes já foram encaminhadas para realização da semeadura.

Nos tratamentos em que se adotou a técnica do osmocondicionamento, utilizou-se polietilenoglicol (PEG) - 0,5 MPa, com a embebição das sementes por 24h a 25°C. Nesta etapa, as sementes ficaram entre um par de folhas de papel filtro 80 g/m<sup>2</sup> acomodados na base das embalagens (caixas e bandejas plásticas). Visando manter um ambiente mais homogêneo, um par de folhas de papel também foi colocado na parte interna da tampa dos recipientes. Os papéis foram umedecidos com PEG 6000 (-0,5MPa), na proporção de 12 mL para cada 15 cm de diâmetro do papel (FANTI; PEREZ, 2004). Para melhor manter as condições aplicadas, utilizou-se plástico filme entre as sementes e o papel da tampa. Após este período as sementes ficaram sob água corrente durante 10 minutos para remoção do produto, foram secas com papel toalha para remoção do excesso de umidade e então acomodadas entre 2 pares de folhas de papel filtro seco, por 72h em germinador a 25° C. Desta forma, as sementes estavam prontas para a semeadura em campo e foram armazenadas por um período máximo de quinze dias em câmara a 5°C, em embalagens de papel Kraft, as quais foram colocadas em sacos plásticos.

Tabela 2 - Tratamentos aplicados para cada espécie, considerando sementes não dormentes (ND) e sementes dormentes (D). T1A = Regulador de crescimento (ND); T1B = Regulador de crescimento + Remoção da dormência (D); T2A = Osmocondicionamento (ND), T2B = Osmocondicionamento + Remoção da dormência (D); T3A = Testemunha (ND); T3B = Testemunha + Remoção da dormência (D); T4A = Regulador de crescimento + Osmocondicionamento (ND); T4B = Regulador de crescimento + Osmocondicionamento (D); T4C = Regulador de crescimento sem Remoção da dormência (D).

| ESPÉCIES   | TRATAMENTOS |     |     |     |     |     |     |     |     | Nº de Tratamentos |
|--|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|
|  | T1A         | T1B | T2A | T2B | T3A | T3B | T4A | T4B | T4C |                   |
| <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart  |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.                        |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.         |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Bixa orellana</i> L.                              | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.                 | x           |     | x   |     | x   |     | x   |     |     | 4                 |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                        | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna           |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth. | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                 | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                  |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Croton floribundus</i> Spreng.                    |             | x   |     | x   |     | x   |     | x   |     | 4                 |
| <i>Croton urucurana</i> Baill.                       |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                     | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong  |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.        | x           |     | x   |     | x   |     | x   |     |     | 4                 |
| <i>Genipa americana</i> L.                           |             | x   |     | x   |     | x   |     | x   |     | 4                 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                        |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                         |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                  | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | x           |     |     |     | x   |     |     |     |     | 2                 |
| <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.        |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze               |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |
| <i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.                     |             | x   |     |     |     | x   |     |     | x   | 3                 |



| ESPÉCIES   | TRATAMENTOS |           |          |          |           |           |          |          |           | N° de Tratamentos |
|--|-------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-------------------|
|  | T1A         | T1B       | T2A      | T2B      | T3A       | T3B       | T4A      | T4B      | T4C       |                   |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. |             | x         |          |          |           | x         |          |          | x         | 3                 |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.              |             | x         |          |          |           | x         |          |          | x         | 3                 |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.       | x           |           |          |          | x         |           |          |          |           | 2                 |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel                       | x           |           |          |          | x         |           |          |          |           | 2                 |
| <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                   | x           |           |          |          | x         |           |          |          |           | 2                 |
| <i>Psidium myrtoides</i> O.Berg                        | x           |           |          |          | x         |           |          |          |           | 2                 |
| <i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.                      | x           |           |          |          | x         |           |          |          |           | 2                 |
| <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                     | x           |           |          |          | x         |           |          |          |           | 2                 |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                           |             | x         |          |          |           | x         |          |          | x         | 3                 |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.                  | x           |           |          |          | x         | x         |          |          |           | 2                 |
| <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose       |             | x         |          |          |           | x         |          |          | x         | 3                 |
| <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby     |             | x         |          |          |           | x         |          |          | x         | 3                 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.         |             | x         |          |          |           | x         |          |          | x         | 3                 |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.            | x           |           | x        |          | x         |           | x        |          |           | 4                 |
| <b>N° TOTAL</b>  | <b>18</b>   | <b>20</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>18</b> | <b>20</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>18</b> | <b>9</b>          |

### 3.3 PREPARO, SEMEADURA E MANUTENÇÃO DA ÁREA

O preparo da área foi iniciado em julho de 2017 com limpeza manual para remoção da *B. dracunculifolia* DC. A dessecação da invasora *U. decumbens* (Stapf) R.D. Webster foi realizada em área total em outubro de 2017 com Roundup® (2,5 L/ha; calda de 300 L/ha) associado ao herbicida Flumyzim® (50g/ha e óleo mineral a 0,5%). Neste período houve a aplicação de calcário dolomítico de potencial relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, na proporção de 2 ton.ha<sup>-1</sup>. No dia anterior à semeadura, a área foi subsolada a 60 cm de profundidade nas linhas de semeadura, seguida da aplicação de adubo (400 Kg.ha<sup>-1</sup>) à base de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK 08-28-36) de acordo com análise de solo da área. O protocolo de manejo da área na pré e pós semeadura (Apêndice A) foi estabelecido por Piotrowski *et al.* (2020).

A semeadura foi realizada em renques formados por conjuntos de três linhas com distância de 1,5m entre si, com espaçamento de 3m entre renques. A área de 1.920m<sup>2</sup> foi dividida em cinco blocos de 24x16m (384m<sup>2</sup>) cada, nos quais foram distribuídos, aleatoriamente, os tratamentos (Figura 1). Cada tratamento foi formado por dois renques, totalizando seis linhas (Figura 2).

Figura 1 – Esquema da disposição dos cinco blocos e tratamentos na área total do experimento instalado em Sorocaba-SP, Brasil.

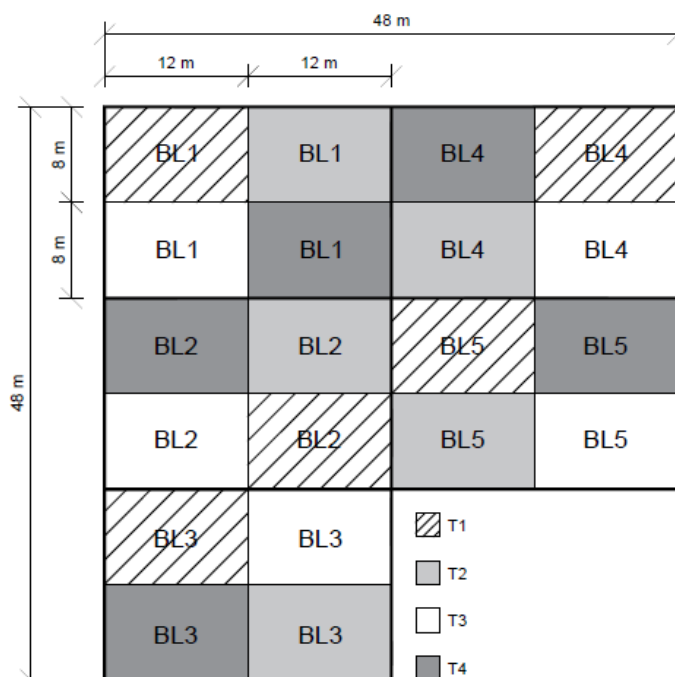
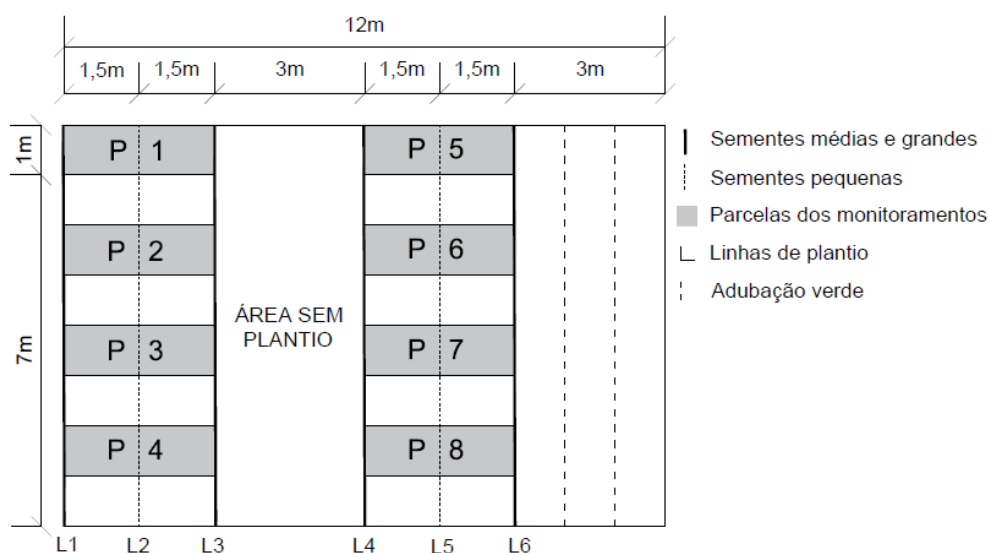


Figura 2 - Detalhe do delineamento da semeadura de um tratamento com dois renques, seis linhas e oito parcelas de monitoramento.



Como adubação verde utilizou-se *Canavalia ensiformis* D.C. (feijão-de-porco) e *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (feijão guandu) entre os tratamentos (3 sementes/metro linear/espécie), bem como nas linhas 1, 3, 4 e 6 (1 semente/metro linear/espécie) (Figura 2). O uso de adubo verde pode reduzir a competição das espécies florestais semeadas

com as gramíneas invasoras, uma vez que o sombreamento provocado pelas plantas adubadoras minimiza o desenvolvimento de plantas daninhas (CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; GUERIN *et al.*, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2019). Ressalta-se porém, que isto não foi avaliado no trabalho.

### 3.3.1 Semeadura direta

A semeadura foi realizada com a distribuição manual das sementes em oito de dezembro de 2017, na densidade de 250.000 sementes.ha<sup>-1</sup>. Para tanto, foram utilizadas 8.652 sementes.ha<sup>-1</sup> para as categorias PP e P e 3.400 sementes.ha<sup>-1</sup> para as categorias M e G, equivalendo, respectivamente a 1.661 e 652 sementes em 1.920 m<sup>2</sup>. As exceções foram *C. fissilis* e *P. myrtoides*, categoria pequena, em que foram semeadas 3.400 sementes e *H. heptaphyllus*, categoria média, que foram semeadas 8.652 sementes. Neste caso, por se tratar de sementes palhentas, optou-se em semeá-las em quantidade similar à categoria pequena. Houve necessidade de reduzir o número de sementes.ha<sup>-1</sup> em função da disponibilidade destas sementes (Tabela 1). Nas linhas 1, 3, 4 e 6 houve a semeadura das sementes M e G, sendo que nas linhas 2 e 5 foram semeadas as PP e P (Figura 1).

### 3.3.2 Manutenção

Após a semeadura foi aplicado em área total o herbicida pré-emergente Flumyzim® (500 g.kg<sup>-1</sup>) na dosagem de 250g.ha<sup>-1</sup> com volume de calda de 200 litros.ha<sup>-1</sup> (Apêndice A). Nas manutenções realizadas aos 30, 120 e 300 dias após a semeadura utilizou-se na área total o herbicida pós-emergente Verdict® (124,7 g.L<sup>-1</sup>) na dosagem de 0,5 litro.ha<sup>-1</sup>, associado a 0,5% de óleo mineral, com volume de calda de 200 litros.ha<sup>-1</sup>. Aos 30 dias, também ocorreu a aplicação de 0,2L/ha de inseticida da classe dos piretróides (Karate®). Aos 120 dias após o plantio aplicou-se Roundup® (2,6L/ha) em locais mais críticos (presença de gramíneas invasoras). Após 180 dias de instalação do experimento houve adubação (400 Kg.ha<sup>-1</sup>) de cobertura (NPK 20-00-20).

### 3.4 GERMINAÇÃO, GERMINABILIDADE E SOBREVIVÊNCIA

#### 3.4.1 Etapa de laboratório

As amostras de cada lote foram empregadas para a realização de testes de germinação, teor de água, peso de mil sementes (PMS) e número de sementes.Kg<sup>-1</sup> (NS.Kg<sup>-1</sup>), visando caracterizar os lotes, o que foi realizado entre 06/11/2017 e 24/01/2018. O peso de mil sementes e número de sementes.Kg<sup>-1</sup> foram obtidos seguindo metodologia adaptada de Brasil (2009). Para o peso de mil sementes pesou-se 10 amostras de 100 sementes cada. As exceções foram para *S. romanzoffiana*, com 20 sementes por amostra e *E. contortisiliquum* e *H. heptaphyllus* respectivamente com 7 e 8 repetições. A média das amostras multiplicada por 10 fornece o peso de mil sementes e a partir deste valor se realiza o cálculo do número de sementes.Kg<sup>-1</sup>.

Para a análise do teor de água das sementes foi utilizado o método a 105°C (BRASIL, 2009) com o uso de duas amostras de 25 sementes cada ou pesagem de duas a quatro gramas para sementes PP. Os testes de germinação foram realizados com quatro repetições de 25 unidades. Como recipiente utilizou-se placas de petri, caixas do tipo Gerbox® e embalagens aluminizadas descartáveis, a depender do tamanho das sementes. Sementes maiores foram mantidas inteiras.

Para todas as espécies cujas sementes apresentavam recomendação de remoção da dormência, tal procedimento foi realizado tanto para os testes em laboratório quanto para o experimento em campo, excetuando-se T4, em que não foi realizada a remoção da dormência nas sementes (Tabela 2). Para *C. robustum* não foram realizados os procedimentos em laboratório, em função da indisponibilidade de sementes. As temperaturas, substratos e métodos de remoção da dormência (Anexo B) tiveram como base Brasil (2013) e Mori; Piña-Rodrigues e Freitas (2012).

O teste de germinação em laboratório foi realizado em condições controladas de luz (fotoperíodo de 12 h) e temperatura, sendo considerada semente germinada, a protrusão da radícula a partir de 2mm de comprimento (critério botânico). As observações foram feitas pelo menos uma vez por semana e encerradas, após ocorrência de germinação, quando não houve mais protrusão da radícula por no mínimo duas

semanas consecutivas. Os testes foram acompanhados conforme dias após instalação indicados em Brasil (2013).

Os conceitos adotados foram embasados em Santana e Ranal (2004) e considerou-se *germinação* (G) como o potencial de germinar das sementes quando submetidas às condições favoráveis e controladas de laboratório (Equação 1). O vigor das sementes em laboratório foi calculado empregando-se o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), o Tempo Médio de Germinação (TMG) e o Índice de Sincronização de Germinação ( $\bar{E}$ ) de acordo com Santana e Ranal (2004). Para os cálculos de G e IVG de cada espécie, valores nulos encontrados nas repetições foram considerados nas médias. No entanto, para TMG e  $\bar{E}$ , os valores iguais a zero foram desconsiderados, uma vez que quanto menores os valores destas variáveis, melhor o vigor do lote e os valores nulos não fazem sentido na obtenção destas variáveis.

Equação 1: Determinação do potencial de germinação – G (%) de sementes em condições controladas de luz e temperatura, de ensaios realizados em laboratório para espécies empregadas na semeadura direta.

$$G (\%) = (ER/Nt) * 100, \text{ onde } G \text{ é a porcentagem de germinação, } ER \text{ é o número total de sementes emitindo radícula, } Nt \text{ é o número total de sementes semeadas.}$$

#### 3.4.2 Etapa de campo

Para o monitoramento e avaliação do ensaio foram instaladas parcelas de 3x1m com distância de um metro entre elas. Em cada tratamento foram demarcadas oito parcelas, sendo as parcelas 1 a 4 constituídas pelas linhas 1, 2 e 3 (L1, L2 e L3) e as parcelas 5 a 8, pelas linhas 4, 5 e 6 (L4, L5 e L6) (Figura 2). As avaliações foram realizadas nas linhas de cada parcela e cada plântula (altura  $\leq 10$  cm) ou muda (altura  $> 10$  cm) foi numerada, identificada e acompanhada ao longo do estudo. O monitoramento foi realizado mensalmente até os 360 dias após a semeadura (exceto aos 300 dias) e, posteriormente aos 420, 510, 630 e 720 dias. Nos monitoramentos foram anotados o número de plantas emergidas, bem como a sua presença em cada período de avaliação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com oito parcelas por tratamento e cinco blocos. Cada bloco correspondeu a 384 m<sup>2</sup> (24 m x 16 m). A área de parcelas foi equivalente a 24 m<sup>2</sup>/tratamento e 120 m<sup>2</sup> no total. A amostragem efetiva foi de 16 m lineares/tratamento (0,0032 ha) para sementes M e G e

de 8 m lineares/tratamento (0,0016 ha) para sementes P e PP, considerando que 5000 metros lineares equivalem a 1 ha.

Os seguintes conceitos foram aplicados: (a) *germinabilidade* (Gd%) adaptado de Ranal *et al.* (2009), que representou o vigor das sementes em campo e foi expresso pela relação percentual entre o número de sementes emergidas em campo e o número de sementes semeadas, (b) *emergência* (E) como o número máximo absoluto de plantas que se estabeleceram em campo por espécie, independente do número de sementes semeadas (c) *sobrevivência* (S%) que representa a capacidade das espécies em persistir na área ao longo da trajetória da semeadura direta, estimada pelo número de plantas que sobreviveram aos 720 dias em relação ao número máximo de sementes que emergiram e (d) *probabilidade de sucesso* (PbS)- determinada para cada espécie baseada em Ceccon; Gonzáles; Martorell (2016) e representou a probabilidade de sucesso de 0 (baixa) a 1 (alta) que a semente germinada de uma espécie teve de sobreviver até os 720 dias. Nos experimentos em campo, com condições não controladas, as variáveis de germinabilidade (Gd), emergência (E), sobrevivência (S) e probabilidade de sucesso (PbS) foram calculadas por parcela de cada tratamento de cada espécie e agrupadas em cinco blocos, que representaram as repetições do ensaio (Equação 2).

Equação 2: Conjunto de fórmulas aplicadas para o cálculo da germinabilidade- Gd (%), emergência – E (n°), sobrevivência – S (%) e probabilidade de sucesso (PbS) de cada espécie nos experimentos de semeadura direta em campo.

$E_n$ , onde E = número absoluto de sementes que emergiram e produziram plântulas e n = número de dias após a semeadura; quando E for representado sem n, indica o número máximo absoluto de sementes que emergiram e produziram plantas da espécie (pico de emergência acumulada); a mesma lógica foi utilizada para Gd. Tanto E quanto Gd variam conforme a espécie;

$Gd (\%) = E/NTS * 100$  onde, Gd = germinabilidade, E = número máximo absoluto acumulado de sementes que emergiram e produziram plântulas num intervalo dos 30 aos 720 dias (pico de emergência acumulada) e NTS = número do total de sementes semeadas em campo de cada espécie e tratamento analisado;

$S (\%) = (N_{S720}/E) * 100$  onde, S = sobrevivência;  $N_{S720}$  = número de plantas sobreviventes aos 720 dias, E = número máximo absoluto de sementes que emergiram e produziram plântulas num intervalo entre 30 e 720 dias (pico de emergência acumulada);

$PbS = (E/NTS) * (S/100)$  onde, E corresponde ao pico de emergência acumulada, NTS é o número total de sementes semeadas em campo de cada espécie por bloco e S é a sobrevivência.

### 3.5 ANÁLISE DE DADOS

Para o número de sementes.Kg<sup>-1</sup> foi realizada comparação entre os dados obtidos nas análises dos lotes das sementes utilizadas neste experimento com os dados de bibliografia (Tabela 3), a partir dos quais foram elaborados os cálculos para aquisição externa de sementes de cada espécie a ser utilizada em campo. Utilizou-se o teste de Mann-Whitney, após constatação da ausência de normalidade dos dados, para cada espécie, visando avaliar o quanto eficiente foram os resultados obtidos com base na literatura. Para o cálculo da diferença relativa entre os números de sementes.Kg<sup>-1</sup>, foi considerado como 100% o maior valor encontrado (lote ou bibliografia).

Para as variáveis obtidas em laboratório, realizou-se a correlação entre a germinação e o IVG, TMG e  $\bar{E}$ , por meio de regressão polinomial de 2ª ordem, pois foi a que apresentou um modelo mais ajustado entre as variáveis. Cada ponto na curva é a



representação de uma espécie. As espécies que tiveram germinação nula não fizeram parte dos cálculos. O mesmo procedimento foi realizado ao avaliar a correlação entre Gd e E, tanto para sementes não dormentes quanto dormentes, com e sem uso de regulador de crescimento.

Para análise geral do efeito do uso de regulador de crescimento nas sementes não dormentes foi executado o teste de Mann-Whitney em cada período de avaliação (de 30 a 720 dias após emergência) para comparar a emergência de plantas com e sem regulador.

Para a emergência e germinabilidade das sementes foi realizado teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos dados ou resíduos e teste de Levene para avaliação da homogeneidade das variâncias. Após o atendimento destes pressupostos, os dados das sementes sem dormência foram submetidos ao teste t. No caso de não atendimento aos pressupostos de normalidade, foi realizado o teste de Mann-Whitney. Os dados das sementes dormentes foram avaliados via ANOVA e neste caso, para valor de  $p < 0,05$  procedeu-se com teste de comparação de médias (Tukey). As parcelas foram consideradas como as unidades amostrais e os blocos como repetições.

Para sobrevivência e probabilidade de sucesso foi feita análise de Kruskal-Wallis considerando dados como um todo, independente de tratamentos, separando espécies com sementes não dormentes e sementes dormentes. Quando houve diferença entre os tratamentos, procedeu-se o teste de Mann-Whitney para cada espécie não dormente (2 tratamentos) e Kruskal-Wallis para cada espécie dormente (3 tratamentos).

Para caracterizar e facilitar a comparação do tipo de resposta das espécies aos diferentes tratamentos aplicados foi elaborada uma escala de sensibilidade ( $SENS = Gd_{trat}/Gd_{test}$ ) com base na relação entre a germinabilidade ( $Gd_{trat}\%$ ) obtida no tratamento em relação à testemunha ( $Gd_{test}$ ), considerando-se os seguintes critérios: (a) a espécie foi estimulada pelo tratamento ( $SENS > 1,0$ ), (b) a espécie foi indiferente ao tratamento ( $0,5 \leq SENS \leq 1,0$ ), (c) a espécie foi sensível ao tratamento ( $0,25 \leq SENS < 0,5$ ) e (d) a espécie foi altamente sensível ao tratamento ( $0 \leq SENS < 0,25$ ).

O efeito de cada tratamento sobre a diversidade foi calculado pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), equitabilidade de Pileou (J) e dominância de Simpson (D) (MAGURRAN, 2013) aos 30, 180, 360 e 720 dias após a semeadura, utilizando-se o Programa R.

## 4 RESULTADOS

Com base na literatura consultada, foram pré-selecionadas de 262 espécies, sendo posteriormente reduzidas a 108 espécies com base nos critérios estabelecidos. No entanto, o mercado de comercialização de sementes florestais nativas não comportou a aquisição desta diversidade no período que antecedeu a semeadura direta, nos meses de outubro a dezembro, época em que ocorrem as chuvas, sendo possível obter-se 38 espécies disponíveis para a semeadura direta. Importante ainda considerar que, das 38 espécies adquiridas, somente 23 espécies tiveram emergência em campo, o que provocou mais um filtro no número de espécies testadas, além de indicar que os lotes de sementes não apresentavam o vigor necessário.

### 4.1 QUALIDADE INICIAL DAS SEMENTES

Das espécies que tiveram seus lotes analisados em laboratório (n=37), apenas 16% (n= 6) não diferiram do número de sementes.Kg<sup>-1</sup> utilizado pela bibliografia (Tabela 3). Enquanto algumas sementes tiveram uma variação excedente em relação à literatura (n=22), outras espécies variaram com déficit (n=15). O resultado como um todo indica que o número de sementes.Kg<sup>-1</sup> dos lotes semeados, com base nos dados de PMS obtidos no laboratório, correspondeu a 2.998.945, ao passo que, pelos dados de PMS obtidos na bibliografia, a estimativa foi de 2.651.820, o que corresponde a uma diferença de 11,6%. Isto reforça a grande variação existente entre lotes de sementes de espécies florestais nativas, em função da procedência, tamanho das sementes e teor de umidade, que se reflete diretamente na quantidade de sementes a ser adquirida dos fornecedores, e indica uma tendência de se adquirir mais sementes do que o necessário. Visando minimizar tais variações, o uso do procedimento das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2008), considerando o aumento de amostras para resultados de PMS com coeficiente de variação superior a 4%, pode tornar os resultados mais assertivos.

Tabela 3 - Resultados de peso de mil sementes (PMS) obtido em laboratório, com seus respectivos desvio-padrão e coeficiente de variação (CV), número de sementes por quilo (N° Sem/Kg) de cada lote (L) e N° Sem/Kg obtidos da bibliografia (B), com suas diferenças absoluta e relativa e valor de p para cada espécie, representada por seu acrônimo formado pelas três primeiras letras do gênero e do epíteto (Tabela 1). Valores de  $p < 0,01$  indicam haver diferença significativa entre o PMS obtido no laboratório e na literatura especializada para os lotes testados seguindo o teste de Mann-Whitney.

| <b>Espécie<br/>(Acrônimo)</b> | <b>PMS<br/>(g)</b> | <b>Desvio<br/>Padrão</b> | <b>CV<br/>(%)</b> | <b>N°<br/>Sem/Kg<br/>Lotes (L)</b> | <b>N° Sem/Kg<br/>Bibliografia<br/>(B)</b> | <b>Diferença<br/>Absoluta<br/>N° Sem/Kg<br/>(L-B)</b> | <b>Diferença<br/>Relativa (%)<br/>N° Sem/Kg<br/>(L-B)</b> | <b>Valor de p</b> |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------------|---|---|---|-------------------|
| ALBNIO                        | 14,802             | 0,061                    | 4,150             | 67558                              | 35500                                     | 32058   | 47  | $p < 0,01$        |
| APETIB                        | 6,810              | 0,105                    | 15,438            | 146843                             | 147000                                    | -157  | 0   | $p = 0,12$        |
| ASTURU                        | 17,313             | 0,042                    | 2,441             | 57760                              | 55500                                     | 2260  | 4   | $p < 0,01$        |
| BIXORE                        | 32,014             | 0,106                    | 3,322             | 31236                              | 31000                                     | 236   | 1   | $p = 0,44$        |
| CECPAC                        | 0,683              | 0,007                    | 10,027            | 1464129                            | 1172222                                   | 291907  | 20  | $p < 0,01$        |
| CEDFIS                        | 27,432             | 0,187                    | 6,812             | 36454                              | 36000                                     | 454   | 1   | $p = 0,44$        |
| CEISPE                        | 94,977             | 0,562                    | 5,919             | 10529                              | 6100                                      | 4429  | 42  | $p < 0,01$        |
| CITMYR                        | 52,644             | 0,215                    | 4,075             | 18996                              | 18000                                     | 996   | 5   | $p < 0,01$        |
| COPLAN                        | 391,551            | 1,337                    | 3,416             | 2554                               | 2350                                      | 204   | 8   | $p < 0,01$        |
| CROFLO                        | 29,340             | 0,000                    | 0,000             | 34075                              | 31150                                     | 2925  | 9   | $p < 0,01$        |
| CROURU                        | 9,469              | 0,038                    | 4,063             | 105608                             | 79000                                     | 26608   | 34  | $p < 0,01$        |
| CUPVER                        | 702,645            | 4,070                    | 5,792             | 1423                               | 3500                                      | -2077   | -59   | $p = 0,21$        |
| ENTCON                        | 640,149            | 2,167                    | 3,385             | 1562                               | 3000                                      | -1438   | -48   | $p < 0,01$        |
| GALINT                        | 46,277             | 0,111                    | 2,403             | 21609                              | 19500                                     | 2109  | 10  | $p < 0,01$        |
| GENAME                        | 35,528             | 0,055                    | 1,549             | 28147                              | 14250                                     | 13897   | 49  | $p < 0,01$        |
| GUAULM                        | 7,746              | 0,119                    | 15,349            | 129099                             | 132000                                    | -2901   | -2  | $p = 0,12$        |
| HANHEP                        | 143,996            | 0,605                    | 4,204             | 6945                               | 40000                                     | -33055  | -83   | $p < 0,01$        |
| HYMCOU                        | 3240,300           | 15,212                   | 4,695             | 309                                | 325                                       | -16   | -5  | $p < 0,01$        |
| JACCUS                        | 27,835             | 0,074                    | 2,644             | 35926                              | 33000                                     | 2926  | 8   | $p < 0,01$        |
| MABFIS                        | 97,986             | 0,550                    | 5,616             | 10206                              | 11443                                     | -1237   | -12   | $p < 0,01$        |
| MACTIN                        | 3,031              | 0,011                    | 3,685             | 329924                             | 357000                                    | -27076  | -8  | $p < 0,01$        |
| MIMBIM                        | 9,706              | 0,134                    | 13,775            | 103029                             | 88500                                     | 14529   | 14  | $p < 0,01$        |
| MYRPER                        | 636,661            | 1,470                    | 2,310             | 1571                               | 1800                                      | -229  | -13   | $p < 0,01$        |
| MYRCOR                        | 19,733             | 0,108                    | 5,494             | 50677                              | 49500                                     | 1177  | 2   | $p = 0,44$        |
| PIPGON                        | 76,193             | 0,228                    | 2,998             | 13125                              | 21500                                     | -8375   | -39   | $p < 0,01$        |

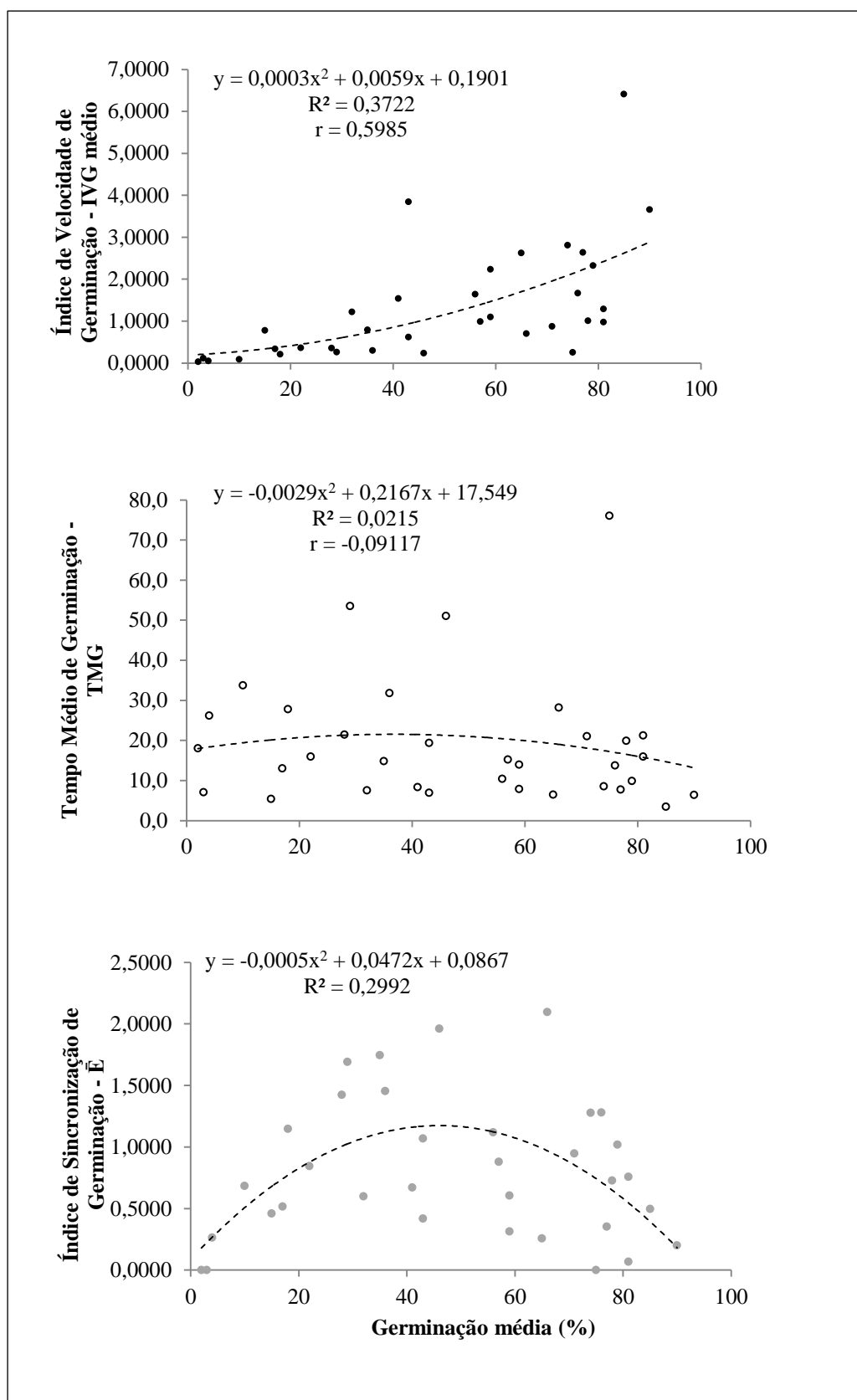
| <b>Espécie<br/>(Acrônimo)</b> | <b>PMS<br/>(g)</b> | <b>Desvio<br/>Padrão</b> | <b>CV<br/>(%)</b> | <b>Nº<br/>Sem/Kg<br/>Lotes (L)</b> | <b>Nº Sem/Kg<br/>Bibliografia<br/>(B)</b> | <b>Diferença<br/>Absoluta<br/>Nº Sem/Kg<br/>(L-B)</b> | <b>Diferença<br/>Relativa (%)<br/>Nº Sem/Kg<br/>(L-B)</b> | <b>Valor de p</b> |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------------|---|---|---|-------------------|
| PLAELE                        | 977,920            | 2,548                    | 2,605             | 1023                               | 885                                       | 138   | 13  | p<0,01            |
| POEPAR                        | 278,603            | 1,259                    | 4,517             | 3589                               | 5874                                      | -2285   | -64   | p<0,01            |
| PSIMYR                        | 55,306             | 0,252                    | 4,547             | 18081                              | 23645                                     | -5564   | -24   | p<0,01            |
| PSIRUF                        | 60,183             | 0,354                    | 5,885             | 16616                              | 12600                                     | 4016  | 24  | p<0,01            |
| PTEVIO                        | 330,621            | 2,042                    | 6,175             | 3025                               | 2571                                      | 454   | 15  | p<0,01            |
| PTENIT                        | 126,201            | 0,280                    | 2,218             | 7924                               | 5250                                      | 2674  | 34  | p<0,01            |
| SCHTER                        | 14,216             | 0,100                    | 7,027             | 70343                              | 40500                                     | 29843   | 42  | p<0,01            |
| SENPOL                        | 92,756             | 0,208                    | 2,241             | 10781                              | 11550                                     | -769  | -7  | p<0,01            |
| SENMUL                        | 12,344             | 0,075                    | 6,064             | 81011                              | 69500                                     | 11511   | 17  | p<0,01            |
| SYAROM                        | 3534,675           | 5,650                    | 7,992             | 283                                | 455                                       | -172  | -38   | p<0,01            |
| TABROS                        | 18,272             | 0,239                    | 13,060            | 54729                              | 69000                                     | -14271  | -21   | p<0,01            |
| <b>TOTAL</b>                  |                    |                          |                   | 2.998.945                          | 2.651.820                                 | 347.125   | 11,6  |                   |

Dos 37 lotes analisados em laboratório, 17 (46%) apresentaram germinação acima de 50% e 10 (27%) tiveram germinação considerada média a baixa ( $50% < G < 10%$ ). Foi constatada a inviabilidade (valores inferiores a 4%) de lotes de sementes de algumas espécies, o que ocorreu com 20% dos lotes da categoria de sementes muito pequenas, em 21% da categoria pequena e em 10% das sementes médias (Tabela 4). Entre as espécies com germinação abaixo de 10% ( $n = 6$ ) estão *C. urucurana*, *C. floribundus*, *M. coriacea*, que tiveram resultados nulos e *S. terebinthifolia*, *P. gonoacantha* e *C. vernalis*, com porcentagem de germinação entre 2 e 4% (Tabela 4). Foi realizada a correlação entre a porcentagem média de germinação e as demais variáveis calculadas em laboratório (Figura 3). Os resultados indicaram baixa correlação entre IVG, TMG e  $\bar{E}$  com a germinação, indicando que a germinação não está relacionada ao vigor das sementes expresso pelas variáveis IVG, TMG e  $\bar{E}$ .

Tabela 4 – Valores médios de Germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) , Tempo Médio de Germinação (TMG) e Índice de Sincronização de Germinação ( $\bar{E}$ ), seguidos do desvio-padrão. Espécies analisadas em laboratório e utilizadas em semeadura direta em campo, representadas pelos seus acrônimos (Tabela 1), em ordem decrescente de porcentagem média de germinação.

| <b>Espécie<br/>(Acrônimo)</b> | <b>Germinação média<br/>(%)</b> | <b>IVG médio</b> | <b>TMG</b> | <b><math>\bar{E}</math></b> |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------|------------|-----------------------------|
| TABROS                        | 90±05,164                       | 3,654±0,106      | 06,4±0,4   | 0,200±0,259                 |
| ASTURU                        | 85±08,869                       | 6,405±0,575      | 01,8±2,1   | 0,496±0,219                 |
| GALINT                        | 81±05,033                       | 1,286±0,117      | 15,9±0,2   | 0,067±0,133                 |
| PSIRUF                        | 81±12,383                       | 0,974±0,155      | 21,2±0,9   | 0,756±0,295                 |
| PELDUB                        | 79±06,831                       | 2,317±0,286      | 09,8±0,7   | 1,018±0,182                 |
| JACCUS                        | 78±19,183                       | 1,000±0,186      | 19,9±2,3   | 0,726±0,350                 |
| SENPOL                        | 77±12,383                       | 2,629±0,424      | 07,7±0,5   | 0,353±0,253                 |
| HANHEP                        | 76±18,762                       | 1,658±0,524      | 13,7±1,4   | 1,280±0,205                 |
| MACTIN                        | 75±06,000                       | 0,247±0,020      | 76,0±0,0   | 0,000±0,000                 |
| CEISPE                        | 74±09,522                       | 2,805±0,357      | 08,5±0,9   | 1,276±0,281                 |
| MYRPER                        | 71±12,383                       | 0,869±0,134      | 21,0±1,3   | 0,947±0,438                 |
| COPLAN                        | 66±08,327                       | 0,696±0,176      | 28,1±3,2   | 2,096±0,150                 |
| CEDFIS                        | 65±08,869                       | 2,619±0,312      | 06,4±0,5   | 0,256±0,296                 |
| GUAULM                        | 59±08,869                       | 2,232±0,397      | 07,8±1,0   | 0,605±0,327                 |
| PLAELE                        | 59±21,756                       | 1,092±0,387      | 13,9±0,8   | 0,313±0,243                 |
| MABFIS                        | 57±08,246                       | 0,986±0,084      | 15,2±1,6   | 0,879±0,339                 |
| BIXORE                        | 56±15,663                       | 1,635±0,466      | 10,3±0,9   | 1,118±0,184                 |
| GENAME                        | 46±18,037                       | 0,230±0,066      | 51,0±5,2   | 1,961±0,172                 |
| CECPAC                        | 43±43,128                       | 0,615±0,637      | 19,3±3,4   | 0,419±0,491                 |
| POEPAR                        | 43±11,489                       | 3,838±1,264      | 06,9±2,2   | 1,069±0,408                 |
| MIMBIM                        | 41±09,452                       | 1,534±0,406      | 08,3±1,2   | 0,670±0,335                 |
| PSIMYR                        | 36±03,266                       | 0,296±0,018      | 31,7±0,8   | 1,453±0,225                 |
| ENTCON                        | 35±08,869                       | 0,787±0,306      | 14,8±1,9   | 1,745±0,186                 |
| SENMUL                        | 32±03,266                       | 1,211±0,154      | 07,5±1,4   | 0,598±0,440                 |
| HYMCOU                        | 29±08,869                       | 0,259±0,103      | 53,5±8,8   | 1,691±0,213                 |
| APETIB                        | 28±09,798                       | 0,353±0,097      | 21,4±4,4   | 1,422±0,393                 |
| PTEVIO                        | 22±05,164                       | 0,355±0,092      | 15,9±0,9   | 0,843±0,187                 |
| CITMYR                        | 18±10,583                       | 0,206±0,173      | 27,8±6,8   | 1,147±0,221                 |
| PTENIT                        | 17±14,000                       | 0,333±0,278      | 13,0±0,0   | 0,516±0,894                 |
| ALBNIO                        | 15±10,520                       | 0,774±0,536      | 05,3±1,7   | 0,459±0,530                 |
| SYAROM                        | 10±05,164                       | 0,085±0,036      | 33,7±3,7   | 0,682±0,461                 |
| CUPVER                        | 04±05,657                       | 0,044±0,059      | 26,1±8,7   | 0,264±0,374                 |
| PIPGON                        | 03±03,830                       | 0,107±0,137      | 07,0±0,0   | 0,00±0,000                  |
| SCHTER                        | 02±02,309                       | 0,029±0,034      | 18,0±4,2   | 0,00±0,000                  |

Figura 3 – Análise de regressão polinomial entre a germinação média (%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação e Índice de Sincronização de Germinação ( $\bar{E}$ ) dos lotes de sementes analisados em laboratório.



## 4.2 ETAPA DE CAMPO

Das 38 espécies semeadas em campo, 23 apresentaram emergência (Tabela 5), o que correspondeu a 60,5% das espécies semeadas. Estas foram representadas por 10 famílias, sendo 52,2% Fabaceae (n=12), 13,0% Bignoniaceae (n=3) e 34,8% representadas pelas famílias Anacardiaceae, Arecaceae, Bixaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Meliaceae, Rubiaceae e Verbenaceae com apenas uma espécie (4,35% do total de espécies por família botânica). A emergência ocorreu em 57,9% das espécies com sementes pequenas (n=19), em 80% com sementes médias (n=10) e em 100% com sementes grandes (n=4). Ressalta-se que não houve emergência das espécies categorizadas como muito pequenas (n=5).

Ao analisar as espécies com e sem dormência e com e sem uso de regulador de crescimento, a densidade foi de 14.417 indivíduos/ha, com a germinabilidade média ( $Gd_{720}$ ) de  $14,5\% \pm 14,8$ , que corresponde a taxa de aproveitamento das sementes, ou seja, das 250.000 sementes.ha<sup>-1</sup> distribuídas na área, 36.250 sementes.ha<sup>-1</sup> tiveram emergência e se estabeleceram após 720 dias da semeadura. As espécies com sementes dormentes (n=12) que emergiram foram as que apresentaram maior densidade de plantas, com 14.833 indivíduos.ha<sup>-1</sup> e germinabilidade média ( $Gd_{720}$ ) de  $13,1 \pm 9,8\%$ , sendo que houve semeadura de 4.830 sementes na área total (1920 m<sup>2</sup>). Destas, oito espécies tiveram alta densidade (>1000 plantas.ha<sup>-1</sup>) e apenas *A. urundeuva* e *C. speciosa* não eram Fabaceae (Tabela 6). Por outro lado, para as não dormentes (n= 11), a densidade foi de 13.792 indivíduos.ha<sup>-1</sup> e a germinabilidade média ( $Gd_{720}$ ) de  $16,0 \pm 16,1\%$ , para 3.320 sementes na área total (1920 m<sup>2</sup>). Foram seis espécies que apresentaram alta densidade (Tabela 6), com maior diversidade de famílias botânicas, sendo duas Bignoniaceae, duas Fabaceae, uma Euphorbiaceae e uma Bixaceae. A densidade geral de 14.417 indivíduos.ha<sup>-1</sup> foi relativamente próxima a ambos os tipos de sementes, dormentes e não dormentes.



Tabela 5 – Lista das espécies com e sem emergência em semeadura direta em campo, categorizadas por tamanho das sementes e ordenadas por família botânica.

|                            | Espécies Emergentes                        |  | Espécies Não Emergentes |  |
|----------------------------|--|--|-------------------------|--|
| Tamanho das sementes       | Família Botânica                           | Nome científico                                      | Família Botânica        | Nome científico  |
| <b>Muito Pequenas (PP)</b> | ---  | ---  | Euphorbiaceae           | <i>Croton urucurana</i> Baill.                         |
|                            | ---  | ---  | Malvaceae               | <i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.                          |
|                            | ---  | ---  | Malvaceae               | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                          |
|                            | ---  | ---  | Moraceae                | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.          |
|                            | ---  | ---  | Urticaceae              | <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.                   |
| <b>Pequenas (P)</b>        | Anacardiaceae                              | <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.        | Anacardiaceae           | <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.                  |
|                            | Bignoniaceae                               | <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                  | Euphorbiaceae           | <i>Croton floribundus</i> Spreng.                      |
|                            | Bignoniaceae                               | <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.          | Fabaceae                | <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart    |
|                            | Bixaceae                                   | <i>Bixa orellana</i> L.                              | Fabaceae                | <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby     |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze               | Myrtaceae               | <i>Psidium myrtoides</i> O.Berg                        |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.            | Myrtaceae               | <i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.                      |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.     | Phytolaccaceae          | <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.          |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose     | Primulaceae             | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. |
|                            | Meliaceae                                  | <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                        | ---                     | ---  |
|                            | Rubiaceae                                  | <i>Genipa americana</i> L.                           | ---                     | ---  |
| Verbenaceae                | <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.       | ---  | ---                     |  |
| <b>Médias (M)</b>          | Bignoniaceae                               | <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | Fabaceae                | <i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.                       |
|                            | Euphorbiaceae                              | <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | Sapindaceae             | <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                       |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                  | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong  | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                 | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                   | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                         | ---                     | ---  |
| Malvaceae                  | <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna | ---  | ---                     |  |
| <b>Grandes (G)</b>         | Arecaceae                                  | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.       | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Centrolobium cf tomentosum</i> Guillem. ex Benth. | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Hymenaea courbaril</i> L.                         | ---                     | ---  |
|                            | Fabaceae                                   | <i>Platypodium elegans</i> Vogel                     | ---                     | ---  |

Tabela 6 – Cenário geral da densidade (nº de indivíduos.ha<sup>-1</sup>) e germinabilidade (%) aos 720 dias após a semeadura em ordem decrescente de densidade, das espécies utilizadas na semeadura direta.

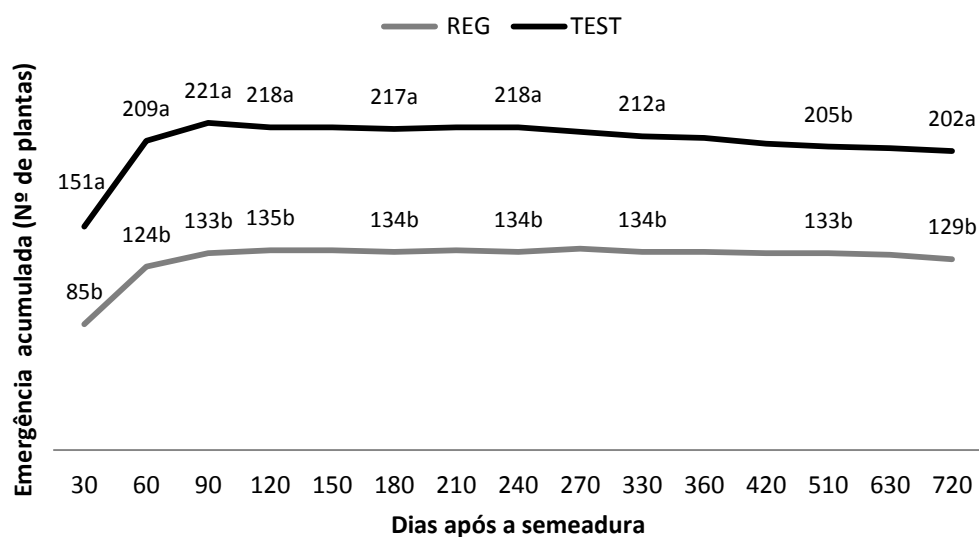
| Espécie  | Densidade<br>(indivíduos.ha <sup>-1</sup> ) | Germinabilidade<br>Gd <sub>720</sub> (%) |
|--|---|--|
| <b>Sementes Não Dormentes</b>                        |   |  |
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                  | 6125  | 11,67                                    |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel                     | 5125  | 51,25                                    |
| <i>Poecilanthus parviflora</i> Benth.                | 3688  | 36,88                                    |
| <i>Bixa orellana</i> L.                              | 3625  | 6,90                                     |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | 3250  | 32,50                                    |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | 3188  | 31,88                                    |
| <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth. | 438   | 4,38                                     |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.     | 125   | 0,24                                     |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.          | 125   | 0,24                                     |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                        | 0   | 0,00                                     |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                 | 0   | 0,00                                     |
| <b>TOTAL</b>   | <b>13792</b>                                | <b>15,99</b>                             |
| <b>Sementes Dormentes</b>                            |   |  |
| <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose     | 14417                                       | 27,46                                    |
| <i>Astronium urundeuva</i> Allemão                   | 4417  | 8,41                                     |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                  | 3000  | 30,00                                    |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                         | 2292  | 22,92                                    |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong  | 1917  | 19,17                                    |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna           | 1875  | 18,75                                    |
| <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                   | 1875  | 18,75                                    |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.            | 1500  | 2,86                                     |
| <i>Genipa americana</i> L.                           | 500   | 0,95                                     |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze               | 417   | 0,79                                     |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                         | 375   | 3,75                                     |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.       | 292   | 2,92                                     |
| <b>TOTAL</b>   | <b>14833</b>                                | <b>13,57</b>                             |
| <b>TOTAL GERAL</b>                                   | <b>14417</b>                                | <b>14,46</b>                             |

#### 4.2.1 Regulador de crescimento em espécies com sementes não dormentes

Em cada período houve diferença significativa entre a testemunha e as sementes com regulador de crescimento ( $p < 0,05$ ), sendo que houve maior emergência na testemunha (Figura 4). O período de emergência das espécies com sementes não dormentes foi até os 90 dias após a semeadura para as sementes sem reguladores (TEST) e até os 150 dias para as sementes que tiveram aplicação de regulador de

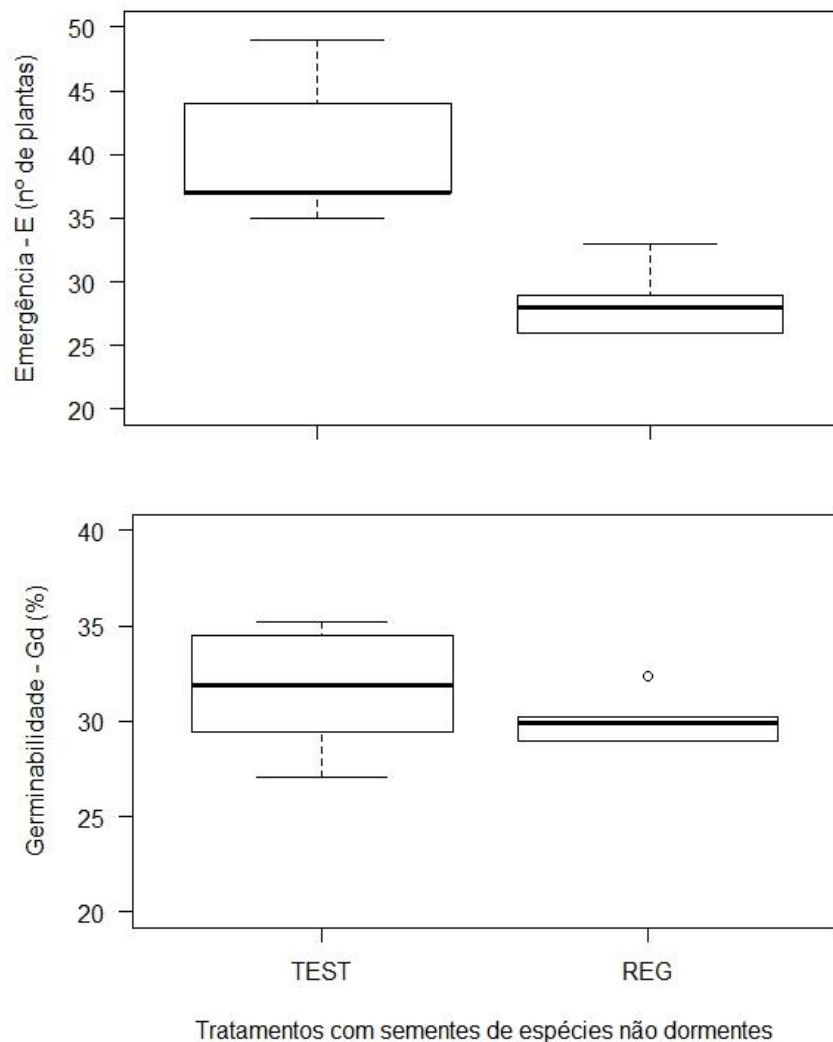
crescimento (REG) (Tabela 5; Figura 4). A partir deste momento houve ligeira redução do número de plantas, com tendência à estabilização, mais evidenciada em REG. As sementes com e sem uso do regulador de crescimento seguiram a mesma tendência no decorrer dos períodos de avaliação, no entanto o uso do regulador retardou e reduziu o número de sementes emergentes em 35,3%, em comparação com a testemunha, 720 dias após a semeadura.

Figura 4 – Emergência acumulada (nº de indivíduos) das espécies (n= 11) com sementes não dormentes, com uso de regulador de crescimento (REG) e sem uso de regulador de crescimento (TEST) na semeadura direta, em condições de campo. Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si em cada período de monitoramento (dias após a semeadura) para os tratamentos estudados ao nível de 5% de probabilidade.



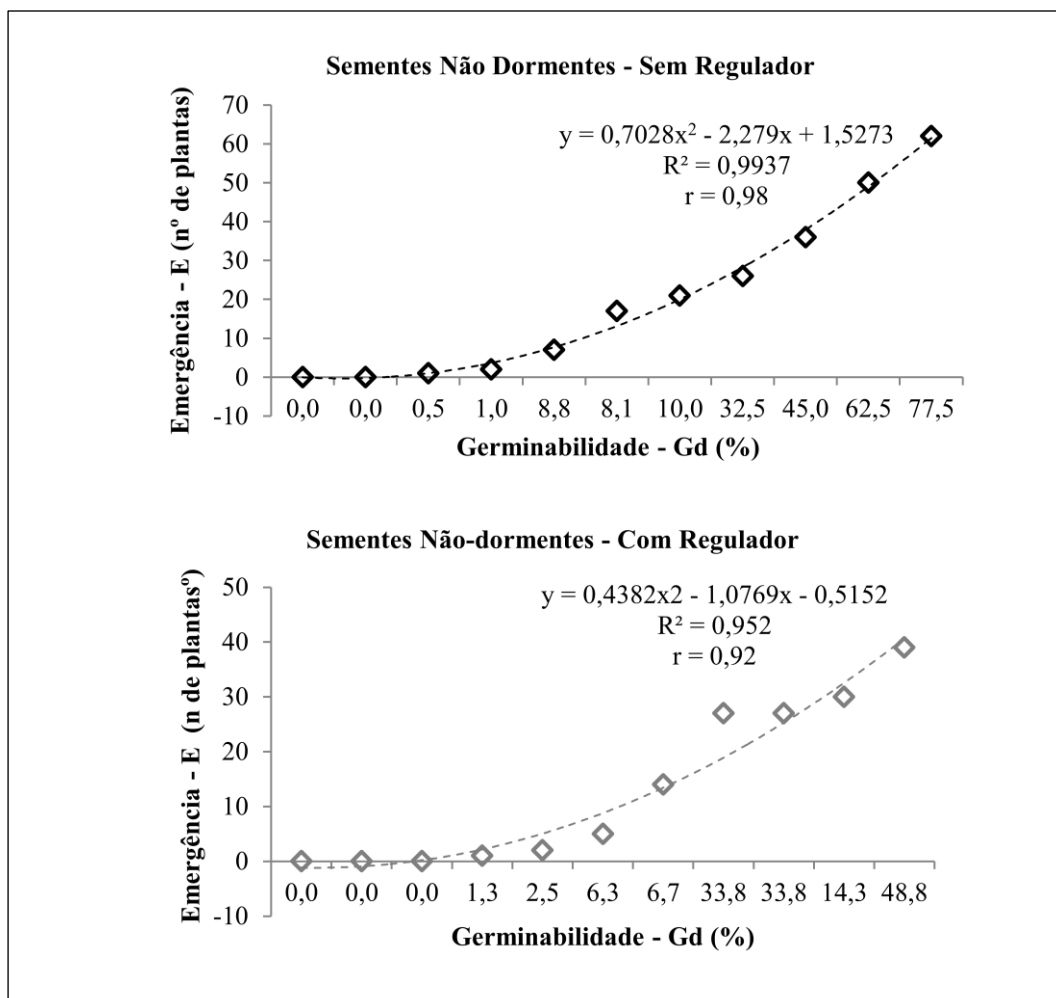
Ao se comparar TEST e REG verificou-se menor variação entre as espécies, tanto para emergência quanto para germinabilidade, no tratamento com uso de regulador, no entanto os resultados foram superiores na testemunha (Figura 5).

Figura 5 – Box-plot da emergência e germinabilidade de espécies com sementes não dormentes sem uso de regulador de crescimento (TEST) e com uso de regulador de crescimento (REG) aos 720 dias de ensaio.



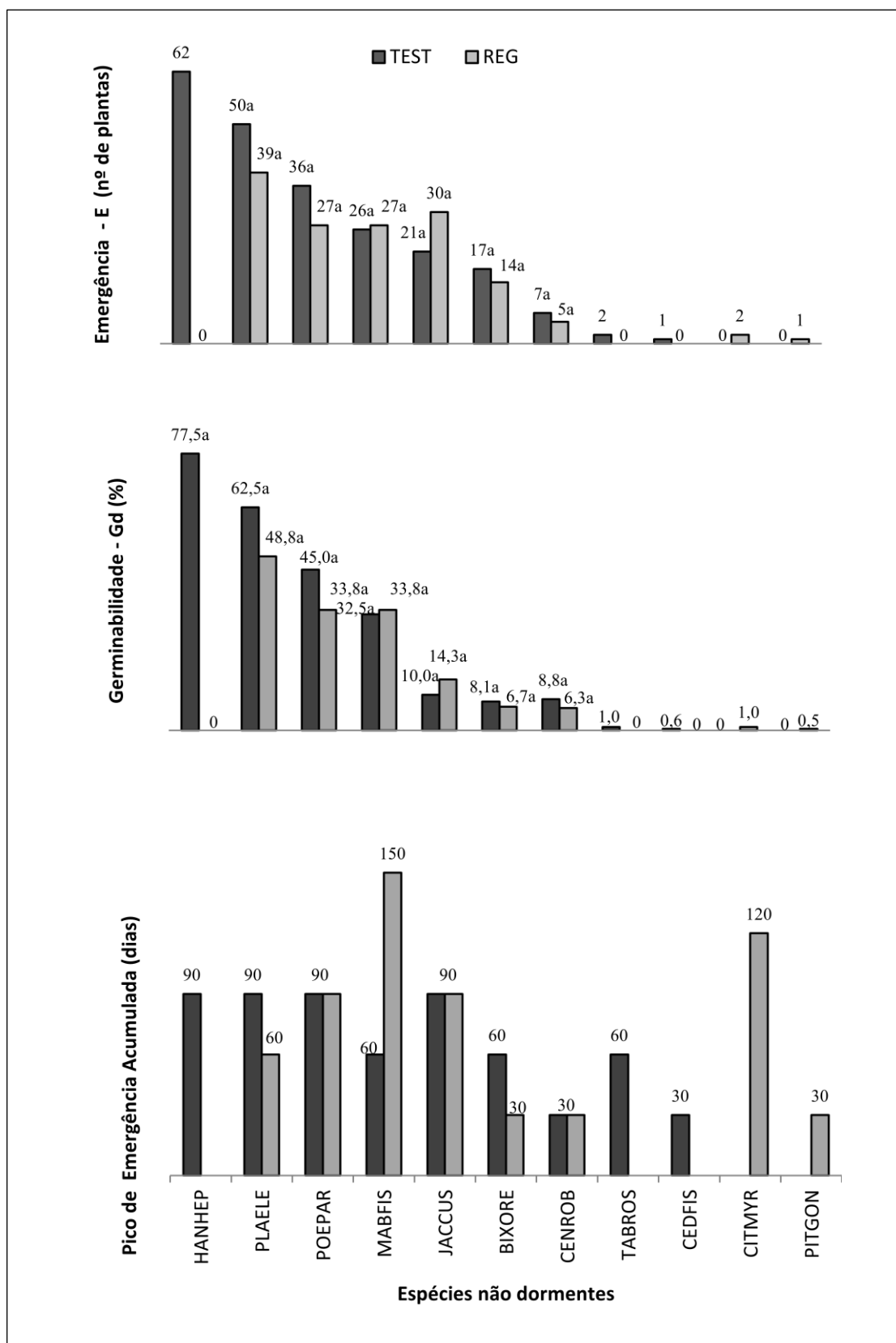
Na maioria das espécies com sementes não-dormentes, o uso do regulador de crescimento não proporcionou aumento significativo na germinabilidade e na emergência. Ambas as variáveis apresentaram alta correlação tanto com ( $r = 0,98$ ) quanto sem ( $r = 0,92$ ) regulador de crescimento, o que já era esperado por se tratar de variáveis colineares (Figura 5).

Figura 6 – Análise de regressão e correlação entre número máximo de plântulas emergidas (Emergência) no intervalo de 30 e 720 dias após a semeadura e porcentagem de sementes semeadas e com emergência (Germinabilidade) de espécies florestais não dormentes, tratadas com e sem regulador de crescimento.



Não houve diferença significativa entre os tratamentos para *B. orellana*, *J. cuspidifolia*, *M. fistulifera*, *P. elegans* e *P. parviflora* tanto para emergência ( $t = -0,57064$ ;  $p = 0,7145$ ) quanto para germinabilidade ( $t = -0,69913$ ;  $p = 0,7561$ ), o que também foi constatado em *C. robustum* para ambas variáveis ( $W = 18,5$ ;  $p = 0,2123$ ). As demais espécies tiveram pelo menos um dos tratamentos com totalidade dos dados nulos (Figura 7), portanto não foi realizada análise estatística nestes casos.

Figura 7 – Emergência (nº de plantas), germinabilidade (%) e período de pico de emergência acumulada (número de dias após a sementeira) de espécies com sementes não dormentes (n= 11), com (REG) e sem regulador (TEST). A lista de espécie e seus acrônimos estão apresentados na Tabela 1. Valores seguidos de mesma letra dentro de cada espécie não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Resultados que não possuem letras não tiveram análise estatística realizada em função de baixa emergência.



O período de maior concentração de emergência das espécies em geral foi até os 90 dias (Figura 7), no entanto ressalta-se que houve variação nesse período entre as espécies e que o uso do regulador de crescimento ora adiantou, ora atrasou a emergência, e em alguns momentos foi indiferente em relação à testemunha. Para bignoniaceae, como constatado em *J. cuspidifolia*, o regulador de crescimento aumentou cerca de 30% o número de plantas (sem diferença significativa) enquanto em *H. heptaphyllus* inibiu a emergência (Figura 7).

Referente à sobrevivência, alguns resultados merecem destaque, como *B. orellana* em que o tratamento com regulador teve menor emergência e menor sobrevivência em comparação com a testemunha, situação oposta ocorreu com *J. cuspidifolia* (Tabela 7; Figura 7). Importante também destacar as espécies que tiveram pouca emergência, no entanto mantiveram-se persistentes no decorrer dos 720 dias após a semeadura, situação de *C. robustum*, *T. roseoalba* e *P. gonoacantha* (Tabela 7; Figura 7). Os resultados indicaram indiferença ao uso de regulador de crescimento para a sobrevivência na maioria das espécies (Tabela 7).

Tabela 7 – Porcentagem de sobrevivência por espécie aos 720 dias após a semeadura de sementes não dormentes com (REG) e sem (TEST) regulador. “----” indica que não houve emergência; “0,0” significa que houve emergência seguida da mortalidade das plantas; entre parênteses consta o número de emergência (E). Valores seguidos de mesma letra dentro de cada espécie não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

| Espécie  | Sobrevivência (%) |            |
|--|-------------------|------------|
|  | TEST              | REG        |
| <i>Bixa orellana</i> L.                              | 100,0a (17)       | 85,7a (14) |
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                  | 100,0a (21)       | 93,3a (30) |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | 96,2a (26)        | 96,3a (27) |
| <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                 | 94,4a (36)        | 92,6a (27) |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel                     | 92,0a (50)        | 92,3a (39) |
| <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth. | 85,7a (7)         | 20,0a (5)  |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | 83,9 (62)         | ---- (0)   |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.          | 50,0 (2)          | ---- (0)   |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                        | 0,0 (1)           | ---- (0)   |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                 | ---- (0)          | 0,0 (2)    |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.     | ---- (0)          | 100,0 (1)  |

Em relação à sensibilidade ao uso de regulador, das 11 espécies, 18% tiveram resposta de estímulo na germinabilidade, enquanto para 36% foi indiferente e para 27% houve alta sensibilidade (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores de escala de sensibilidade de espécies com sementes não dormentes.  $Gd_{trat}$  = germinabilidade com regulador;  $Gd_{test}$  = germinabilidade sem regulador; SENS = sensibilidade. Classificação: estimulada - E ( $SENS > 1,0$ ); indiferente - I ( $1 \geq SENS \geq 0,5$ ); sensível - S ( $0,5 > SENS \geq 0,25$ ) e altamente sensível - AS ( $0,25 > SENS \geq 0$ ).

| Espécie  | Gd trat | Gd test | Gd trat/Gd test | SENS |
|--|---------|---------|-----------------|------|
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                  | 14,29   | 10,00   | 1,43            | E    |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | 33,75   | 32,50   | 1,04            | E    |
| <i>Bixa orellana</i> L.                              | 6,67    | 8,10    | 0,82            | I    |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel                     | 48,75   | 62,50   | 0,78            | I    |
| <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                 | 33,75   | 45,00   | 0,75            | I    |
| <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth. | 6,25    | 8,75    | 0,71            | I    |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                        | 0,00    | 0,63    | 0,00            | AS   |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | 0,00    | 77,50   | 0,00            | AS   |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.          | 0,00    | 0,95    | 0,00            | AS   |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                 | 0,95    | 0,00    |                 |      |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.     | 0,48    | 0,00    |                 |      |

A diversidade, representada pelo Índice de Shannon ( $H'$ ), na testemunha variou apenas 0,95% entre os 30 e 720 dias, enquanto com o uso de regulador de crescimento houve tendência à redução ao longo do experimento, com diferença de 9,31% (Tabela 9). O mesmo comportamento foi observado quanto à distribuição de indivíduos por



espécie, conforme Índice de Pielou (J) (Tabela 9). Constatou-se alta dominância de espécies, representadas pelo Índice de Simpson (D), tanto aos 30 quanto aos 720 dias após a semeadura sem uso de regulador de crescimento, porém com a aplicação do regulador, houve tendência à ligeira redução da dominância de algumas espécies (Tabela 9).

Tabela 9 – Índices de diversidade ( $H'$ ), equitabilidade (J) e dominância (D) aos 30, 180, 360 e 720 dias após a semeadura para sementes com (REG) e sem (TEST) regulador de crescimento.

| Índices            | Shannon ( $H'$ ) |        | Pielou (J) |        | Simpson (D) |        |
|--------------------|------------------|--------|------------|--------|-------------|--------|
|                    | TEST             | REG    | TEST       | REG    | TEST        | REG    |
| Dias pós-semeadura |                  |        |            |        |             |        |
| 30                 | 1,8345           | 1,7916 | 0,7383     | 0,7210 | 0,8193      | 0,8143 |
| 180                | 1,8226           | 1,6418 | 0,7335     | 0,6607 | 0,8124      | 0,7899 |
| 360                | 1,8210           | 1,6421 | 0,7330     | 0,6608 | 0,8142      | 0,7900 |
| 720                | 1,8171           | 1,6248 | 0,7313     | 0,6538 | 0,8152      | 0,7888 |

Das quatro espécies que indicaram maior probabilidade de sucesso, há duas Fabaceae, uma Euphorbiaceae e uma Bignoniaceae, sendo que apenas *Handroanthus heptaphylla* teve resultado discrepante ao se comparar a presença e ausência de regulador nas sementes (Tabela 10). Com exceção de *M. fistulifera*, *J. cuspidifolia* e *P. gonoacantha*, as demais espécies indicaram maior probabilidade de sucesso sem uso de regulador, no entanto sem diferença estatística (Tabela 10).

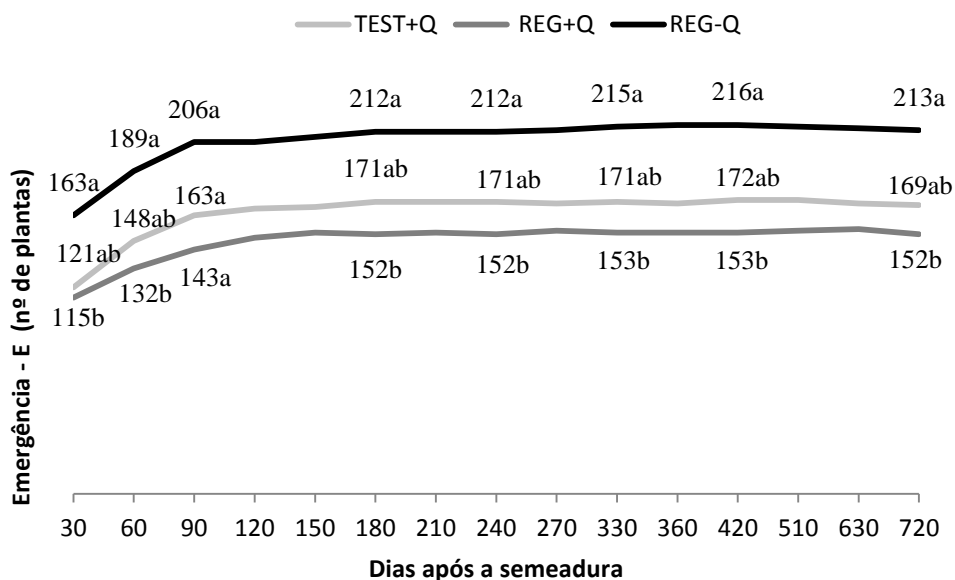
Tabela 10 – Probabilidade de sucesso (PbS) de espécies não dormentes com (REG) e sem (TEST) regulador de crescimento. ---- indica que não houve emergência. Valores seguidos de mesma letra dentro de cada espécie não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

| Espécie  | Família Botânica | PbS     |         |
|--|------------------|---------|---------|
|  |                  | REG     | TEST    |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel                     | Fabaceae         | 0,4500a | 0,5750a |
| <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                 | Fabaceae         | 0,3125a | 0,4250a |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                       | Euphorbiaceae    | 0,3250a | 0,3125a |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos      | Bignoniaceae     | ----    | 0,6500  |
| <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                  | Bignoniaceae     | 0,1333a | 0,1000a |
| <i>Bixa orellana</i> L.                              | Bixaceae         | 0,0571a | 0,0810a |
| <i>Centrolobium robustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth. | Fabaceae         | 0,0125a | 0,0750a |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.          | Bignoniaceae     | ----    | 0,0048  |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                        | Meliaceae        | ----    | 0,0000  |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.     | Fabaceae         | 0,0048  | ----    |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                 | Verbenaceae      | 0,0000  | ----    |

#### 4.2.2 Regulador de crescimento em espécies com sementes dormentes

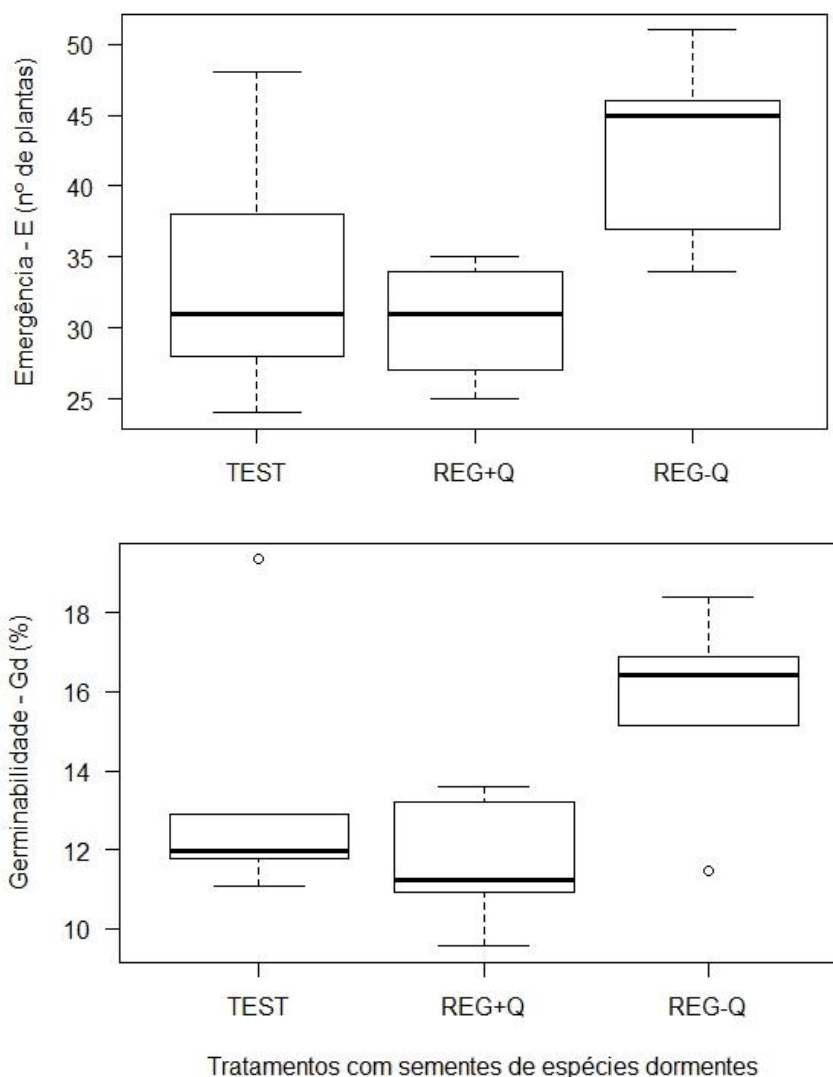
O período de incremento de emergência foi até 90 dias, atingindo seu pico aos 180 dias e mantendo-se estável até 630 dias após a semeadura, quando ainda houve ingresso de plântulas nos tratamentos com uso de regulador de crescimento (REG+Q e REG-Q) (Figura 8). Ao analisar a emergência como um todo (espécies e períodos) há indicação de diferença entre os tratamentos ( $\chi^2 = 77,989$ ;  $p < 0,01$ ). Os tratamentos testados seguiram a mesma tendência no decorrer dos períodos de avaliação, com destaque para as sementes dormentes que tiveram a aplicação do regulador e não foram submetidas à remoção de dormência, que apresentaram maiores valores de emergência (Figura 9). Aos 30, 60, 240, 330, 420 e 720 dias após a semeadura, os valores de emergência indicaram diferença significativa entre os tratamentos com regulador ( $p < 0,05$ ). No entanto, em nenhum momento da avaliação houve diferença significativa entre os tratamentos com reguladores e a testemunha ( $p > 0,05$ ) (Figura 8), o que indica que o uso deste insumo não proporcionou aumento significativo no número de plantas.

Figura 8 – Emergência de sementes dormentes sem uso de regulador e com remoção da dormência (TEST+Q), com uso de regulador e remoção da dormência (REG+Q) e com uso de regulador sem remoção da dormência (REG-Q) ao longo de 30 a 720 dias de ensaio. Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si em cada período de monitoramento (dias após a semeadura) para os tratamentos estudados ao nível de 5% de probabilidade.



Na maioria das espécies o tratamento com uso de regulador de crescimento sem remoção da dormência foi equivalente à testemunha. Houve maior variação nos dados de emergência do que de germinabilidade, no entanto esta apontou “outliers”, ao passo que as maiores média foram registradas nas sementes com uso de regulador e sem quebra de dormência (Figura 9) e assim como ocorreu nas sementes não dormentes, a emergência e a germinabilidade apresentaram alta correlação, tanto com ( $r= 0,82$ ), quanto sem ( $0,76$ ) uso de regulador de crescimento nas sementes dormentes (Figura 10).

Figura 9 – Box-plot da emergência ( $E_{720}$ ) e germinabilidade ( $Gd_{720}$ ) de espécies com sementes dormentes sem uso de regulador de crescimento e com remoção da dormência (TEST), com uso de regulador de crescimento e remoção da dormência (REG+Q) e com uso de regulador de crescimento sem remoção da dormência (REG-Q) aos 720 dias de ensaio.



Ao analisar a emergência e germinabilidade de cada espécie, apenas *A. urundeuva* ( $F= 18$ ;  $p<0,001$ ) e *H. courbaril* ( $F= 4,919$ ;  $p=0,0275$ ) apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Para *A. urundeuva*, houve diferença entre as médias para REG-Q comparado com os demais tratamentos e para *H. courbaril* a diferença foi detectada somente entre REG+Q e REG-Q, isto é, a remoção da dormência exerceu influencia nos resultados com uso de insumo (Figura 10). Cabe ressaltar que espécies como *P. nitens*, *S. romanzoffiana*, *M. bimucronata* e *G. americana*. tiveram baixa emergência, o que impossibilitou comparações confiáveis entre os tratamentos

(Figura 10 e 11). Das 12 espécies, 33% apresentaram estímulo ao uso de regulador para a germinabilidade, 42% foram indiferentes e 17% indicaram sensibilidade (Tabela 9).

Figura 10 – Análise de regressão e correlação entre número absoluto de plântulas emergidas (Emergência) no intervalo de 30 e 720 dias após a semeadura e número de plântulas emergidas em relação ao número de sementes semeadas (Germinabilidade) de espécies florestais dormentes, tratadas com e sem regulador de crescimento.

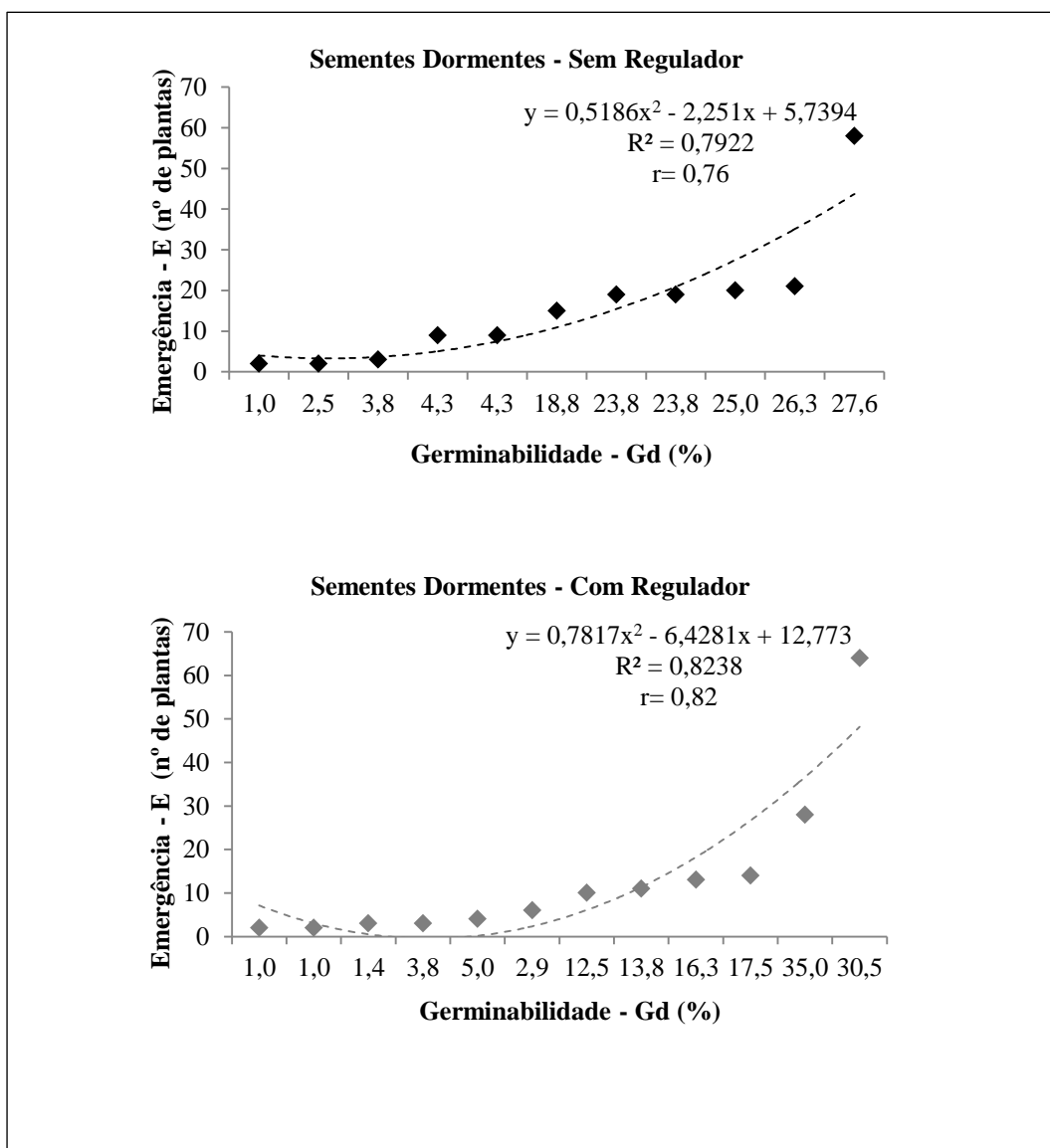
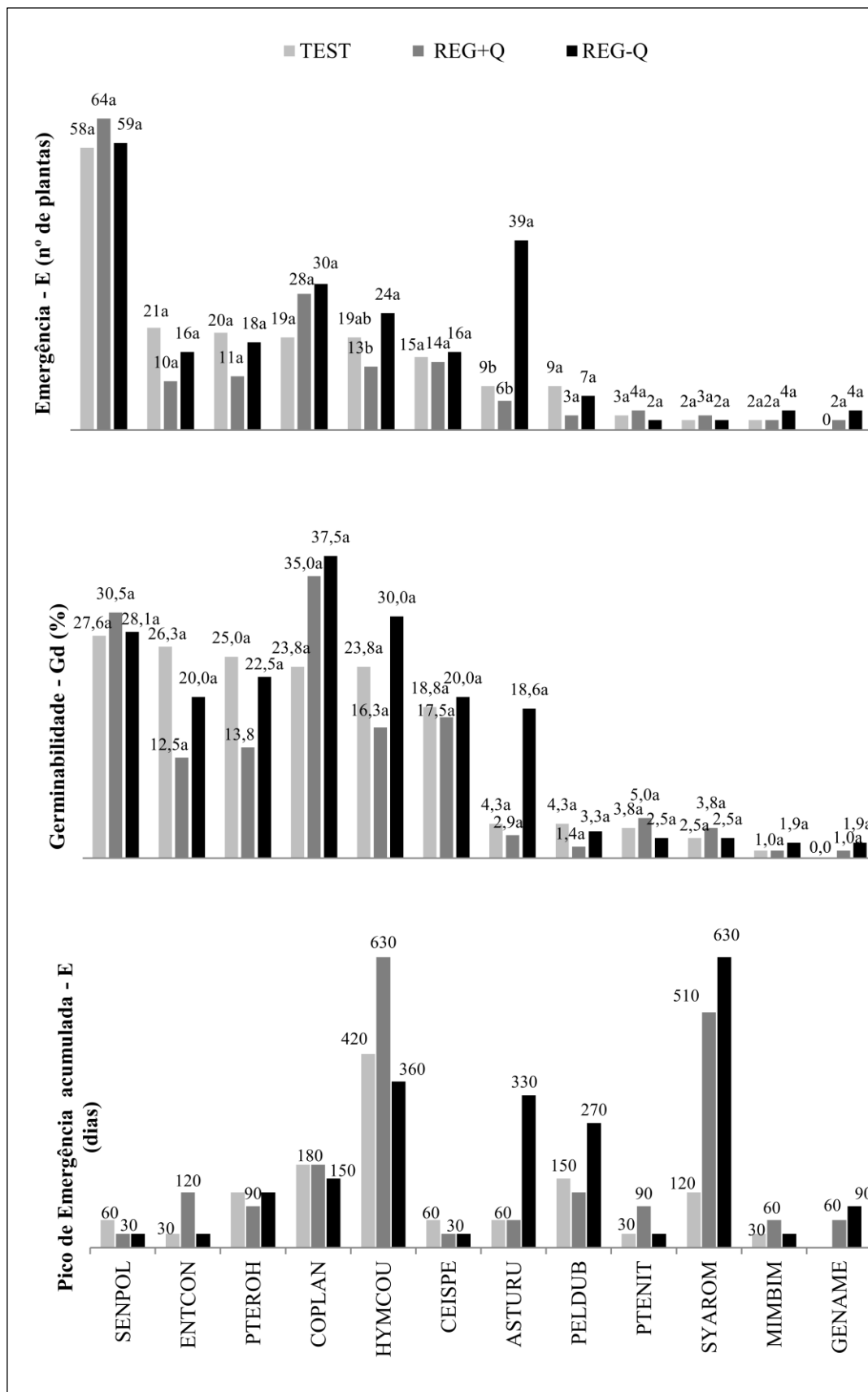


Figura 11 - Emergência (nº máximo de plantas), germinabilidade (%) e dias de emergência após a semeadura e de espécies dormentes com uso de regulador e remoção da dormência (REG+Q), sem uso de regulador e remoção da dormência (TEST) e com uso de regulador sem remoção da dormência (REG-Q). A lista de espécie e seus acrônimos contam na Tabela 1. Valores seguidos de mesma letra dentro de cada espécie não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Resultados que não possuem letras não tiveram análise estatística realizada em função de baixa emergência.



As espécies tiveram taxa de sobrevivência superior a 80% em todos os tratamentos, com exceção de *M. bimucronata* que no tratamento REG-Q apresentou 25% de sobrevivência (Tabela 11). Para que os resultados de sobrevivência sejam bem avaliados é importante compará-los com a emergência de plantas (Figura 11), pois há espécies que tiveram baixa emergência, no entanto suas plantas se mantiveram vivas durante todo o período de avaliação e outras espécies em que ocorreu alta emergência e a mortalidade de algumas plantas. Portanto, para que não haja viés na análise, os resultados devem ser analisados em conjunto.

Tabela 11 - Porcentagem de sobrevivência por espécie aos 720 dias após a semeadura de sementes não dormentes com regulador e remoção de dormência (REG+Q), com regulador e sem remoção de dormência (REG-Q) e sem regulador de crescimento com remoção de dormência (TEST). “----” indica que não houve emergência; entre parênteses, valores da emergência (E). Valores seguidos de mesma letra dentro de cada espécie não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

| Espécie   | Sobrevivência (%) |             |             |
|---|-------------------|-------------|-------------|
|   | TEST              | REG+Q       | REG-Q       |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna          | 100,0a (15)       | 100,0a (14) | 100,0a (16) |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                        | 100,0a (3)        | 100,0a (4)  | 100,0a (2)  |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.      | 100,0a (2)        | 100,0a (3)  | 100,0a (2)  |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong | 100,0a (21)       | 100,0a (10) | 93,8a (16)  |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze              | 100,0a (2)        | 100,0a (2)  | 25,0a (4)   |
| <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.       | 100,0a (9)        | 83,3b (6)   | 100,0a (39) |
| <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                  | 95,0a (20)        | 90,9a (11)  | 88,9a (18)  |
| <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose    | 94,8a (58)        | 93,8a (64)  | 98,3a (59)  |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                        | 94,7a (19)        | 100,0a (13) | 100,0a (24) |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                 | 89,5a (19)        | 92,9a (28)  | 96,7a (30)  |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.           | 88,9a (9)         | 100,0a (3)  | 100,0a (7)  |
| <i>Genipa americana</i> L.                          | ----              | 100,0a (2)  | 100,0a (4)  |

Apenas 18% (n=2) das espécies apresentaram sensibilidade ao uso de regulador de crescimento, sendo este indiferente para 36% (n=4) e com resposta positiva, estimulando a germinabilidade, em 46% (n=5) das espécies.

Tabela 12- Valores de escala de sensibilidade de espécies com sementes dormentes.  $Gd_{trat}$  = germinabilidade com regulador e remoção de dormência;  $Gd_{test}$  = germinabilidade sem regulador e remoção de dormência; SENS = sensibilidade. Classificação: estimulada - E ( $SENS > 1,0$ ); indiferente - I ( $1 \geq SENS \geq 0,5$ ); sensível - S ( $0,5 > SENS \geq 0,25$ ) e altamente sensível - AS ( $0,25 > SENS \geq 0$ ).

| Espécie   | Gd trat | Gd test | Gd trat/Gd test | SENS |
|---|---------|---------|-----------------|------|
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.      | 3,75    | 2,50    | 1,50            | E    |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                 | 35,00   | 23,75   | 1,47            | E    |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                        | 5,00    | 3,75    | 1,33            | E    |
| <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose    | 30,48   | 27,62   | 1,10            | E    |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze              | 0,95    | 0,95    | 1,00            | I    |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna          | 17,50   | 18,75   | 0,93            | I    |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                        | 16,25   | 23,75   | 0,68            | I    |
| <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.       | 2,86    | 4,29    | 0,67            | I    |
| <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                  | 13,75   | 25,00   | 0,55            | I    |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong | 12,50   | 26,25   | 0,48            | S    |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.           | 1,43    | 4,29    | 0,33            | S    |
| <i>Genipa americana</i> L.                          | 0,95    | 0,00    |                 |      |

Os índices de diversidade avaliados aumentaram gradativamente conforme os dias após semeadura foram se distanciando. Todos tiveram os menores valores nas sementes submetidas a remoção da dormência com uso de regulador de crescimento.

Tabela 13 - Índices de diversidade ( $H'$ ), equitabilidade (J) e dominância (D) aos 30, 180, 360 e 720 dias após a semeadura para sementes dormentes com (REG+Q e REG-Q) e sem (TEST) uso de regulador de crescimento.

| Índices                | Shannon ( $H'$ ) |        |        | Pielou (J) |        |        | Simpson (D) |        |        |
|------------------------|------------------|--------|--------|------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
|                        | TEST             | REG    | REG    | TEST       | REG    | REG    | TEST        | REG    | REG    |
| Dias pós-<br>semeadura | +Q               | +Q     | -Q     | +Q         | +Q     | -Q     | +Q          | +Q     | -Q     |
| 30                     | 1,6965           | 1,4719 | 1,8816 | 0,6827     | 0,5923 | 0,7572 | 0,7417      | 0,6507 | 0,7986 |
| 180                    | 2,0301           | 1,9058 | 2,0395 | 0,8170     | 0,7670 | 0,8079 | 0,8301      | 0,7802 | 0,8406 |
| 360                    | 2,0264           | 1,9130 | 2,0480 | 0,8155     | 0,7698 | 0,8242 | 0,8291      | 0,7832 | 0,8429 |
| 720                    | 2,0318           | 1,9339 | 2,0580 | 0,8176     | 0,7783 | 0,8282 | 0,8309      | 0,7875 | 0,8432 |

Das seis espécies que indicaram maior probabilidade de sucesso, apenas *C. speciosa* não pertence a família Fabaceae (Tabela 14). Com exceção de *H. courbaril* e *A. urundeuva*, que se destacaram no tratamento com regulador sem remoção de dormência, as demais espécies não apresentaram diferença significativa estatisticamente para esta variável (Tabela 14).



Tabela 14 - Probabilidade de sucesso (PbS) de espécies dormentes com (REG+Q e REG-Q) e sem (TEST) regulador de crescimento. Valores seguidos de mesma letra dentro de cada espécie não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

| Espécie   | Família Botânica | PbS     |         |         |
|---|------------------|---------|---------|---------|
|   |                  | REG+Q   | TEST    | REG-Q   |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                 | Fabaceae         | 0,3250a | 0,2125a | 0,3625a |
| <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose    | Fabaceae         | 0,2857a | 0,2619a | 0,2762a |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna          | Malvaceae        | 0,1750a | 0,1875a | 0,2000a |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                        | Fabaceae         | 0,1625b | 0,2250b | 0,3000a |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong | Fabaceae         | 0,1250a | 0,2625a | 0,1875a |
| <i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel                  | Fabaceae         | 0,1250a | 0,2375a | 0,2000a |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                        | Fabaceae         | 0,0500a | 0,0375a | 0,0250a |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.      | Arecaceae        | 0,0375a | 0,0250a | 0,0250a |
| <i>Astronium urundeuva</i> Allemão                  | Anacardiaceae    | 0,0208b | 0,0429b | 0,1857a |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.           | Fabaceae         | 0,0143a | 0,0381a | 0,0333a |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze              | Fabaceae         | 0,0095a | 0,0095a | 0,0048a |
| <i>Genipa americana</i> L.                          | Rubiaceae        | 0,0095a |         | 0,0190a |

#### 4.2.3 Osmocondicionamento

Das espécies testadas com uso de PEG 6000 apenas *G. americana* e *T. roseoalba* apresentaram emergência e em quantidade muito baixa (< 10%). *Cecropia pachystachya*, *Croton floribundus* Spreng. e *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. não emergiram em nenhum dos tratamentos testados. Para *G. americana* houve a emergência de apenas 2 plântulas, quando as sementes foram submetidas ao regulador de crescimento com remoção da dormência (T1B, Tabela 2) e 4 plântulas quando foi aplicada a técnica do osmocondicionamento (T2B), e com o uso de regulador de crescimento sem a remoção da dormência + osmocondicionamento (T4B).

Para *T. roseoalba* não houve emergência no tratamento com uso de regulador de crescimento (T1A e T4A) e os resultados de emergência, no tratamento de osmocondicionamento (T2A) e na testemunha (T3A) foi de apenas 2 plântulas em cada (Tabela 2).

#### 4.3 CAMPO X LABORATÓRIO

Ao comparar a germinação e a germinabilidade, 16% das espécies (n=6) tiveram valores equivalentes. Destas espécies, apenas uma não pertence à família Fabaceae. As espécies com sementes médias e grandes foram as que tiveram maior

correspondência entre os resultados de laboratório e campo. A maioria das sementes pequenas teve germinação acima de 50%, no entanto os resultados em campo foram inferiores (Tabela 15).

Dentre as espécies analisadas, aquelas que tiveram baixo desempenho em campo, mas que apresentaram boa viabilidade em laboratório ( $G > 70\%$ ) pode-se citar: *M. tinctoria* (PP), *A. urundeuva* (P), *J. cuspidifolia* (P), *T. roseoalba* (P), *P. dubium* (P), *P. rufum* (P), *G. integrifolia* (P) e *M. peruiiferum* (M) (Tabela 15).

A germinação apresentou baixa correlação com a germinabilidade e a emergência em campo, o que também ocorreu ao se fazer a correlação da germinabilidade com todas as variáveis avaliadas em laboratório (Tabela 16).

Tabela 15 - Médias de Germinação (G%) e Germinabilidade (Gd%) seguidas do desvio-padrão das espécies, classificadas por tamanho das sementes com indicação de suas famílias botânicas. Acrônimo das espécies consta na Tabela 1.

| Tamanho das sementes       | Família Botânica | Espécie (Acrônimo) | Germinação (G%) | Germinabilidade (Gd%) |
|----------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Muito Pequenas (PP)</b> | Euphorbiaceae    | CROURU             | 00±00,0         | 00±00,0               |
|                            | Malvaceae        | APETIB             | 28±09,8         | 00±00,0               |
|                            | Malvaceae        | GUAULM             | 59±08,9         | 00±00,0               |
|                            | Moraceae         | MACTIN             | 75±06,0         | 00±00,0               |
|                            | Urticaceae       | CECPAC             | 43±43,1         | 00±00,0               |
| <b>Pequenas (P)</b>        | Anacardiaceae    | ASTURU             | 85±08,9         | 04±05,2               |
|                            | Anacardiaceae    | SCHTER             | 02±02,3         | 00±00,0               |
|                            | Bignoniaceae     | JACCUS             | 78±19,2         | 10±08,4               |
|                            | Bignoniaceae     | TABROS             | 90±05,2         | 01±01,8               |
|                            | Bixaceae         | BIXORE             | 56±15,7         | 08±05,2               |
|                            | Euphorbiaceae    | CROFLO             | 00±00,0         | 00±00,0               |
|                            | Fabaceae         | MIMBIM             | 41±09,5         | 01±01,8               |
|                            | Fabaceae         | PELDUB             | 79±06,8         | 04±03,2               |
|                            | Fabaceae         | PIPGON             | 03±03,8         | 00±00,0               |
|                            | Fabaceae         | SENPOL             | 77±12,4         | 28±16,5               |
|                            | Fabaceae         | ALBNIO             | 15±10,5         | 00±00,0               |
|                            | Fabaceae         | SENMUL             | 32±03,3         | 00±00,0               |
|                            | Meliaceae        | CEDFIS             | 65±08,9         | 0,5±01,3              |
|                            | Myrtaceae        | PSIMYR             | 36±03,3         | 00±00,0               |
|                            | Myrtaceae        | PSIRUF             | 81±12,4         | 00±00,0               |
|                            | Phytolaccaceae   | GALINT.            | 81±05,0         | 00±00,0               |
|                            | Primulaceae      | MYRCOR             | 00±00,0         | 00±00,0               |
|                            | Rubiaceae        | GENAME             | 44±11,3         | 00±00,0               |
| Verbenaceae                | CITMYR           | 18±10,58           | 00±00,0         |                       |
| <b>Médias (M)</b>          | Bignoniaceae     | HANHEP             | 76±18,8         | 78±23,1               |
|                            | Euphorbiaceae    | MABFIS             | 57±08,2         | 33±15,8               |
|                            | Fabaceae         | COPLAN             | 66±08,3         | 24±11,9               |
|                            | Fabaceae         | ENTCON             | 35±08,9         | 26±16,0               |
|                            | Fabaceae         | POEPAR             | 43±11,5         | 45±31,2               |
|                            | Fabaceae         | PTEVIO             | 22±05,2         | 25±15,1               |
|                            | Fabaceae         | PTENIT             | 17±14,0         | 04±05,2               |
|                            | Malvaceae        | CEISPE             | 74±09,5         | 19±12,5               |
|                            | Fabaceae         | MYRPER             | 71±12,4         | 00±00,0               |
|                            | Sapindaceae      | CUPVER             | 04±05,7         | 00±00,0               |
| <b>Grandes (G)</b>         | Arecaceae        | SYAROM             | 10±05,2         | 03±04,6               |
|                            | Fabaceae         | HYMCOU             | 29±08,9         | 24±16,9               |
|                            | Fabaceae         | PLAELE             | 59±21,8         | 63±20,5               |

Tabela 16 – Valores de coeficiente de correlação ( $r$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre germinação – G, germinabilidade - Gd, índice de velocidade de germinação - IVG e tempo médio de germinação – TMG nos tratamentos T3A (Testemunha em campo das espécies não dormentes) e T3B (Testemunha em campo das espécies dormentes com remoção de dormência), considerando o conjunto de espécies utilizadas para semeadura direta..

| <b>Tratamento</b>    | <b>R</b> | <b>R<sup>2</sup></b> |
|----------------------|----------|----------------------|
| T3A – G x Gd         | 0,2561   | 0,2784               |
| T3B – G x Gd         | 0,0829   | 0,1426               |
| T3A – Gd x IVG       | 0,0922   | 0,2079               |
| T3B – Gd x IVG       | -0,1273  | 0,0741               |
| T3A – Gd x TMG       | 0,0028   | 0,1568               |
| T3B – Gd x TMG       | -0,0127  | 0,1430               |
| T3A – Gd x $\bar{E}$ | 0,3815   | 0,1685               |
| T3B – Gd x $\bar{E}$ | 0,2844   | 0,0071               |

## 5 DISCUSSÃO

A semeadura direta requer grande quantidade de sementes por área (ISERNHAGEN, 2010; FREITAS *et al.*, 2019) e não há produção de sementes suficiente para atender à demanda de restauração por semeadura direta (BASKIN; BASKIN, 2020), portanto, tecnologias que aumentem o aproveitamento das sementes são necessárias (SCHIMIDT *et al.*, 2019; URZEDO *et al.*, 2019). No presente estudo, das espécies potenciais, apenas 38 espécies estavam disponíveis no mercado e somente 23 delas apresentaram vigor e estabelecimento em campo. A disponibilidade de sementes tem sido citada em projetos de restauração como um gargalo importante para seleção das espécies (PALMA; LAURANCE, 2015).

A análise do peso de mil sementes permite obter-se o número de sementes.Kg<sup>-1</sup>, a partir do qual se define a quantidade necessária de sementes a ser destinada à semeadura. Em média se constatou 11,6% de superestimação do número de sementes.Kg<sup>-1</sup> a partir do uso de dados bibliográficos (Tabela 3). Esses resultados reforçam a grande variação de peso entre lotes de sementes de espécies florestais nativas (ÁLVARES-CARVALHO *et al.*, 2017; SHIBATA *et al.*, 2017) e pode levar à aquisição de maior quantidade de sementes do que a necessária, tornando ainda mais deficitário um sistema que não é capaz de atender às demandas previstas. Há resultados de número de sementes.Kg<sup>-1</sup>, indicados por Brasil (2013), em que as variações são altas, como para *H. heptaphyllus* (18.000 a 62.000), *P. parviflora* (1775 a 9973) e *S. romanzoffiana* (140 a 770) e que contrastam mais com os valores obtidos nos lotes deste estudo, com atenção para *H. heptaphyllus*, com 6945 sementes.Kg<sup>-1</sup>. Diante de tais aspectos reforça-se a importância de pesquisas de base.

Em termos de qualidade inicial das sementes utilizadas, as espécies que apresentaram menos de 10% de germinação média, possuem problemas de dormência, curta viabilidade e incidência de insetos, o que pode ter influenciado os resultados. É o caso de sementes de *C. floribundus* que podem ter a sua germinação inibida quando submetidas à temperatura constante de 25°C, ao passo que em temperaturas alternadas apresentam altas taxas de germinação, mesmo sem remoção da dormência (VÁLIO; SCARPA, 2001). Seguindo as normas existentes (BRASIL, 2013), o lote de sementes de *C. floribundus* foi disposto em temperatura constante de 30°C para o teste de

germinação do presente trabalho, portanto a temperatura pode ter sido fator limitante para ausência de germinação. Em *C. urucurana*, Scalon, Mussury e Lima (2012) obtiveram germinação apenas em sementes de coloração cinza (63,3%) sendo que, para os tegumentos de cores caramelo (coloração do lote aqui utilizado) e preto os valores foram nulos, indicando que para a espécie está envolvido também a questão da maturação além da dormência. Os autores também concluíram que não há necessidade de remoção de dormência para a espécie, apesar de estudos indicarem a necessidade desta técnica (LORENZI, 1998; LIMA *et al.*, 2008; MORI; PIÑA-RODRIGUES; FREITAS, 2012; BRASIL, 2013). Tais aspectos remetem a necessidade de mais estudos sobre a ecologia de germinação e de maturação de espécies da família Euphorbiaceae. Para *C. vernalis* e *P. gonoacantha*, a curta viabilidade das sementes (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; VIEIRA *et al.*, 2008) pode ter propiciado a baixa taxa de germinação, enquanto para *S. terebinthifolia* a presença da vespa exótica, *Megastigmus transvaalensis* provoca danos nas drupas, podendo afetar as sementes (FERREIRA-FILHO *et al.*, 2015).

Ainda há muito a ser entendido sobre germinação (NAMBARA *et al.*, 2010; NONOGAKI; BASSEL; BEWLEY, 2010; OKAMOTO *et al.*, 2010; MIRANSARI e SMITH, 2014) e quando se trabalha com um conjunto de espécies florestais nativas simultaneamente, observa-se que a diversidade de comportamento germinativo é bastante evidente (Tabela 4). Inclusive isto pode ocorrer dentro da própria espécie, que ao apresentar altos valores de desvio-padrão, indicam variação intraespecífica, como ocorreu com *C. pachystachya*, *P. nitens*, *A. niopoides*, por exemplo. Alguns estudos evidenciam a grande variabilidade na qualidade fisiológica entre lotes de sementes de mesma espécie, sendo algo comum nas espécies florestais nativas (SHIBATA *et al.*, 2017) o que pode ocorrer entre e dentro populações (ÁLVARES-CARVALHO *et al.*, 2017).

O tempo médio de germinação (TMG) mostra a distribuição da germinação das espécies ao longo do tempo. Dentre as espécies estudadas, um grupo germinou rapidamente, formado por *T. rosealba*, *A. urundeuva*, *P. dubium*, *C. speciosa*, *C. fissilis*, *G. ulmifolia*, *P. parviflora*, *M. bimucronata*, *S. poliphylla*, *S. multijuga* e *A. niopoides*, que apresentaram um TMG inferior a dez dias e outro foi tardio, como *G. americana*, *H. courbaril* e *M. tinctoria*, que germinaram após 50 dias (Tabela 4). Por sua vez o índice

de sincronização ( $\bar{E}$ ) quantifica a variação da germinação ao longo do tempo e quanto menor seu valor, maior sincronização de germinação, independentemente do número total de sementes que germinam (SANTANA; RANAL, 2004) e por isso deve ser interpretado em conjunto com o percentual de germinação. Este é o caso de *M. tinctoria*, com 75% de germinação e  $\bar{E} = 0,000$  (Tabela 4), enquanto *P. gonoacantha*, e *S. terebinthifolia* tiveram mesmo valor de sincronização, porém com baixa germinação (3 e 2%, respectivamente). Isto mostra o quanto é importante avaliar simultaneamente diferentes variáveis, pois são complementares e mostram peculiaridades de cada espécie, ao passo que a interpretação isolada pode gerar conclusões enviesadas.

## 5.1 CAMPO

Em área de transição entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, Aguirre *et al.* (2015) encontraram germinabilidade, denominada pelos autores como “taxa de aproveitamento”, de 14,93%. Este valor foi próximo ao obtido no presente estudo (14,46%), indicando o potencial das técnicas empregadas, quando comparadas aos 2 a 4% de estabelecimento das sementes semeadas em outros estudos de semeadura direta (ISERNHAGEN, 2010; FREITAS *et al.*, 2019). A densidade de 14.417 indivíduos.ha<sup>-1</sup> obtidos aos 720 dias após a semeadura é considerada alta em relação a outros estudos nos quais, para esta fase no processo de restauração via semeadura direta, obtiveram-se intervalos entre 2.500 a 32.250 plantas.ha<sup>-1</sup> e médias de 9.535 plantas arbóreas.ha<sup>-1</sup> (CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; FREITAS *et al.*, 2019).

Resultados de germinabilidade similares aos obtidos reforçam o potencial e plasticidade de algumas espécies no uso em semeadura direta em diferentes sítios, como é o caso de *S. polyphylla*, *E. contortisiliquum*, *P. parviflora* (SOARES; RODRIGUES, 2008), *H. courbaril*, *P. elegans*, (SOUZA; ENGEL, 2018), *C. langsdorfii* (ANDRADE, 2008) e *C. speciosa* (AGUIRRE *et al.*, 2015). Espécies como *P. dubium*, *G. americana*, *P. nitens* (SOUZA; ENGEL, 2018) e *M. bimucronata* tem apresentado baixa germinabilidade em outros estudos de semeadura direta (SOARES; RODRIGUES, 2008) o que indica que mais pesquisas precisam ser feitas com estas espécies ou recomenda-se a utilização de mudas que pode substituir o uso de sementes nos processos de restauração. Fatores como a qualidade do lote de sementes, bem como

questões relacionadas às espécies, às características das sementes e ao local (luminosidade, predação, temperatura, competição, umidade, permeabilidade do tegumento, tamanho da semente, ocorrência de substâncias inibidoras) podem influenciar os resultados obtidos em campo em estudos de semeadura direta (ST-DENIS; MESSIER; KNEESHAW, 2013; AGUIRRE *et al.*, 2015; LAMICHHANE *et al.*, 2018).

As sementes médias e grandes apresentaram resultados mais expressivos (Tabela 5), como observado também em outras pesquisas (SOARES; RODRIGUES, 2008; PALMA; LAURANCE, 2015; CECCON; GONZÁLES; MARTORELL, 2016; SOUZA; ENGEL, 2018). O maior tamanho está relacionado a quantidade de reservas presentes nestas sementes, que atuarão no desenvolvimento do eixo embionário, ocasionando a emergência, bem como favorecendo o estabelecimento inicial das plantas (LACERDA; FIGUEIREDO, 2009; SANTOS *et al.*, 2012). O fato do menor percentual de emergência ter ocorrido em sementes pequenas em relação às sementes médias e grandes e não se obtendo emergência das muito pequenas, não indica que esta característica torne inviável o uso de sementes deste tamanho em semeadura direta (AGUIRRE *et al.*, 2015).

Em avaliação de várias áreas de restauração por meio da semeadura direta, Campos-Filho *et al.*, (2013) constataram a presença de plântulas de sementes muito pequenas como *Apeiba tibourbou*, *Cecropia pachystachya*, *Maclura tinctoria* e *Guazuma ulmifolia*. Recomenda-se que, para sementes pequenas, sejam selecionados lotes mais vigorosos e que o número de sementes utilizadas em campo seja maior (RODRIGUES, 2018; SOUZA; ENGEL, 2018). É difícil indicar com precisão quais fatores impedem a emergência de sementes pequenas em campo (ST-DENIS; MESSIER; KNEESHAW, 2013), uma vez que estudos sobre banco de sementes em Floresta Estacional Semidecidual (BATISTA-NETO *et al.*, 2007; BRAGA; BORGES; MARTINS, 2016) e de chuva de sementes (BRAGA; BORGES; MARTINS, 2015) costumam observar alta densidade de sementes muito pequenas, como *Cecropia* spp, *Croton urucurana*, *Ficus* spp, *Maclura tinctoria*, *Tibouchina* spp. A não emergência destas sementes em campo pode estar associada à dormência, maturação (colheita no período adequado), qualidade do lote e/ou predação. Por isso é fundamental que mais estudos com sementes pequenas e muito pequenas em semeadura direta sejam



realizados, pois há grande disponibilidade de sementes destas categorias a um custo menor. Uma alternativa para sementes pequenas e mesmo aquelas morfologicamente irregulares é o uso de revestimentos, tanto para aumentar o tamanho das sementes como para incorporar promotores fitoativos, que tem potencial de estimular a germinação, promover o crescimento e melhorar a resistência ao estresse (PEDRINI *et al.*, 2017), como os reguladores aqui utilizados.

O tratamento com uso de regulador de crescimento, tanto nas espécies não dormentes quanto nas dormentes, não aumentou o desempenho de sementes pequenas na semeadura direta, exceto para *A. urundeuva*, quando não submetida à remoção de dormência, que respondeu com aumento na germinabilidade e emergência. A hipótese de que o osmocondicionamento favoreceria a emergência de sementes pequenas foi rejeitada neste estudo, pois os resultados foram nulos ou muito baixos nas espécies testadas. Mesmo com lotes viáveis, como o de *G. americana*, *C. pachystachya*, *G. integrifolia* e *T. roseoalba*, inclusive com altas porcentagens de germinação, tanto o “priming” quanto o regulador, bem como as duas técnicas combinadas não propiciaram resultados efetivos para as espécies. Estudo preliminar indicou que o osmocondicionamento não exerceu efeito na germinação de sementes de *G. americana* e *T. roseoalba*, no entanto mostrou potencial para uniformizá-la, algo importante na semeadura direta (ALMEIDA *et al.*, 2018a). Em outra pesquisa, testou-se o osmocondicionamento isolado e associado com regulador de crescimento em diferentes concentrações, e os resultados reforçaram o que foi encontrado anteriormente em *T. roseoalba*, no entanto mostraram que as sementes de *G. americana* submetidas à combinação dos insumos, teve aumento na porcentagem de germinação ao passo que em *C. pachystachya*, os maiores valores de germinação ocorreram com uso apenas de regulador de crescimento, em concentrações específicas (ALMEIDA *et al.*, 2018b). No caso de *T. roseoalba*, os resultados divergem de Silva *et al.*, (2020) que obtiveram emergência desta espécie na semeadura direta por meio do osmocondicionamento. Algumas espécies quando submetidas a tratamentos exógenos podem produzir exsudados que afetam a emergência em campo seja positiva ou negativamente, como no “priming”, por exemplo (LAMICHHANE *et al.*, 2018). O osmocondicionamento surgiu como uma ferramenta eficaz de tratamento de sementes para muitas culturas, mas as condições e métodos de tratamento diferem de espécie para espécie. O “priming” com

fitormônios ainda tem limitações, como por exemplo, o tratamento prolongado de sementes com solução hormonal durante o “priming” pode causar a perda de tolerância da semente à dessecação, reduzindo sua viabilidade (RHAMAN *et al.*, 2021). Resta analisar mais profundamente os fatores associados às características intrínsecas às sementes e aspectos de campo destas espécies, uma vez que o “priming” é uma técnica muito potencial e neste estudo foi analisada apenas com -0,5 MPa, valor que pode não ter sido propício para as espécies submetidas ao tratamento.

Existem desafios para aumentar a velocidade e porcentagem de germinação em sementes de culturas hortícolas, agrônômicas e florestais, uma vez que para algumas espécies o osmocondicionamento e tecnologias de revestimento, como a peletização, atingiram este objetivo. No entanto, o sucesso foi alcançado particularmente em pequena escala, em sementes semeadas em condições de ambiente controlado, enquanto os resultados de testes executados em campo apresentam resultados variáveis, dependendo de condições climáticas e de solo (NONOGAKI; BASSEL; BEWLEY, 2010). Os tratamentos empregados para melhorar a germinação são resultado de ensaios empíricos, em geral de análise de respostas a tratamentos empregados, como o caso do presente estudo. Contudo, é preciso a identificação e manipulação de processos metabólicos específicos com informações para identificar marcadores bioquímicos ou moleculares específicos de deterioração e que poderiam prever baixa germinabilidade. Assim, embora a compreensão sobre processos em nível celular e molecular que ocorrem durante a germinação esteja se ampliando, eventos fundamentais ainda precisam ser elucidados adotando-se tecnologias e estudos no nível molecular (NONOGAKI; BASSEL; BEWLEY, 2010) e estudos que analisam as respostas das espécies fornecem um indicativo para as questões a serem aprofundadas.

A partir de determinada concentração, os reguladores de crescimento podem agir de forma a causar fitotoxicidade (ELLI *et al.*, 2016). Isto pode ocorrer em função do desbalanceamento hormonal, uma vez que são substâncias que agem promovendo, inibindo ou modificando processos fisiológicos e morfológicos das plantas (ABRECHT *et al.*, 2014). As respostas à aplicação exógena de fitohormônios também dependem da espécie, da composição das substâncias húmicas presentes nos produtos e das condições do ambiente (KOLLING *et al.*, 2016).

O regulador de crescimento vegetal empregado propiciou resultados opostos em sementes com características semelhantes, inclusive de espécies pertencentes a mesma família botânica (Fabaceae e Bignoniaceae), o que indica que há uma plasticidade de resposta entre espécies com caracteres externos similares. Interessante ressaltar que, vários experimentos que envolvem sementes tratadas com reguladores de crescimento, de diferentes cultivares de mesmas espécies, costumam apresentar resultados com alta variação, ora beneficiando, ora prejudicando o desempenho dos cultivares (MOTERLE *et al.*, 2011; ABRECHT *et al.*, 2014; ELLI *et al.*, 2016). Uma vez que isso ocorre dentro de um mesmo grupo de espécies, inclusive em sementes melhoradas, em espécies nativas seria esperado que esta variação fosse maior. A planta herbácea do cerrado, *Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença, não teve aumento de emergência nas sementes tratadas com bioestimulante, (KISSMANN *et al.*, 2011). Suas sementes são características de Bignoniaceae (achatadas, leves, aladas e sem necessidade de remoção da dormência) similares à *J. cuspidifolia* que, na semeadura direta aqui testada, teve a emergência e germinabilidade potencializados com o uso do regulador. Já para *H. heptaphylla* houve inibição da emergência, provavelmente por toxicidade do bioestimulante. Ressalta-se que na situação de *T. rosealba*, cuja emergência foi baixa (n=2), ela só ocorreu na testemunha, contrariando resultados encontrados por Silva *et al.*, (2020) que constataram maior emergência em sementes desta espécie com uso de bioestimulante. Estas situações ilustram quatro espécies diferentes, da mesma família botânica com respostas variáveis ao uso de regulador de crescimento. Tais comportamentos podem estar relacionados à fatores internos de potencial fisiológico característico de cada espécie (ABRECHT *et al.*, 2014). As Bignoniaceae merecem aprofundamento nos estudos de sementes com reguladores de crescimento por seu potencial de uso na semeadura direta.

Os resultados indicam que, para as sementes dormentes, o regulador de crescimento atuou como agente de remoção da dormência (FERREIRA *et al.*, 2016; RHAMAN *et al.*, 2021). Entre os hormônios contidos no regulador, a citocinina está diretamente relacionada à remoção da dormência secundária e a giberelina à indução da germinação e remoção da dormência de forma geral (GUERRA, 2004; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; NAMBARA, 2010; MARCOS-FILHO, 2015). Por outro lado, pode ter ocorrido fitotoxicidade ou efeito inibitório nas sementes que foram

submetidas à tratamentos de remoção da dormência, uma vez que houve maior facilidade de absorção e entrada mais rápida do regulador de crescimento. Ao estudar espécies de Annonaceae, Ferreira *et al.* (2016) constataram que altas concentrações de aplicação exógena de giberelina e citocinina reduziram a porcentagem de germinação e tornaram-na mais dispersa ao longo do período.

O uso do regulador uniformizou a emergência das sementes, pois houve menor variação entre as espécies (Figuras 5 e 9). Para as espécies não dormentes ocorreu menor variação que nas dormentes. O regulador utilizado nas sementes sem remoção de dormência favoreceu a emergência de todas as espécies (Figura 9), o que mostra o potencial de utilização do regulador para este grupo, propiciando redução de mão de obra, mais uniformidade e maior emergência.

A semeadura em campo, de sementes não dormentes ou com remoção de dormência, em período propício para a emergência, é uma estratégia para o estabelecimento de grande número de mudas no local, uma vez que um grande desafio para quem trabalha com restauração é como remover a dormência em grandes quantidades de sementes, sem ter que usar procedimentos complexos (BASKIN; BASKIN, 2020). Mesmo que a análise estatística não tenha detectado diferenças significativas entre os tratamentos na maioria das espécies (Figura 11) constata-se que, em geral, os valores da testemunha foram menores que dos tratamentos com uso de regulador. Algumas espécies merecem destaque na resposta ao regulador, como *A. urundeuva* (Figura 11), que teve emergência e germinabilidade muito superior no tratamento com regulador e sem remoção de dormência (REG-Q), no entanto tal resposta foi prolongada no tempo (330 dias após emergência) em comparação como os outros tratamentos (60 dias). Germinação lenta e espalhada no tempo, costuma ser algo típico de sementes dormentes (BERGER; RANAL; SANTANA, 2014). Também *C. langsdorfii* se destacou em ambos tratamentos com regulador em relação à testemunha e, nesse caso, o período de pico de emergência acumulada foi equivalente, entre 150 e 180 dias após a semeadura (Figura 11). A emergência também foi constatada tendo seu início aos 30 dias por Soares e Rodrigues (2007) em *E. contortisiliquum*, *S. polyphylla* e *M. bimucronata*.

O período crítico de emergência (PCE) para as sementes não dormentes ficou entre 90 e 120 dias e para as sementes dormentes foi de 180 dias, momento a partir do

qual observou-se tendência à estabilização no número de emergência de plântulas, ao se analisar os tratamentos como um todo, independente da espécie (Figuras 4 e 8). Ressalta-se que esta condição de estabilidade se deu também em função das práticas de manejo realizadas entre o PCE e o período final de avaliação. Ferreira *et al.* (2009) e Isernhagen (2010) encontraram PCE de 90 dias após a semeadura.

Entre as espécies que tiveram emergência muito reduzida, *Genipa americana* L. tem sementes de natureza intermediária, as quais possuem limites à dessecação e rápida perda de viabilidade (SOUZA; ENGEL, 2018), fator que pode ter influenciado o baixo desempenho desta espécie em campo. Tanto *P. nitens* quanto *M. bimucronata* já foram enquadradas como espécies sem sucesso em experimentos de semeadura direta, em função de baixa emergência e estabelecimento, mesmo quando seus lotes apresentavam viabilidade, o que pode indicar a ação de aspectos ecológicos que restringiram seus desempenhos em campo, merecendo mais estudos sobre tais comportamentos (SOARES; RODRIGUES, 2008; SOUZA; ENGEL, 2018). *S. romanzoffiana*, mesmo apresentando sementes grandes com maior conteúdo de reserva, teve baixa emergência (Figura 11), no entanto, por se tratar de espécie não-pioneira, de crescimento lento (BARBOSA *et al.*, 2017), espera-se que ao longo do tempo haja o ingresso de mais exemplares pois suas sementes são dormentes e dispersas por animais que atuam na remoção da dormência (MACÊDO, 2014).

O uso do regulador de crescimento não proporcionou aumento de sobrevivência nas espécies em geral, inclusive houve maiores taxas de plântulas vivas na testemunha. No entanto, houve alta sobrevivência para todas as espécies nos tratamentos analisados (Tabelas 6 e 10). De forma geral as espécies com maior emergência, tiveram menor sobrevivência. É fundamental cuidado com esta análise, por isso o valor da emergência deve ser considerado ao se observar a porcentagem de sobrevivência, para que interpretações equivocadas não ocorram, como no caso de *B. orellana*, *J. cuspidifolia* e *P. gonoacantha*, em que houve 100% de sobrevivência (Tabela 6), no entanto, o pico de emergência acumulada correspondeu respectivamente com 17, 21 e 1 plântula. No caso de *S. polyphilla* por exemplo, não houve 100% de sobrevivência em nenhum dos tratamentos, no entanto foi a espécie que apresentou maior número de plantas que emergiram em todos os tratamentos (acima de 50), ao passo que *G. americana* indicou 100% de sobrevivência nos tratamentos com regulador, no entanto o número de

emergentes correspondeu a 2 e 4 plantas, respectivamente em REG+Q e REG-Q (Tabela 10). Isto evidencia que a porcentagem de sobrevivência analisada isoladamente pode causar erros de interpretação, não sendo uma boa variável neste sentido quando usada sem os dados de emergência ou de densidade de plantas. Nestas situações, a análise estatística chama a atenção, como no caso de *M. bimucronata*, para a qual não ocorreu diferença significativa entre 100 e 25%. Ao verificar o número absoluto de plantas que emergiram, este resultado fica mais coerente, uma vez que o 100% correspondem a 2 plantas e 25% correspondem a apenas uma planta (Tabela 10), situação similar ao constatado com *C. robustum* (Tabela 6). A análise crítica de resultados de variáveis representadas em porcentagem é fundamental, uma vez que podem causar distorção na interpretação, caso sejam vistos de forma isolada, como no caso de sobrevivência das plantas.

Merecem destaque as espécies que denominamos de “*persistentes*”, isto é, aquelas espécies com baixa emergência e densidade de plantas, mas cujas mudas se mantiveram vivas até o final da avaliação e, portanto, apresentaram alta sobrevivência. Esse foi o caso de *C. robustum*, *T. roseoalba* e *P. gonoacantha*, entre as não dormentes (Tabela 6) e *P. nitens*, *S. romanzoffiana*, *M. bimucronata* e *P. dubium* entre as dormentes (Tabela 10). São espécies potenciais para uso em semeadura direta em função da sua resistência e permanência no sistema mesmo que em menor densidade. Não foi possível constatar tendência linear na sobrevivência, o que reforça o quanto a ação de regulador de crescimento pode estar associada ao estado fisiológico inicial das sementes tratadas e do genótipo utilizado, o que pode variar conforme a espécie (ABRECHT, *et al.*, 2014).

Interessante constatar que, em relação à sensibilidade das espécies ao uso do regulador, as três espécies consideradas como altamente sensíveis (AS), *C. fissilis*, *H. heptaphyllus* e *T. roseoalba*, possuem sementes palhentas (Tabela 7), contudo a mais estimulada (E) ao uso do regulador, *J. cuspidifolia*, também apresenta esta característica. Tal aspecto pode estar relacionado à espessura do tegumento e velocidade de embebição. Nas sementes dormentes não ocorreram espécies classificadas como altamente sensível (AS) (Tabela 11), o que provavelmente esteja associado a maior impermeabilidade do tegumento em relação às espécies não dormentes. Há representantes de Fabaceae em todos os níveis de sensibilidade, o que indica sua grande

variação de resposta neste estudo. Sugere-se que sejam realizados mais estudos sobre estas espécies em relação ao tegumento, sua espessura e características físicas e morfológicas.

Os índices de diversidade, equabilidade e dominância foram pouco expressivos nas comparações entre os dias após semeadura e os tratamentos. Observou-se a redução e/ou manutenção de seus valores, dos 30 para os 720 dias nas sementes não dormentes (Tabela 8), ao passo que nas sementes dormentes houve tendência de aumento gradativo dos índices em todos os tratamentos, conforme se distanciou dos dias após a semeadura, o que pode ser resultante da emergência e entrada de novas espécies ao longo do tempo. O uso de tais índices é mais comum em estudos de dinâmica de florestas com mais idade. O maior valor aqui encontrado para  $H'$  (2,0580) ainda é bem inferior aos valores encontrados em Floresta Estacional Semidecidual de estágios inicial a avançado, que variaram de 2,92 a 3,97 (BRAGA; BORGES; MARTINS, 2011; LOPES *et al.*, 2012). No entanto, a equabilidade teve valor equivalente, correspondendo a 0,82 nos resultados aqui encontrados e entre 0,73 e 0,87, índice que representa heterogeneidade florística alta para o componente arbóreo (BRAGA; BORGES; MARTINS, 2011).

O índice de probabilidade de sucesso (PbS) foi eficiente em expressar o comportamento das espécies na semeadura direta. A partir de sua interpretação, verificou-se que as espécies com sementes não dormentes não requereram o uso de regulador de crescimento e que *P. elegans*, *P. parviflora*, *M. fistulifera* e *H. heptaphyllus* podem ser recomendadas para uso em restauração por meio da semeadura direta (Tabela 9). Para as espécies dormentes, *E. contortisiliquum*, apesar de sensível ao regulador, sem o uso do insumo foi a que teve melhor desempenho considerando o índice de probabilidade de sucesso (Tabela 13). Além desta espécie, mais quatro Fabaceae merecem destaque, *S. polyphylla*, *P. rohrii*, *H. courbaril* e *C. langsdorfii*, além da Malvaceae, *C. speciosa* (Tabela 13). Ao analisar os tratamentos com uso de regulador, o desempenho das espécies se altera, no entanto, entre essas seis espécies, *C. langsdorfii* se destacou perante as demais, tanto com, quanto sem a remoção da dormência, assim como *S. polyphylla* em T1B (REG+Q) e *H. courbaril* em T4C (REG-Q). Caso opte-se em realizar a remoção de dormência na restauração via semeadura direta, recomenda-se o uso do regulador de crescimento em substituição à remoção da dormência por meio de embebição, escarificação ou ação térmica.

O fato de não se encontrar correlação entre a germinação em laboratório e a germinabilidade e emergência evidencia que fatores distintos estão agindo no sucesso de estabelecimento das espécies estudadas (LAMICHHANE *et al.*, 2018). Contudo, em campo, as sementes que emergiram apresentaram também alta sobrevivência aos 720 dias, indicando que os fatores que influenciam a germinabilidade em campo até os 150 dias (PCE) foram essenciais para o sucesso final da restauração. Mesmo espécies com alta qualidade fisiológica ( $G > 70\%$ ) apresentaram representativa redução da germinabilidade em campo, nos quais os fatores ocorrentes entre o momento da sementeira e 90 dias após, tais como a umidade do solo, profundidade de sementeira, luz, a matocompetição entre outros podem ter sido determinantes para a germinabilidade e sobrevivência das plantas até o final do experimento. Tanto a germinabilidade quanto o estabelecimento de plântulas tem sido muito baixos em vários projetos de restauração (BASKIN; BASKIN, 2020) o que reforça o quanto a pesquisa com uso de insumos tecnológicos em sementes é fundamental para a restauração por meio da sementeira direta (SCHIMIDT *et al.*, 2019).

Apesar da germinação em laboratório não ter apresentado correlação com a germinabilidade em campo, é fundamental conhecer a qualidade dos lotes de sementes utilizados em sementeira direta, visando compreender melhor o seu comportamento na sementeira direta. Além disso, o tamanho das sementes também é um dos fatores que influenciam os resultados em campo e que podem estar relacionados a questões operacionais, bem como a aspectos fisiológicos de cada espécie (LAMICHHANE *et al.*, 2018). Isto é fato quando lotes viáveis, com resultados constatados em laboratório, não apresentam emergência em campo (Tabela 5). Sementes pequenas e pioneiras já foram citadas como menos aptas para uso em sementeira direta (SOUZA; ENGEL, 2018), provavelmente em função das questões apresentadas acima.

Dos testes de vigor empregados, apenas o IVG apresentou correlação moderada com o teste de germinação, o que evidenciou a redundância dos resultados para os dois testes (Figura 3). Por outro lado, tanto o tempo médio de germinação (TMG) quanto o índice de sincronização, foram capazes de evidenciar diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes, constatando-se lotes de espécies com alta a média germinação, mas baixa sincronia, como *G. integrifolia*, *T. roseoalba* e *C. fissilis*, o que



pode representar a possibilidade de distribuição da emergência das sementes ao longo do tempo em campo.

Normalmente há pouca correspondência entre resultados obtidos em laboratório/viveiro e campo (LAMICHHANE *et al.*, 2018), no entanto a equiparação dos resultados de germinação (laboratório) e germinabilidade (campo) encontrados nas espécies *H. heptaphyllus*, *E. contortisiliquum*, *P. parviflora*, *P. rohrii*, *P. elegans* e *H. courbaril*, todas de tamanhos médio e grande, mostram o quão eficiente são estas espécies em semeadura direta e que, a depender da viabilidade inicial do lote, bem como da densidade de interesse a ser obtida, pode haver redução no número de sementes semeadas para estas espécies (SOUZA; ENGEL, 2018). Outro ponto que reforça a importância dos testes em laboratório é o fato de que todos os lotes que tiveram germinação nula, também resultaram em zero emergência e germinabilidade, mostrando que o ideal é obter os resultados de laboratório antes da semeadura em campo, para evitar o uso de sementes não viáveis e inclusive substituí-las por outras espécies ou lotes. Como a germinação de várias espécies florestais é demorada (BRASIL, 2013), o teste de tetrazólio e de condutividade elétrica, testes rápidos de vigor, podem ser recomendados. Há protocolos definidos para testes de tetrazólio e de condutividade elétrica das espécies aqui estudadas, como *B. orellana* (PICOLLOTO *et al.*, 2013; FERREIRA, 2015; BOCATTO; FORTI, 2019), *C. langsdorfii* (FERREIRA *et al.*, 2004; FOGAÇA *et al.*, 2011), *E. contortisiliquum* (NOGUEIRA; TORRES; FREITAS, 2014; VASCONCELOS *et al.*, 2020), *P. dubium* (PEREZ; NEGREIROS, 2001; OLIVEIRA; CARVALHO; DAVIDE, 2004), *P. parviflora* (VALADARES; PAULA, 2008; VALADARES; PAULA; MÔRO, 2009). Para algumas espécies há metodologias definidas apenas para tetrazólio, como para *A. niopoides* (GONZALES; PAULA; VALERI, 2009), *C. speciosa* (LAZAROTTO *et al.*, 2011), *G. americana* (NASCIMENTO; CARVALHO, 1998), *J. cuspidifolia* (FOGAÇA, 2003), *S. polyphylla* (LIMA; CUNHA, 2019), *S. romanzoffiana* (IOSSI *et al.*, 2016), *T. roseoalba* (ABBADÉ; TAKAKI, 2014) e para outras espécies há metodologia indicada para condutividade elétrica, sendo o caso de *C. urucurana* (SCALON; MUSSURY; LIMA, 2012), *C. myrianthum* (BAZZANELLA *et al.*, 2019) e *Pterogyne nitens* (ATAÍDE *et al.*, 2013; GUOLLO *et al.*, 2017), por exemplo. Alguns trabalhos realizaram estudos visando definir protocolo de condutividade elétrica, no entanto não

atingiram o objetivo e sugerem mais estudos como as espécies *A. niopoides* (GONZALES; PAULA; VALERI, 2009), *A. urundeuva* (CALDEIRA; PEREZ, 2001; MARTINS NETTO; FAIAD, 1995), *C. speciosa* (ROVERI NETO; PAULA, 2017), *G. ulmifolia* (GONÇALVES; PAULA; DEMATLÊ, 2008). Portanto há necessidade de desenvolvimento de novos protocolos, ressaltando-se que o teste de germinação não deve ser substituído, apenas complementado com testes e variáveis de vigor das sementes.

## 6 CONCLUSÃO

- As baixas correlações obtidas entre as variáveis de laboratório (G, IVG, TMG e  $\bar{E}$ ) e campo indicaram que não foi possível prever o sucesso da espécie em campo em relação à sua germinabilidade (vigor) e emergência (densidade de plantas) em campo ao analisar a comunidade como um todo, sendo que apenas as espécies *E. contortisiliquum*, *H. heptaphyllus*, *H. courbaril*, *P. elegans*, *P. parviflora* e *P. violaceus*, mostraram que há correlação entre laboratório (germinação) e campo (germinabilidade).
- A técnica de osmocondicionamento, isolada ou associada à regulador de crescimento, não foi eficiente nas sementes testadas na semeadura direta;
- A aplicação de regulador de crescimento nas sementes sem dormência proporcionou maior emergência e germinabilidade, no entanto não diferiu significativamente da testemunha;
- A aplicação de regulador de crescimento nas sementes dormentes foi eficiente nas sementes que não foram submetidas à remoção de dormência; não sendo recomendado o uso de reguladores nas sementes com tratamentos de remoção de dormência;
- O regulador de crescimento pode substituir os métodos tradicionais de remoção de dormência de sementes;
- Espécies de Fabaceae, principalmente de sementes médias e grandes, são indicadas para uso em semeadura direta;
- As seguintes espécies são altamente recomendadas para uso em semeadura direta, com base em seus índices de probabilidade de sucesso: *H. heptaphyllus*, *P. elegans*, *P. parviflora*, *M. fistulifera*, *C. langsdorffii*, *S. polyphylla*, *C. speciosa*, *H. courbaril*, *E. contortisiliquum*, e *P. violaceus*.

## 7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A escassez de sementes de espécies florestais disponíveis no mercado no período adequado para a semeadura, bem como a qualidade do material comercializado, poderiam ser em parte superados, considerando aspectos como armazenamento e vigor dos lotes de sementes. Algumas espécies precisariam ser armazenadas adequadamente para que pudessem ser disponibilizadas no período de semeadura. Para isso há necessidade de conhecimento sobre os procedimentos corretos, investimento em infraestrutura e embalagens, para armazenamento adequado, bem como parcerias com empresas e/ou universidades que possuem tanto o conhecimento quanto locais propícios para o armazenamento das sementes, além de pesquisas que poderiam ser desenvolvidas visando estabelecer protocolos de sementes de espécies que ainda não tem recomendações. Com isso, a diversidade de espécies utilizadas tanto em semeadura quanto em plantios, com certeza iria aumentar, bem como a receita dos produtores e coletores de sementes.

O uso de reguladores de crescimento e a técnica do osmocondicionamento são potenciais para melhorias nos resultados de semeadura direta, no entanto há necessidade de mais estudos, combinações das técnicas, uso de diferentes produtos e concentrações. Também é necessário realizar experimentos tanto em laboratório, quanto em viveiro e em campo, para fornecer informações importantes que gradativamente nos farão avançar na restauração florestal via semeadura direta. Olhar para os avanços tecnológicos da área agrícola e trazê-los para o mundo das sementes florestais nativas pode ser um ponto de partida.

Imprescindível é o desenvolvimento de estudos com foco nas sementes pequenas. Seria um grande avanço conseguirmos associar insumos tecnológicos à sementes pequenas visando sucesso na restauração, no entanto é preciso pesquisar mais estas espécies. Muitas ainda precisam de pesquisas de base, relacionadas à colheita, maturação, ecologia de germinação. Equipes multidisciplinares, envolvendo especialistas na área vegetal em morfologia, fisiologia, química, bioquímica, genética com certeza nos fariam avançar nos estudos e descobertas sobre as sementes nativas que nos cercam de mistérios.

## REFERÊNCIAS

- ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith - bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 233-240, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622014000200003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622014000200003&lng=en&nrm=iso). Acesso em 02 abr. 2021.
- ABRECHT, L.P.; BAZO, G.L.; DEMENECK-VIEIRA, P.V.; ALBRECHT, A.J.P.; BRACCINI, A. L.; KRENCHINSKI, F.H.; GASPAROTTO, A.C. Desempenho fisiológico das sementes de ervilha tratadas com biorregulador. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.4, p. 464-470, 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5000801>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- AGUIRRE, A.G.; LIMA, J.T.; TEIXEIRA, J.; GANDOLFI, S. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. **Hoehnea**, n. 42, v.4, p. 629-640, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2236-89062015000400629&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062015000400629&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 01 jul 2020.
- ALMEIDA, L.S; GUALTIERI, S.C.J.; ALMEIDA, A.P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Condicionamento osmótico para promoção da germinação de sementes de espécies florestais utilizadas na semeadura direta. CONGRESSO FLORESTAL LATINO-AMERICANO, 7., 2018a, Vitória. **Anais [...]**. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/conflat/>. Acesso em: 02 abr. 2021.
- ALMEIDA, L.S; ALMEIDA, A.P.; SANTOS, I.P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Potencialização da germinação de sementes de espécies florestais nativas por condicionamento osmótico e insumos tecnológicos. *In*: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 3; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 10., 2018b, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Londrina: Informativo ABRATES, v. 28, n. 2. Disponível em: <https://www.sobrestauracao.org/antiores>. Acesso em: 02 abr. 2021.
- ÁLVARES-CARVALHO, S. V.; SILVA-MANN, R.; GOIS, I. B.; MELO, M. F. V.; OLIVEIRA, A. S.; FERREIRA, R. A.; GOMES, L. J. Restoration over time and sustainability of *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n.2, p. 1-9, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16029669>. Acesso em: 07 fev. 2021.
- ANDRADE, A.P.A. de. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em área degradada pela mineração**. 2008. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2008. Disponível em: [http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc\\_avaliacao\\_mineracao\\_28897.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_avaliacao_mineracao_28897.pdf). Acesso em: 10 jan. 2021.

ARAKI, D.F. Avaliação da sementeira a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas. 2005. 172 p. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/capa.asp?pi=publicacoes&id=6>. Acesso em: 18 mar. 2017.

ATAIDE, G.M; FLÔRES, A.V.; BORGES, E.E.L.; RESENDE, R.T. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 635-640, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119024993016.pdf> . Acesso em: 08 mar. 2021.

BARBEDO, C.J.; MARCOS-FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p.354-360, 1997. Disponível em: 10.17801/0101-3122/rbs.v19n2p355-361. Acesso em: 02 abr. 2021.

BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C. D.; ORTIZ, P. R. T.; BARBOSA, C.B.; BARBOSA, T.C. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf> . Acesso em: 20 mar. 2020.

BARRUETO CID, L.P. **Citocininas em plantas superiores: síntese e propriedades fisiológicas**. In: BARRUETO CID, L.P. (Editor Técnico). Hormônios vegetais em plantas superiores. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 188p.

BASEY, A.C.; FANT, J.B.; KRAMER, A.T. Producing native plant materials for restoration: 10 rules to collect and maintain genetic diversity. **Native Plants Journal**, v. 16, n. 1, p. 37-52, 2015. Disponível em: <http://npj.uwpress.org/content/16/1/37.short>. Acesso em 02 abr. 2021.

BASKIN, C.; BASKIN, J.M. **Seed ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Elsevier, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br>. Acesso em: 02 jul. 2020.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. B. Breaking seed dormancy during dry storage: a useful tool or major problem for successful restoration via direct seeding? **Plants**, v. 9, n. 636, p.1-17, 2020. Disponível em: 10.3390/plants9050636. Acesso em: 13 fev. 2021.

BATISTA NETO, J.P.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; SILVA, A.F.; CACAU, F.V. Banco de sementes do solo de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 311-320, 2007 . Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098196>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BAZZANELLA, A.P.; MATHIAS, G.L.; MITTELSTAEDT, H.R.G; RIBEIRO, M.I.; FORTES, A.M.T.; CORSATO, J.M. Suitability of electrical conductivity testing and accelerated aging for evaluating the vigor of *Citharexylum myrianthum* Cham. diaspores. **Floresta**, v. 49, n. 4, p. 701 - 708, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v49i4.57765>. Acesso em: 03 mar. 2021.

BERA, A.; MUKHOPADHYAY, E.; KAR, C.S.; KUMAR, M.; BHANDARI, H.R. Efficacy of scarification treatments on release of seed coat imposed dormancy in five wild species of genus *Corchorus*. **South African Journal of Botany**, n. 135, p. 144-147, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.07.040>. Acesso em: 05 mai. 2021.

BERGER, A.P.A.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Variabilidade na dormência relativa de diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. **Ciência Florestal**, v.24, n.2, p. 325-337, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509814570>. Acesso em: 12 jan. 2021.

BIASI, L.A. Reguladores de crescimento vegetal. In: WACHOWICZ, C.M.; CARVALHO, R.I.N. de (Org.). **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002, p. 63-94.

BOCATTO, S.J.; FORTI, V.A. Métodos para promover a superação de dormência em sementes de urucum. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 226-231, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18188/sap.v18i3.21546>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BORGES, E.E. L.; TOOROP, P.E. Fisiologia da germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. da (Orgs). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015, p. 244-258.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; PAULA, N.F. Efeito da temperatura e do estresse hídrico na germinação de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. e de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p.155-158, 1997. Disponível em: [https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c39ae85f0.23182202\\_artigo03.pdf](https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c39ae85f0.23182202_artigo03.pdf). Acesso em: 01 fev. 2021.

BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**, p. 109-123, 2004.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 6, p. 1052-1066, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000600018>. Acesso em 04 abr. 2019.

BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. L.; MARTINS, S. V. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 493-503, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300012>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. L.; MARTINS, S. V. Influência dos fatores edáficos na variação florística de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 623-633, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400004> . Acesso em 02 abr. 2021.

BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. L.; MARTINS, S. V. Banco de sementes em dois sites da Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 40, n. 3, p. 415-425, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000300005> . Acesso em 02 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013. *E-book*. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal\\_documento\\_pdf-ilovepdf-compressed.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf) . Acesso em: 4 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. *E-book*. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf). Acesso em: mar. 2020.

CALDEIRA, S.F.; PEREZ, S.C.J.G.A. Qualidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. armazenados sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 185-194, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300025> . Acesso em 02 fev. 2021.

CAMPOS-FILHO, E. M.; COSTA, J. N. M. N.; SOUSA, O. L.; JUNQUEIRA, R. G. P. Mechanized direct-deeding of native forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, 32, n. 7, p. 702-727, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817341>. Acesso em: 22 mar. 2020.

CANESIN, A.; MARTINS, J.M.D.T.; SCALON, S.de P. Q.; MASETTO, T.E. Bioestimulante no vigor de sementes e plântulas de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Cerne**, v.18, n.2, p. 309-315, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000200016>. Acesso em: 05 jun. 2020. .

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. *In*: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação**: do básico ao aplicado, p. 95-108, 2004.



CARRIJO, C.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S.; LANDAHL, D. T.; MATOS, J.M.M.; NAKANO, T.Y.R. Estabelecimento de *Eriotheca pubescens* (Bombacaceae) por meio de semeadura direta e de mudas em cascalheira. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 366-371, jul./set. 2009. Disponível em:

<http://cerne.ufla.br/ojs/index.php/CERNE/article/viewFile/193/166> . Acesso em: jan. 2021.

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

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, nº 2 p. 15 - 25, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000200003>. Acesso em: 25 out. 2020.

CARVALHO, M.L.M.; CALVI, G.P; FERAZ, I.D.K. Análise de sementes. *In*: BARBEDO, C.J.; SANTOS JUNIOR, N.A. dos. (Orgs.). **Sementes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 109-138, 2018.

CASTRO, J.; LEVERKUS, A.B.; FUSTER, F. A new device to foster oak forest restoration via seed sowing. **New Forests**, v. 46, p. 919–929, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11056-015-9478-4>. Acesso em 01 fev. 2021.

CASTRO, R.D.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo *In*: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**, p. 149-162, 2004.

CECCON, E.; GONZÁLES, E.J.; MARTORELL, C. Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? **Land Degradation & Development**, v.27, p. 511-520, 2016. DOI: 10.1002/ldr.2421. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.2421>. Acesso em: 15 jul. 2018.

CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J. Forest restoration in abandoned agricultural land: a case study from East Africa. **Conservation Biology**, v. 13, n. 6, p. 1301–1311, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98229.x>. Acesso em: 15 abr. 2021.

COLE, R.J.; HOLL, K.D.; KEENE, C.L.; ZAHAWI, R.A. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 1590–1597, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.038> Acesso em 15 abr. 2021.

DAN, L.G. de M.; BRACCINI, A. de L. e; PICCININ, G.G.; DAN, H de A.; RICCI, T.T.; SCAPIM, C.A. Influence of bioregulator on physiological quality of maize seed during storage. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.3, p. 286-294, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/cs.v5i3.373>. Acesso em: 05 jun. 2020.

DANTAS, A.C.V.L.; QUEIROZ, J.M.de O.; VIEIRA, E.L.; ALMEIDA, V. de O. Effect of gibberellic acid and the biostimulant stimulate® on the inicial growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n.1, p. 8-14, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100004>Acesso em 20 de jun. de 2020..

DAWS, M.I.; DOWNES, K.S.; KOCH, J.M.; WILLYAMS, D. Is broad-scale smoke–water application always a useful tool for improving seedling emergence in post-mining restoration? Evidence from jarrah forest restoration in Western Australia. **South African Journal of Botany**, v. 90, p. 109–113, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2013.10.015>. Acesso em: 15 abr. 2021.

DIAS, M.A.; ZUCOLATO, M.; DIAS, D.C.F.S.; SILVA, D.F.P.; SEDIYAMA, C.A.Z.; SOUZA NETO, J.D. Resposta fisiológica de sementes de variedades porta-enxertos de citros submetidas à condicionamento osmótico. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n.4, p. 238-243, 2012. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C3&q=Resposta+fisiol%C3%B3gica+de+sementes+de+variedades+portaenxertos+de+citros+submetidas+%C3%A0+condicionamento+osm%C3%B3tico&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C3&q=Resposta+fisiol%C3%B3gica+de+sementes+de+variedades+portaenxertos+de+citros+submetidas+%C3%A0+condicionamento+osm%C3%B3tico&btnG=). Acesso em: 10 fev 2020.

DOUST, S.J.; ERSKINE, P.D.; LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 1178-1188, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.06.019>. Acesso em: 07 mai. 2020.

DOUST, S.J. Seed removal and predation as factors affecting seed availability of tree species in degraded habitats and restoration plantings in rainforest areas of Queensland, Australia. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 5, p. 617–626, 2011. Disponível em: [10.1111/j.1526-100X.2010.00681.x](https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2010.00681.x). Acesso em: 15 abr. 2021.

DOUTERLUNGNE, D.; FERGUSON, B.G.; SIDDIQUE, I.; SOTO-PINTO, L. JÍMENEZ-FERRER, G.; GAVITO, M.E. Microsite determinants of variability in seedling and cutting establishment in tropical forest restoration plantations. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 6, p. 861–871. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12247/supinfo>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ELLI, E.F.; MONTEIRO, G.C.; KULEZYNSKI, S.M.; CARON, B.O.; SOUZA, V.Q. de. Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas como biorregulador vegetal. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.2, p. 366-373, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160043>. Acesso em: 09 jun. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs> . Acesso em: 12 ago. 2020.

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 152, p. 169-181, 2001. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/research/publications/misc/78142-2001-Foreco-Engel-Parrotta.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2020.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. D. A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 537-543, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000400013>. Acesso em: 15 mai. 2019.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. D. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.9, p. 903-909, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000900010>. Acesso em: 15 mai. 2019.

FERREIRA, G.; DE-LA-CRUZ-CHACON, I.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A.R. Overcoming seed dormancy in *Annona macrophyllata* and *Annona purpurea* using plant growth regulators. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, e-234, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452016234>. Acesso em: 11 nov. 2020.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A.F.; GEMAQUE, R.C.R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (LeguminosaeCaesalpinioideae) envelhecida artificialmente. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, n. 1, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/310225556\\_Qualidade\\_fisiologica\\_de\\_sementes\\_de\\_Copaifera\\_langsdorffii\\_Desf\\_Leguminosae\\_Caesalpinioideae\\_envelhecidas\\_artificialmente\\_-\\_Physiological\\_seed\\_quality\\_of\\_Copaifera\\_langsdorffii\\_Desf\\_Leguminosae\\_Caesa](https://www.researchgate.net/publication/310225556_Qualidade_fisiologica_de_sementes_de_Copaifera_langsdorffii_Desf_Leguminosae_Caesalpinioideae_envelhecidas_artificialmente_-_Physiological_seed_quality_of_Copaifera_langsdorffii_Desf_Leguminosae_Caesa) Acesso em: 25 mar. 2021.

FERREIRA, R.A.; SANTOS, P.L.; ARAGÃO, A.G. de; SANTOS, T.I.S.; SANTOS NETO, E.M. de; REZENDE, A.M. da S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 81, p. 37-46, 2009. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr81/cap04.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

FERREIRA, R. L. Teste de condutividade elétrica para estimar o vigor de sementes de urucum. **Multi-Science Journal**, v.1, n. 3, p. 3-10, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i3.79>. Acesso em: 03 mar. 2021.

FERREIRA-FILHO, P.J.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; SILVA, J.M.S.; GUERREIRO, J.C.; GHIOTTO, T.C.; PIOTROWSKI, I.; DIAS, L.P. WILCKEN, C.F.; ZANUNCIO, J.C. The exotic wasp *Megastigmus transvaalensis* (Hymenoptera: Torymidae): first record and damage on the Brazilian pepper tree, *Schinus terebinthifolius* drupes, in São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2091-2095, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140478>. Acesso em: 3 fev. 2021.

FIGLIOLIA, M.B. Teste de germinação. *In*: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. da (Orgs). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015, p. 325-343.

FOGAÇA, C.A. Padronização do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de três espécies florestais. 2003. 55f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/96814>. Acesso em 01 mar. 2021.

FOGAÇA, C.A.; KROHN, N.G.; AQUINO SOUZA, M.; PAULA, R.C. Teste de tetrazólio em sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba*. **Floresta**, v. 41, n. 4, p. 895-904, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/73111>. Acesso em: 02 mar. 2021.

FREIRE, J.M.; URZEDO, D.I.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. A realidade das sementes nativas no Brasil: desafios e oportunidades para a produção em larga escala. **Seed News**, n.21, p.24–28, 2017.

FREITAS, M.G.; RODRIGUES, S.B.; CAMPOS-FILHO, E.M.; CARMO, G.H.P. do; VEIGA, J.M. da; JUNQUEIRA, R.G.P.; VIEIRA, D.L.M. Evaluating the success of direct seeding for tropical forest restoration over ten years. **Forest Ecology and Management**, v. 438, p. 224-232, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.024>. Acesso em: 03 abr. 2020.

GALETTI, G.; SILVA, J.M.S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PIOTROWISKI, I. Análise multicriterial da estabilidade ecológica em três modelos de restauração florestal. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n.48, p. 142-157, 2018. Disponível em: [10.5327/Z2176-947820180301](https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180301). Acesso em: 20 ago. 2020.

GIRON, A.K.S.; SMITH, W.S.; SANTOS, A.C.A. ; BORGHI, T.C.; MAGRIN, A.G.E.; LEITE, A.R.C. Comunidades fito e zooplancônica do município de Sorocaba. *In*.: SMITH, W.S.; MOTA JUNIOR, V.D. da; CARVALHO, J. de L. (Orgs.). **Biodiversidade do município de Sorocaba**. Sorocaba: Prefeitura Municipal de Sorocaba/Secretaria do Meio Ambiente, 2014. p. 135-148. *E-book*. Disponível em: [encurtador.com.br/aqyI7](http://encurtador.com.br/aqyI7). Acesso em: 20 mar. 2020.

GONÇALVES, E.P.; PAULA, R.C.; DESMATTÊ, M.E.S.P. Testes de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 265-276, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/3644>. Acesso em: 17 mar. 2021.

GONZALES, J.L. S.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) burkart. Fabaceae-mimosoideae. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400005.67622009000400005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 mar. 2021.

GOULD, R.K.; MOONEY, H.; NELSON, L.; SHALLENBERGER, R.; DAILY, G.C. Restoring native forest understory: the Influence of ferns and light in a Hawaiian experiment. **Sustainability**, v. 5, 2013, p. 1317-1339. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su5031317>. Acesso em: 15 abr. 2021.

GROSSNICKLE, S.C.; IVETIC, V. Direct seeding in reforestation - a field performance review. **Reforesta**, v.4, p. 94-142, 2017. Disponível em: <http://journal.reforestationchallenges.org/index.php/REFOR/article/view/76/64>. Acesso em: 24 jun. 2020.

GUANGWU, Z.; XUWEN, J. Roles of gibberellin and auxin in promoting seed germination and seedling vigor in *Pinus massoniana*. **Forest Science**, v. 60, n.2, p. 367-373, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5849/forsci.12-143>. Acesso em: 24 jun. 2020.

GUERIN, N.; ISERNHAGEN, I.; VIEIRA, D.L.M.; CAMPOS-FILHO, E.M.; CAMPOS, R.J.B. de. Avanços e próximos desafios da semeadura direta para a restauração ecológica. In: MARTINS, V.M. (Editor). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, 2015, p. 333-376.

GUERRA, M.P. Giberelinas. In.: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. p. 279-292.

GUOLLO, K., POSSENTI, J. C., FELIPPI, M., DEL QUIQUI, E. M., LOIOLA, T. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais através do teste de condutividade elétrica. **Colloquium Agrariae**, v.13, n.1, p. 86-92. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1615>. Acesso em 05 mar. 2021.

HINOJOSA, G.F. Auxina em plantas superiores: síntese e propriedades fisiológicas. In.: BARRUETO CID, L.P. (Editor Técnico). **Hormônios vegetais em plantas superiores**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 188p.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 20 mar. 2020.

IOSSI, E.; MORO, F.V.; VIEIRA, B.G.T.L.; BARBOSA, R.M.; VIEIRA, R.D. Chemical composition and tetrazolium test of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman seeds. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, e-50, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452016550>. Acesso em: 12 jan. 2021

ISERNHAGEN, I. Uso de sementeira direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil. 2010. 105 f. **Tese** (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/capa.asp?pi=publicacoes&id=6>. Acesso em: 19 mar. 2018.

JAGANATHAN, G.K; LIU, B. Role of seed sowing time and microclimate on germination and seedling establishment of *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) in a seasonal dry tropical environment - an insight into restoration efforts. **Botany**, v. 93, p. 23-29, 2015. Disponível em: [dx.doi.org/10.1139/cjb-2014-0159](http://dx.doi.org/10.1139/cjb-2014-0159). Acesso em: 15 ab. 2021.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1025-1034, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900002>. Acesso em: 19 fev 2019.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G. A.; RAIZER, J. Water uptake, priming, drying and storage effects in *Cassia excelsa* Schrad seeds. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 1, p. 61-68, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000100008> . Acesso em: 10 mar. 2018.

JISHA, K.C.; VIJAYAKUMARI, K.; PUTHUR, J.T. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.35, n. 5, p.1381-1396, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11738-012-1186-5.pdfdoi:10.1007/s11738-012-1186-5>. Acesso em: 1 jun. 2020.

KAHLIQ, A.; MATLOOB, A.; KHAN, M.B; TANVEER, A. Differential suppression of rice weeds by allelopathic plant aqueous extracts. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 21–28, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100003>. Acesso em: 24 jun.2020.

KISSMANN, C., SCALON, S.P.Q.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M.C. Biorregulador e pré-condicionamento osmótico na germinação de sementes e no crescimento inicial da muda de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença) - Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 58-67, 2011 . Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722011000100009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000100009&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 01 jul. 2020.

KOLLING, D.F.; SANGOI, L.; SOUZA, C.A.; SCHENATTO, D.E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C.M.. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 2, 2016, p. 248-253. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150504>. Acesso em: 25 mai. 2020.

KUARAKSA, C.; ELLIOTT, S. The use of asian *Ficus* species for restoring tropical forest ecosystems. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 1, p. 86–95, 2013. Disponível em: 10.1111/j.1526-100X.2011.00853.x. Acesso em: 15 abr. 2021.

LABORDE, J.; CORRALES-FERRAYOLA, I. Direct seeding of *Brosimum alicastrum* SW. (Moraceae) and *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Mimosaceae) in different habitats in the dry tropics of central Veracruz. **Acta Botânica Mexicana**, n. 100, p. 107-134, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-71512012000300005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512012000300005&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 15 abr. 2021.

LACERDA, D.M.A.; FIGUEIREDO, P.S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 294-304, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n2/v39n2a08.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2017.

LAMICHHANE, J.R.; DEBAEKE, P.; STEINBERG, C.; YOU, M.P.; BARBETTI, M.J.; AUBERTOT, J. Abiotic and biotic factors affecting crop seed germination and seedling emergence: a conceptual framework. **Plant Soil**, n. 432, p. 1-28, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3780-9>. Acesso em: 18 mar 2021.

LAZAROTTO, M.; PIVETA, G.; MUNIZ, M.F.B.; REINIGER, L.R.S. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744110003>. Acesso em: 11 mar. 2021.

LIMA, A.T.; CUNHA, P.H.J.; DANTAS, B.F.; MEIADO, M.V. Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination? **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 1, p.036-043, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v40n1182838>. Acesso em: 22 ago 2020.

LIMA, E.C.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R.C.; SOARES, F.P.; EMRICH, E.B., SILVA, A.A.N. Callus induction in leaf segments of *Croton urucurana* Baill. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p. 17-22, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000100002>. Acesso em: 23 fev. 2021.

LIMA, T.L.; CUNHA, M.C.L. Viabilidade de sementes de *Senegalia polyphylla* pelo teste do tetrazólio. **Revista Ciência Agrícola**, v. 17, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/rca.v17i3.7406>. Acesso em: 15 mar. 2021.

LOF, M.; CASTRO, J.; ENGMAN, M.; LEVERKUS, A.B.; MADSEN, P.; REQUE, J.A.; VILLALOBOS, A.; GARDINER, E.S. Tamm Review: direct seeding to restore oak (*Quercus* spp.) forests and woodlands. **Forest Ecology and Management**, v. 448, p. 474–489, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.06.032>. Acesso em: 15 abr. 2021.

LOPES, S.F.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, A.P.; VALE, V.S. An ecological comparison of floristic composition in seasonal semideciduous forest in southeast Brazil: implications for conservation. **International Journal of Forestry Research**, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2012/537269>. Acesso em 20 mar. 2021.  
LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 352p.

MACÊDO, J.T. Comportamento alimentar de *Sciurus ingrami* (Mammalia: Rodentia): interação trófica com a palmeira jerivá *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) e o coleóptero concorrente *Revena rubiginosa*. 2014. 22 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/142876/000867342.pdf?sequence=1>  
<http://www.lerf.eco.br/capa.asp?pi=publicacoes&id=6>. Acesso em: 19 abr. 2021.  
MADSEN, M.D.; SVEJCAR, L.; RADKE, J.; HULET, A. Inducing rapid seed germination of native cool season grasses with solid matrix priming and seed extrusion technology. **Plos one**, n. 13, v.10, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal>. Acesso em: 12 fev. 2020.

MADSEN, M.D.; DAVIES, K.W.; BOYD, C.S.; KERBY, J.D.; SVEJCAR, T.J. Emerging seed enhancement technologies for overcoming barriers to restoration. **Restoration Ecology**, v. 24, n. 2, p. 77–84, 2016. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12332/supinfo>. Acesso em: 19 fev 2021.

MAGURRAN, A.E. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução: Vianna, D.M. Curitiba: Ed. da UFPR, 2013. 261p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARTINS NETTO, D.A.; FAIAD, M.G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p. 75-80, 1995. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/477303/1/Viabilidadesanidade.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2021.

MATSUMOTO, K. **Giberelinas em plantas superiores: síntese e propriedades fisiológicas**. In: BARRUETO CID, L.P. (Editor Técnico). **Hormônios vegetais em plantas superiores**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 188p.



MATTEI, V.L. Preparo de solo e uso de protetor físico, na implantação de *Cedrela fissilis* V. e *Pinus taeda* L., por semeadura direta. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n. 3, 127-132, set.-dez., 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/131/128>. Acesso em: 19 mar. 2019.

MELO, L. D. F. A.; MELO JUNIOR, J.L.A.; ARAÚJO NETO, J.C.; FERREIRA, V.M.; NEVES, M.I.R.S.; CHAVES, L.F.G. Influence of light, temperature and humidity on substrate and osmoconditioning during the germination of *Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 7, p. 1177–1183, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.07.pne1139>. Acesso em 25 abr. 2019.

MENEGHELLO, G.E.; MATTEI, V.L. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 21-27, 2004. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v14n2/A3V14N2.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2019.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – M.A. **Ecosystems and Human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

MIRANSARI, M.; SMITH, D.L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p. 110-121, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>. Acesso em: 11 nov 2020.

MOGILSKI, M.; FENSHAM, R.J.; FIRN, J. Effects of local environmental heterogeneity and provenance selection on two direct seeded eucalypt forest species. **Restoration Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1348–1356, 2020. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13255/supinfo>. Acesso em: 15 ab. 2021.

MORI, E.; PIÑA- RODRIGUES, F.C.M.; FREITAS, N. **Sementes florestais: guia para a germinação de 100 espécies nativas**, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/236596314\\_Sementes\\_florestais\\_guia\\_para\\_a\\_germinacao\\_de\\_100\\_especies\\_nativas](https://www.researchgate.net/publication/236596314_Sementes_florestais_guia_para_a_germinacao_de_100_especies_nativas). Acesso em: 01 nov. 2017.

MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F. dos; SCAPIM, C.A.; BRANCCINI, A. de L. e.; BONATO, C.M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n.5, p. 651-660, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>. Acesso em: 3 mar. 2020.

NAMBARA, E.; OKAMOTO, M.; TATEMATSU, K.; YANO, R.; SEO, M.; KAMIYA, Y. Abscisic acid and the control of seed dormancy and germination. **Seed Science Research**, v.20, p. 55-67, 2010. Disponível em: [10.1017/S0960258510000012](https://doi.org/10.1017/S0960258510000012). Acesso em: 10 mar. 2021.

NASCIMENTO, J.P.B.; DANTAS, B.F.; MEIADO, M.V. D Hydropriming changes temperature thresholds for seed germination of tree species from the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Journal of Seed Science**, v. 43, e202143004, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v43238649>. Acesso em: 03 abr. 2021.

NASCIMENTO, W.M.O.; CARVALHO, N.M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 470-474, 1998.

NASSIF, S.M.L; PEREZ, S. C. J. G. D. A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul. - Fabaceae-caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 142-149, 1997.

NOGUEIRA, N.W; TORRES, S.B.; FREITAS, R.M.O. Teste de tetrazólio em sementes de timbaúba. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2967-2975. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744145009>. Acesso em: 10 mar. 2021.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G.W.; BEWLEY, J.D. Germination – still a mystery. **Plant Science**, v. 179, p. 574–581, 2010. Disponível em: 10.1016/j.plantsci.2010.02.010. Acesso em: 20 jan. 2021.

OKAMOTO, M.; TATEMATSU, K.; MATSUI, A.; MOROSAWA, T.; ISHIDA, J.; TANAKA, M.; ENDO, T.A.; MOCHIZUKI, Y.; TOYODA, T.; KAMIYA, Y.; SHINOZAKI, K.; NAMBARA, E.; SEKI, M. Genome-wide analysis of endogenous abscisic acid-mediated transcription in dry and imbibed seeds of Arabidopsis using tiling arrays. **The Plant Journal**, v. 62, p. 39–51. Disponível em: 10.1111/j.1365-313X.2010.04135.x. Acesso em: 02 mar. 2021.

OLIVEIRA, F. de A. de; GUEDES, R.A.A.; GOMES, L.P.; BEZERRA, F.M.S.; LIMA, L.A.; OLIVEIRA, K.T. de. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 204-210, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p204-210>. Acesso em: 05 jun. 2020.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, L.M., DAVIDE, A.C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Leguminosae Caesalpinoideae. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 159-166, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74411206>. Acesso em 10 mar. 2021.

OREJA, F.H., BATLLA, D.; FUENTE, E.B. *Digitaria sanguinalis* seed dormancy release and seedling emergence are affected by crop canopy and stubble. **Weed Research**, v. 60, p. 111–120, 2020. Disponível em: DOI: 10.1111/wre.12392. Acesso em: 01 mai. 2021.

PALMA, A.C.; LAURANCE, S.G.W. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: what do we know and where should we go? **Applied Vegetation Science**, n. 18, p.561–568, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12173>. Acesso em: 20 fev. 2020.

PALMERLEE, A.P.; YOUNG, T.P. Direct seeding is more cost effective than container stock across ten woody species in California. **Native Plants Journal**, v. 11, n. 2, p. 89-102, 2010. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/388003>. Acesso em: 15 abr. 2021.

PEDRINI, S.; MERRITT, D.J., STEVENS, J.; DIXON, K. Seed Coating: Science or Marketing Spin? **Trends in Plant Science**, v. 22, n. 2, p. 106-116, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2016.11.002>. Acesso em: 10 mai. 2020.

PELLIZZARO, K.F.; CORDEIRO, A.O.O.; ALVES, M. “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, 681–693, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-6>. Acesso em: 11 ago 2019.

PENFIELD, S. Seed dormancy and germination. **Current Biology**, v. 27, n. 11, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.050>. Acesso em: 05 ago. 2020.

PERES, L.E.P.; KERBAUY, G.B. Citocininas. In.: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. p. 250-278.

PEREZ, S.C.J.G.A. Envoltórios. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**, p. 125-134, 2004.

PEREZ, S.C.J.G.A; NEGREIROS, G.F. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.175-183, 2001. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em condições de estresse. Disponível em: [https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c51adc4b8.17472947\\_artigo25.pdf](https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c51adc4b8.17472947_artigo25.pdf). Acesso em: 13 fev. 2021.

PICOLLOTO, D.R.N.; THEODORO, J.V.C.; DIAS, A.R.; THEODORO, G.F.; ALVES, C.Z. Germinação de sementes de urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 232-238, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000300004>. Acesso em: 07 mar. 2021.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; MARTINS, R.B. Dormência: conceito, tipos e formas de superação. In: MORI, E.; PINA RODRIGUES, F.; FREITAS, N. **Sementes florestais: guia para a germinação de 100 espécies nativas**, 2012. p. 19-26.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; AGUIAR, I.B. de. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

PIOTROWSKI, I.; SILVA, J.M.S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Linha do tempo de implantação e manejo de áreas restauradas por semeadura direta**. Disponível em: 10.13140/RG.2.2.24134.29768. Acesso em: 12 mar. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA. **Mapa de vegetação, uso e ocupação do solo**. [2010?]. Disponível em: <http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/gestaoambiental/wp-content/uploads/sites/4/2015/12/mse-pda-16-mapa-de-vegetaco-uso-e-ocupaco-do-solo.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2020.

RANAL, M.A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-4042006000100002>. Acesso em: 25 out 2018.

RANAL, M.A.; SANTANA, D.G.; FERREIRA, W.R.; MENDES-RODRIGUES, C. Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.4, p.849-855, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbb/v32n4/a22v32n4.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830p.

REGNIER, L.L.P. Germination analysis of *Pterocarpus rohrii* Vahl under different sowing techniques. **International Journal of Current Research**, v. 11, n. 2, p.1495-1499, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.24941/ijcr.34394.02.2019>. Acesso em: 10 mar. 2021.

RENZI, J.P.; DUCHOSLAV, M.; BRUS, J.; HRADRILOVÁ, I.; PECHANEC, V.; VÁCLAVEK, T.; MACHALOVÁ, J.; HRON, K.; VERDIER, J.; SMÝKAL, P. Physical dormancy release in *Medicago truncatula* seeds is related to environmental variations. **Plants**, v. 9, n. 503, 2020. Disponível em: doi:10.3390/plants9040503 [www.mdpi.com/journal/plants](http://www.mdpi.com/journal/plants). Acesso em: 13 abr. 2021.

RHAMAN, M.S.; IMRAN, S. .; RAUF, F. .; KHATUN, M. .; BASKIN, C.C.; MURATA, Y.; HASANUZZAMAN, M. Seed priming with phytohormones: an effective approach for the mitigation of abiotic stress. **Plants**, v. 10 , n. 37, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants10010037>. Acesso em: 10 fev. 2021.

RODRIGUES, S.B. Espécies semeadas e colonizadoras garantem a trajetória sucessional da restauração de florestas na bacia do alto Xingu. Orientador: Daniel Luis Mascia Vieira. 2018. 48p. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1108360/1/2018SilviaBarbosaRodrigues.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

RODRIGUES, S. B.; FREITAS, M.G.; CAMPOS-FILHO, E.M.; CARMO, G.H.P. do; VEIGA, J.M. da; JUNQUEIRA, R.G.P.; VIEIRA, D.L.M. Direct seeded and colonizing species guarantee successful early restoration of South Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 451, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117559>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R.C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 318-327, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170037>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SAMPAIO, A.B.; VIEIRA, D.L.M.; HOLL, K.D.; PELLIZZARO, K.F.; ALVES, M.; COUTINHO, A.G.; CORDEIRO, A.; RIBEIRO, J.F.; SCHIMIDT, I.B. Lessons on direct seeding to restore neotropical savanna. *Ecological Engineering*, v. 138, p. 148-154, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.07.025>. Acesso em: 21 mar 2020.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248p.

SANTOS, P.L.; FERREIRA, R.A.; ARAGÃO, A.G.; AMARAL, L.A.; OLIVEIRA, A.S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, v.36, n.2, p.237-245, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n2/a05v36n2.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2017.

SANTOS JUNIOR, N.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Cerne**, v. 10, n. 1, p. 103-117, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Nelson-Junior-3/publication/35013241\\_Estabelecimento\\_inicial\\_de\\_especies\\_florestais\\_nativas\\_em\\_sistema\\_de\\_semeadura\\_direta/links/5703b16708aea09bb1a4491a/Estabelecimento-inicial-de-especies-florestais-nativas-em-sistema-de-semeadura-direta.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nelson-Junior-3/publication/35013241_Estabelecimento_inicial_de_especies_florestais_nativas_em_sistema_de_semeadura_direta/links/5703b16708aea09bb1a4491a/Estabelecimento-inicial-de-especies-florestais-nativas-em-sistema-de-semeadura-direta.pdf). Acesso em: 19 mar. 2019.

SANTOS JUNIOR, N. A.; FERREIRA, R.A. Fatores determinantes para a eficiência no uso das sementes. *In*: BARBEDO, C.J.; SANTOS JUNIOR, N.A. dos. (Orgs.). **Sementes do Brasil**: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 139-160, 2018.

SANTOS JUNIOR, R.; SILVA, A. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J. W. Grimes. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 971-979, 2020. Disponível em: [doi:https://doi.org/10.5902/1980509830946](https://doi.org/10.5902/1980509830946). Acesso em: 11 jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Instituto Agronômico. **Solos do Estado de São Paulo**: cambissolos. Campinas: IAC: APTA, 2014. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Cambissolos.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SCHIMIDT, I.B.; URZEDO, D.I.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; VIEIRA, D.L.M.; REZENDE, G.M.; SAMPAIO, A.B.; JUNQUEIRA, F.G.P. Community-based native seed production for restoration in Brazil—role of science and policy. **Plant Biology**, v. 21, p. 389-397, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/plb.12842>. Acesso em: mai. 2020.

SHIBATA, M.; CORREDOR-PRADO, J.P.; OLIVEIRA, L.M. Germinação e condutividade elétrica de sementes de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v.3, n. 3, p. 98-105, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/236355274.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SCALON, S.P.Q; MUSSURY, R.M .; LIMA, A. A. Germinação de sementes de *Croton urucurana* L. expostas a diferentes temperaturas de armazenamento e tratamentos pré-germinativos. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 1, p. 191-200, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652012000100020>. Acesso em 12 mar. 2021.

SILVA, A.C.; SILVA, M.P.P.; ZAMITH, R.; GALETTI, G.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Osmotic treatment, growth regulator and rooter in *Tabebuia roseoalba* (RIDL.) Sandwith seeds for direct sowing. **Journal of Seed Science**, v.42, e202042022, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v42226945>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SILVA, E.A.A.; OLIVEIRA, J.M.; PEREIRA, W.V.S. Fisiologia das sementes. In: BARBEDO, C.J.; SANTOS JUNIOR, N.A. dos. (Orgs.). **Sementes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 15-40, 2018.

SILVA, R.R.P; VIEIRA, D.L.M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. **Applied Vegetation Science**, v. 20 p. 410-421, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12305>. Acesso em: 13 jun. 2020.

SOARES, P.G.; RODRIGUES, R.R. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 115-121, 2008. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr78/cap03.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

SOUZA, D.C. de; ENGEL, V.L. Direct seeding reduces costs, but it is not promising for restoring tropical seasonal forests. **Ecological Engineering**, v. 116, p. 35-44, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.019>. Acesso em: 22 jan. 2020.

SOUZA JUNIOR, C. N.; BRANCALION, P. H. S. **Sementes e mudas: guia para propagação de árvores brasileiras**. 2016. 463p.

SOUZA NETA, M.L. de; OLIVEIRA, F. de A. de; TORRES, S.B.; SOUZA, A.A.T.; SILVA, D.D.A. da; SANTOS, S.T. Gherkin cultivation in saline medium using seeds treated with a biostimulant. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.40, n.1, p. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.35216>. Acesso em: 6 mai. 2020.

SOUZA, T.V., TORRES, I.C., STEINER, N.; PAULILO, M.T.S. Seed dormancy in tree species of the Tropical Brazilian Atlantic Forest and its relationships with seed traits and environmental conditions. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, p. 243-264, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40415-014-0129-3>. Acesso em: 20 mai. 2019.

ST-DENIS, A.; MESSIER, C.; KNEESHAW, D. Seed side, the only factor positively affecting direct seeding success in na abandoned field in Quebec, Canada. **Forests**, v. 4, p. 500-516, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f4020500>. Acesso em: 12 jan. 2020.

STEIN, M.; SERBAN, C.; McCORD, P. Exogenous ethylene precursors and hydrogen peroxide aid in early seed dormancy release in sweet cherry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n. 146, v. 1, p. 50-55, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/JASHS04952-20>. Acesso em: 05 mai. 2021.

STIMULATE®. Bula do produto Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA sob o nº 3601. 2017.

STIMULATE®. Disponível em: <https://www.stoller.com.br/solucoes/fisiologicos/>. Acesso em: 1 jun. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre : Artmed, 2017. Disponível em: [https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/474835/mod\\_resource/content/0/Fisiologia%20e%20desenvolvimento%20vegetal%20-%20Zair%206%C2%AAed.pdf](https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/474835/mod_resource/content/0/Fisiologia%20e%20desenvolvimento%20vegetal%20-%20Zair%206%C2%AAed.pdf). Acesso em 05 jun.2020. E-book.

TANVEER, A.; TASNEEM, M.; KHALIQ, A.; JAVAID, M. M.; CHAUDHRY, M. N. Influence of seed size and ecological factors on the germination and emergence of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 39–51, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100005>. Acesso em: 24 jun.2020.

TAYLOR, A.G.; KLEIN, D.E.; WHITLOW, T.H. SMP: Solid Matrix Priming of Seeds. **Scientia Horticulturae**, v. 37, p. 1-11, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90146-X](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90146-X). Acesso em: 19 fev 2021.

TSOBENG, A.L.; ASAAH, E.; MAKUETI, J.; TCHOUNDJEU, Z.; VAN DAMME, P. Propagation of *Pentaclethra macrophylla* Benth (Fabaceae) through seed and rooting of leafy stem cuttings. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)**, v. 3, nº. 12, p. 10-20, 2013. Disponível em: <http://www.innspub.net>. Acesso em 24 jun. 2020.

- URZEDO, D.I.; FISHER, R.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; JUNQUEIRA, R.G.P. **Restoration Ecology**, v. 27, n.4, p. 768-774, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rec.12936>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. D. S.; DEMINICIS, B. B.; et al. Different Treatments for Breaking Dormancy of *Leucaena* Seeds (*Leucaena leucocephala*). *Journal of Agricultural Science*, v. 9, n. 3, p. 172, 2017.
- VÁLIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 79-84, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000100009>. Acesso em: 16 ju. 2020.
- VALADARES, J.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae). **Revista Ceres**, v 55, n.4, p. 273-279, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226703005>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- VALADARES, J.; PAULA, R.C.; MÔRO, F.V. Germinação, desenvolvimento de plântulas e teste de tetrazólio em *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae). **Científica**, v.37, n.1, p.39 - 47, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2009v37n1p39+-+47>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- VASCONCELOS, W.A.; LAMBERT, A.C.A.; MIRANDA, S.C.; SOUZA, P.B.; BARREIRA, S.S. Testes alternativos para a avaliação da viabilidade fisiológica de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **PubVet**, v. 14, n. 4, p. 141, 2020. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/6916/testes-alternativos-para-a-avaliaccediltildeo-da-viabilidade-fisioloacutegica-de-sementes-de-enterolobium-contortisiliquum-vell-morong>. Acesso em: 11 mar. 2021.
- VIEIRA, C.V.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; NERY, F.C.; SANTOS, M.O. Germinação e armazenamento de sementes de camboatã (*Cupania vernalis* Cambess.) Sapindaceae. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.813-823, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Meline-Santos/publication/262499971\\_Germination\\_and\\_storage\\_of\\_Cupania\\_vernalis\\_Cambess\\_seeds\\_-\\_sapindaceae/links/566051ef08aefbca318dc47d/Germination-and-storage-of-Cupania-vernalis-Cambess-seeds-sapindaceae.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Meline-Santos/publication/262499971_Germination_and_storage_of_Cupania_vernalis_Cambess_seeds_-_sapindaceae/links/566051ef08aefbca318dc47d/Germination-and-storage-of-Cupania-vernalis-Cambess-seeds-sapindaceae.pdf). Acesso em: 14 mar. 2021.
- VIEIRA, E.L.; SOUZA, G.S. de; SANTOS, A.R. dos; SILVA, J dos S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. 230p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/biologia/livros/MANUAL%20DE%20FISIOLOGIA%20VEGETAL.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2020. *E-book*.
- VILLELA, F. N. J.; MANFREDINI, S.; CORRÊA, A. J. M.; CARMO, J. B. MORFOPEDOLOGIA E ZONEAMENTO VOLTADO À OCUPAÇÃO. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 30, p. 179-192, 15 dez. 2015. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/102857/107763>. Acesso em: 11 jul. 2020.



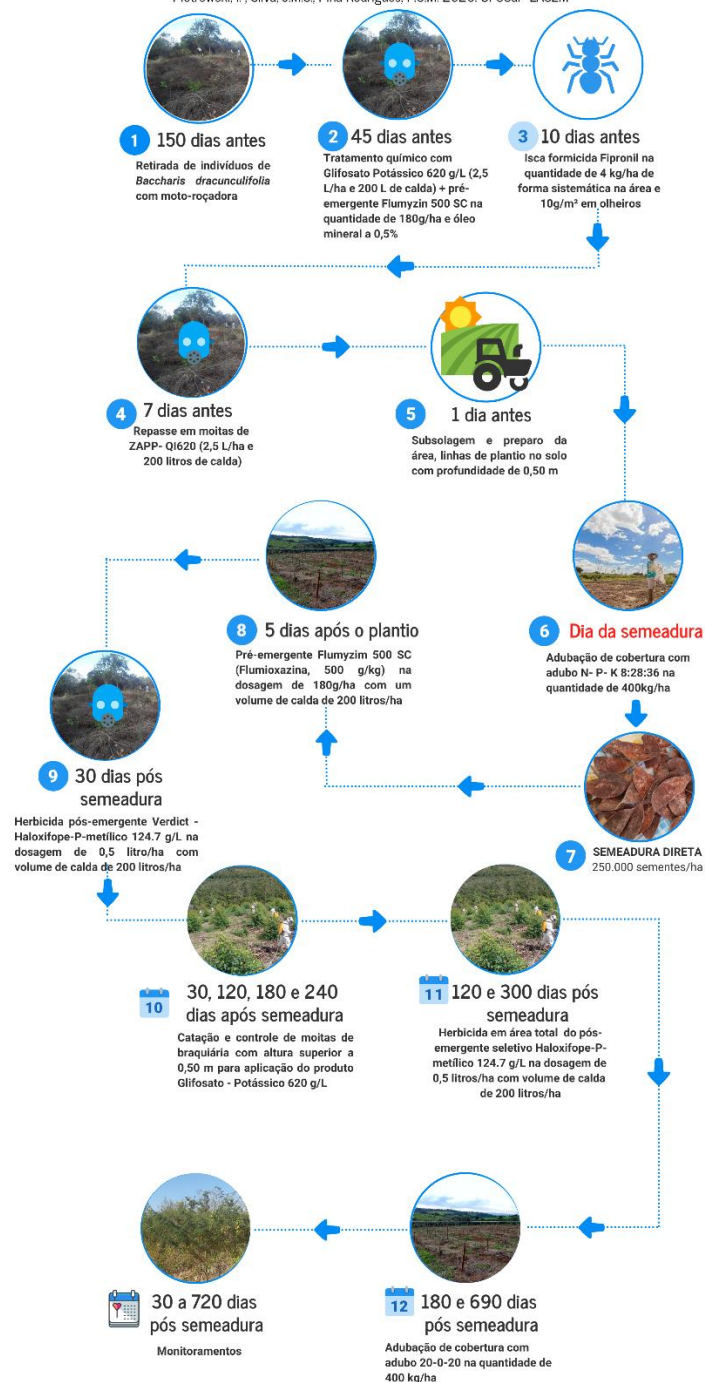
Z Aidan, L.B.P.; Barbedo, C.J. Quebra de dormência em sementes. *In*:  
Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Orgs.) **Germinação**: do básico ao aplicado, p.  
135-146, 2004.

## APÊNDICE

APÊNDICE A – Protocolo de manejo de área de semeadura direta em regiões de Floresta Estacional (PIOTROWSKI et al., 2020).

### Implantação e Manejo em Semeadura Direta

Piotrowski, I.; Silva, J.M.S.; Piña-Rodrigues, F.C.M. 2020. UFSCar- LASEM



Linha do tempo de implantação e manejo de áreas restauradas por semeadura direta.  
Piotrowski, I.; Silva, J.M.S.; Piña-Rodrigues, F.C.M. 2020.  
UFSCar- LASEM

## ANEXOS

ANEXO A – Dados climáticos do município de Sorocaba-SP obtidos da estação número 83851 no período de estudo (anos de 2018 e 2019). Médias seguidas de desvio-padrão. InSol. = insolação; Precip.= precipitação; Temp.= temperatura; Méd.=média; Mín. = mínima; Máx.= máxima; U.R.= umidade relativa.

| Ano  | InSol. Méd<br>(h) | InSol.<br>Total (h) | Precip. Méd.<br>(mm) | Precip. Total<br>(mm) | Temp.<br>Méd. (°C) | Temp.<br>Mín. (°C) | Temp.<br>Máx. (°C) | U.R.<br>(%) |
|------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 2018 | 178,8±28,3        | 1609,6              | 78,9±65,3            | 947,4                 | 21,8±2,7           | 17,0±2,9           | 28,6±2,7           | 76,7±3,1    |
| 2019 | 171,6±40,7        | 1373,1              | 84,3±74,2            | 1018,7                | 22,2±2,3           | 17,1±2,7           | 28,7±2,1           | 77,5±5,1    |

Fonte: adaptado INMET (2020)

ANEXO B – Lista de espécies que foram submetidas a testes em laboratório, com descrição dos métodos de remoção da dormência (Q.D.), temperatura e substratos utilizados nos testes de germinação. Remoção da dormência: X = com remoção da dormência e ---- = sem remoção da dormência. SP = sobre papel, EV = entre vermiculita e SV = sobre vermiculita.

| Nome científico   | Quebra de dormência (QD) | Tratamento QD   | Substrato | Temperatura |
|---|--------------------------|---|-----------|-------------|
| 1 <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart     | X                        | Imersão em água quente a 80°C, fora do aquecimento, por 3 minutos                               | SP        | 25          |
| 2 <i>Apeiba tiburbou</i> Aubl.                            | X                        | Imersão em água quente a 90°C, fora do aquecimento, por 10 minutos                              | EV        | 30          |
| 3 <i>Bixa orellana</i> L.                                 | ----                     | -----   | SV        | 30          |
| 4 <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.                    | ----                     | -----   | SP        | 30          |
| 5 <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                           | ----                     | -----   | SP        | 25          |
| 6 <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna              | X                        | Imersão em água a temperatura ambiente por 24h  | SV        | 25          |
| 7 <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.                    | ----                     | -----   | SP        | 25          |
| 8 <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.                     | X                        | Imersão em água temperatura ambiente por 96 horas   | SV        | 25          |
| 9 <i>Croton floribundus</i> Spreng.                       | X                        | Imersão em água temperatura ambiente por 24 horas   | SP        | 30          |
| 10 <i>Croton urucurana</i> Baill.                         | X                        | Imersão em água 50° C, fora do aquecimento, por 2 min   | SV        | 30          |
| 11 <i>Cupania vernalis</i> Cambess.                       | ----                     | -----   | SV        | 30          |
| 12 <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong    | X                        | Imersão em água a 80° C, fora do aquecimento, por 12 horas                                      | SP        | 25          |
| 13 <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.          | ----                     | -----   | SP        | 25          |
| 14 <i>Genipa americana</i> L.                             | X                        | Imersão em água temperatura ambiente por 48 horas   | SV        | 25          |
| 15 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                          | X                        | Imersão em água quente a 90°C, fora do aquecimento, por 1 minuto                                | SP        | 25          |
| 16 <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos        | ----                     | -----   | SP        | 25          |
| 17 <i>Hymenaea courbaril</i> L.                           | X                        | Imersão em água a 90°C, mantendo até temperatura ambiente                                       | SV        | 30          |
| 18 <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                    | ----                     | -----   | SP        | 30          |
| 19 <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                         | ----                     | -----   | SP        | 25          |
| 20 <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.          | X                        | Imersão em água a 96°C, fora do aquecimento, por 24h  | EV        | 25          |
| 21 <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze                 | X                        | Imersão em água quente a 80°C, fora do aquecimento, por 18 horas                                | SP        | 30          |
| 22 <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allenão                  | X                        | Imersão em água a 25° C por 24h   | SP        | 25          |
| 23 <i>Myroxylon periferum</i> L.f.                        | X                        | Imersão em água a 50°C, seguida de rápida imersão em água temperatura ambiente                  | SV        | 25          |
| 24 <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | X                        | Imersão em água por 12h em 30°C e 12h em 20°C   | SV        | 30          |
| 25 <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.              | X                        | Imersão em água a 80° C, fora do aquecimento por 5 min  | SP        | 25          |
| 26 <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.       | X                        | Imersão em água temperatura ambiente por 36h  | SV        | 25          |
| 27 <i>Platypodium elegans</i> Vogel                       | ----                     | -----   | EV        | 30          |
| 28 <i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.                   | ----                     | -----   | EV        | 30          |
| 29 <i>Psidium myrtoides</i> O.Berg                        | ----                     | -----   | EV        | 30          |
| 30 <i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.                      | ----                     | -----   | EV        | 30          |
| 31 <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl                         | ----                     | -----   | SV        | 30          |
| 32 <i>Pterogyne nitens</i> Tul.                           | X                        | Imersão em água a 65°C, fora do aquecimento, por mais 12 horas a partir da temperatura ambiente | SP        | 25          |
| 33 <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.                  | ----                     | -----   | SP        | 25          |
| 34 <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose       | X                        | Imersão em água a temperatura ambiente por 2h   | SP        | 25          |
| 35 <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby     | X                        | Imersão em água a 100°C, fora do aquecimento, por 24 horas                                      | SP        | 25          |
| 36 <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.         | X                        | Imersão em água temperatura ambiente por 96 horas   | EV        | 30          |
| 37 <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.            | ----                     | -----   | SP        | 25          |