



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LUCAS FERREIRA ARAÚJO**

**EFEITO DO VERANICO E DA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE  
SEMENTES FLORESTAIS NO SUCESSO DA SEMEADURA DIRETA**

Dra. Juliana Müller Freire  
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ  
SETEMBRO – 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LUCAS FERREIRA ARAÚJO**

**EFEITO DO VERANICO E DA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE  
SEMENTES FLORESTAIS NO SUCESSO DA SEMEADURA DIRETA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Dra. Juliana Müller Freire  
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ  
SETEMBRO – 2022

**EFEITO DO VERANICO E DA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES  
FLORESTAIS NO SUCESSO DA SEMEADURA DIRETA**

**LUCAS FERREIRA ARAÚJO**

APROVADA EM: 06/09/2022

BANCA EXAMINADORA:

---

Pesquisadora Dra. Juliana Müller Freire – Embrapa Agrobiologia  
Orientadora

---

Pesquisador Dr. Guilherme Montandon Chaer – Embrapa Agrobiologia  
Membro

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles – UFRRJ  
Membro

*Em honra à minha família, em memória ao meu pai e dedicado a todos que ainda acreditam que um outro mundo é possível.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe, Rosa, e minha irmã, Mariana por todo carinho e atenção prestados a mim desde sempre. Sem vocês, eu não seria nada!

Agradeço também a Embrapa Agrobiologia, pela oportunidade de me formar um profissional melhor e pelo período que pude conviver nesta unidade de pesquisa com profissionais incríveis e inspiradores. Agradeço a minha orientadora, Dra. Juliana Müller Freire, por todos os ensinamentos e paciência nesta jornada, obrigado por tudo, Ju, você é incrível!

Agradeço aos membros da banca, Dr. Guilherme Chaer e Dr. Paulo Leles pelas contribuições à melhoria do trabalho e sugestões para futuros estudos!

Agradeço aos funcionários da Embrapa Agrobiologia, em especial, Alderi, Josias, Luciano e todos os outros que auxiliaram na implantação e monitoramento deste experimento!

Agradeço ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu pela disponibilização de recursos para que esta pesquisa fosse realizada.

Agradeço ao amigo Edézio Miranda e à Agroicone por ter disponibilizado as sementes para este experimento e por todas trocas de ideias frutíferas que consolidaram este trabalho. Agradeço à amiga Estela Palha pela ajuda inestimável no monitoramento do experimento e por ter compartilhado comigo momentos divertidos e muitos carrapatos em campo!

Agradeço a Dra. Fátima Piña-Rodrigues por ter trabalhado os dados do experimento e por todo tempo e atenção dispendidos para uma melhor comunicação dos resultados deste estudo.

Agradeço também a equipe do projeto Replantando Vida, da CEDAE, pelo auxílio na semeadura, implantação e manutenção do experimento, sem vocês este trabalho não seria possível!

Agradeço a instituição que foi minha segunda casa durante este período, a bela UFRRJ, pelo acolhimento e por todos os ensinamentos, a experiência nessa Universidade foi única.

Agradeço a todos que permearam minha vida durante este tempo e com quem pude me relacionar, conviver, trocar e aprender na Universidade e no alojamento estudantil da Rural, por todos os momentos de descontração, cafezinhos e também por todos os conflitos, que no final sempre trazem um ensinamento.

Agradeço também ao senhor Carlos José de Medeiros, melhor artesão bambuzeiro do Rio de Janeiro e que me ensinou muito mais do que apenas bambuzeria, me ensinou sobre a vida!

Agradeço a todos os funcionários de todos lugares, setores e departamentos por onde passei, são detentores de imenso conhecimento e sabedoria, aprendi demais com vocês, um salve especial aos senhores Sebastião do viveiro, Paulo César das sementes e Mário da serraria!

São muitas pessoas a quem devo agradecimentos e reconhecimento por ter chegado até aqui, obrigado a todas e todos, espero que possa retribuir e prosseguir ajudando e sendo ajudado por onde passar, e que eu nunca me esqueça que a luta pela conservação da natureza é coletiva!

## RESUMO

A Bacia Hidrográfica do rio Guandu tem mais de 50% das suas áreas em estágio de degradação e abastece cerca de 9 milhões de pessoas. A semeadura direta com espécies nativas é uma técnica de restauração promissora para recomposição da vegetação nativa devido ao seu baixo custo de implantação. Comumente os projetos de restauração são realizados na época de chuvas, porém em muitas regiões do Brasil ocorre o fenômeno do veranico, que é um período de estiagem que pode durar mais de 20 dias em plena estação chuvosa. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do veranico e da superação da dormência de sementes de 13 espécies nativas através do método de semeadura direta em Seropédica/RJ. Foram avaliados três períodos de semeadura, dez/20 (30 dias antes do veranico), fev/21 (1 dia depois do veranico) e mar/21 (25 dias depois do veranico), combinados com a superação ou não da dormência de sementes. O experimento foi realizado através de um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos, 5 repetições, 30 parcelas. Cada parcela possui 9,0 x 7,5m, com 20 covas, em espaçamento de 1,5 x 1,5m, em que 13 espécies nativas foram semeadas na forma de muvuca. Nas entrelinhas foram feitas 50 covas, com espaçamento de 0,75 x 1,5m, para semeio de muvuca de sementes de 4 espécies de adubação verde. Foram realizadas avaliações aos 45, 120, 180, 270 e 360 dias após a semeadura, com contagem do número de plântulas de cada espécie, em metade das covas de cada parcela. Foram calculados a taxa de emergência, a germinabilidade e a sobrevivência. Considerando todas as espécies nativas juntas, a taxa média de emergência, a germinabilidade e a sobrevivência foram de 1,94%  $\pm$  1,30, 6,81%  $\pm$  4,59, e 80%  $\pm$  17,20 respectivamente. Houve diferença estatística entre os períodos de semeadura para as variáveis número médio de plantas (F=114,7, p<0,05), emergência (F=47,37, p<0,05), germinabilidade (F=3,40, p<0,05) e para sobrevivência (F=5,015, p<0,05). Os melhores períodos de semeadura foram fev/21 e mar/21, ambos após o veranico, e o pior em dez/20, antes do veranico. Houve diferença estatística entre os tratamentos com superação de dormência para as variáveis número de plantas (F=33,55, p<0,05), emergência (F=8,37, p<0,05), germinabilidade (F=8,37, p<0,05), mas não para sobrevivência (F=0,605, p>0,05). A superação da dormência foi o melhor tratamento. As espécies com maiores taxas de emergência foram *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril* e *Peltophorum dubium*, com 40%, 32% e 21% de emergência aos 360 dias após a semeadura, respectivamente. As espécies com menores taxas de emergência foram *Psidium guajava*, *Plathymenia reticulata* e *Esenbeckia leiocarpa* com 0%, 1,1% e 1,2% de emergência aos 360 dias, respectivamente. Conclui-se que a semeadura direta realizada após o período do veranico garante uma maior eficiência da técnica, considerando as espécies utilizadas nesse estudo, e que a aplicação do tratamento para superação da dormência das sementes resulta em maior número médio de plantas estabelecidas.

**Palavras-chave:** restauração ecológica, Mata Atlântica, época de semeadura, sementes nativas.

## ABSTRACT

The Guandu River Basin has more than 50% of its areas in a high stage of degradation and supplies water to about 9 million people. The direct seeding with native species is a promising restoration technique for the recomposition of native vegetation due to its low implementation cost. Commonly the restoration projects are carried out in the rainy season, but in many regions of Brazil occurs the phenomenon known as “*veranico*”, which is a period of drought that can last up to 20 days in the rainy season. The present study was conducted with the objective of evaluating the effect of drought and dormancy break of seeds of 13 native species through the direct sowing method in Seropédica/RJ. Three sowing periods were tested, Dec/20 (30 days before the drought period), Feb/21 (1 day after the drought period) and Mar/21 (25 days after the drought period), combined with overcoming or not of seed dormancy. The experiment was conducted using a fully randomized design, with 6 treatments, 5 repetitions, 30 plots. Each plot has 9.0 x 7.5m, with 20 seed holes, with row spacing of 1.5 x 1.5m, where 13 native species were sown with a homogenized mixture of seeds and sand. Between the rows, 50 seed holes were made, with row spacing of 0.75 x 1.5m, to sow the mixture of 4 green manure species seeds. Evaluations were performed at 45, 120, 180, 270 and 360 days after sowing, counting the number of seedlings of each species, in half of the seed holes in each plot. The emergence rate, germinability and survival were calculated. Considering all native species together, the average emergence rate, germinability, and survival were 1,94% ± 1,30, 6,81% ± 4,59, and 80% ± 17.20, respectively. There was a statistical difference between sowing periods for the variables average number of plants (F=114.7, p<0.05), emergence (F=47.37, p<0.05), germinability (F=3.40, p<0.05) and for survival (F=5.015, p<0.05). The best sowing periods were Feb/21 and Mar/21, both after the drought period, and the worst in Dec/20, before the drought period. There was statistical difference among overcoming dormancy for the variables number of plants (F=33.55, p<0.05), emergence (F=8.37, p<0.05), germinability (F=8.37, p<0.05), but not for survival (F=0.605, p>0.05). Overcoming dormancy was the best treatment. The species with the highest emergence rates were *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril* and *Peltophorum dubium*, with 40%, 32% and 21% emergence rates at 360 days after sowing, respectively. The species with the lowest emergence rates were *Psidium guajava*, *Plathymenia reticulata* and *Esenbeckia leiocarpa* with 0%, 1.1% and 1.2% emergence at 360 days, respectively. We conclude that direct seeding performed after the drought period ensures greater efficiency of the technique, considering the species used in this study, and that the application of treatment to overcome seed dormancy results in a higher average number of established plants.

Key words: ecological restoration, Atlantic Rainforest, sowing season, native seeds.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	3
2.1.	Potenciais Vantagens da Semeadura Direta	3
2.2.	Gargalos da Semeadura Direta	4
2.3.	Efeito da Dormência das Sementes	5
2.4.	Efeito do Veranico em Sistemas de Plantio	6
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	6
3.1.	Local de Estudo	6
3.2.	Espécies avaliadas	7
3.3.	Delineamento Experimental	9
3.4.	Preparo do Solo e Manutenção da Área	10
3.5.	Monitoramento e Avaliação da Emergência	11
3.6.	Parâmetros Estimados	12
3.7.	Análise dos Dados	13
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	14
4.1.	Análise Geral	14
4.1.1.	Número Médio de Plantas	14
4.1.2.	Emergência	15
4.1.3.	Germinabilidade	16
4.1.4.	Sobrevivência	17
4.2.	Análise por espécie	18
4.2.1.	Número médio de plantas	18
4.2.2.	Emergência	18
4.2.3.	Germinabilidade e germinação	19
4.2.4.	Sobrevivência	20
4.2.5.	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	21



4.2.6.	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. ....	22
4.2.7.	<i>Bixa orellana</i> L.....	23
4.2.8.	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong .....	24
4.2.9.	<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. ....	25
4.2.10.	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos.....	26
4.2.11.	<i>Hymenaea courbaril</i> L. ....	27
4.2.12.	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.....	28
4.2.13.	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.....	29
4.2.14.	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.....	30
4.2.15.	<i>Psidium guajava</i> L.....	31
4.2.16.	<i>Pterogyne nitens</i> Tul. ....	32
4.2.17.	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby.....	33
4.2.18.	Adubação verde .....	34
4.2.19.	Considerações finais .....	34
5.	CONCLUSÃO.....	37
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
	APÊNDICE A .....	49
	APÊNDICE B .....	50
	APÊNDICE C .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

Estima-se que existam 2 bilhões de hectares de florestas suprimidas e terras agrícolas degradadas que necessitam de intervenções regenerativas, e aproximadamente 1 bilhão de hectares situam-se em regiões tropicais (POTAPOV, LAESTADIUS e MINNEMEYER, 2011). Diante do cenário de intensa antropização atual, que transformou ecossistemas em pastagens e áreas agrícolas, erodiu solos e intensificou a perda de habitat (Brevik, et al. 2015; Ospina et al., 2012), a restauração ecológica apresenta-se como uma ferramenta imprescindível para mitigação dos impactos antrópicos aos ecossistemas.

A demanda por projetos de restauração de ecossistemas é crescente (Aronson e Alexander, 2013), portanto, governos, empresas, financiadores, investidores, organizações conservacionistas, instituições de pesquisa e o setor civil têm unido esforços para cumprir as metas de restauração ecológica integradas às principais políticas internacionais relacionadas à conservação da biodiversidade (MENZ et al., 2013).

O Brasil caracteriza-se por ser um país tido como referencial no contexto da conservação da biodiversidade, além disso, detém uma das mais completas legislações acerca das demandas de restauração ecológica (DURINGAN et. al., 2010). A Lei da Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) nº 12.651/2012, alterada pela Lei nº 12.727/2012 (BRASIL, 2012), embora tenha reduzido em 41 Mha as áreas a serem restauradas em APPs (Áreas de Preservação Permanente) e RLs (Reservas Legais), em relação à antiga Lei 4.771/1965 (GUIDOTTI et al., 2017), continua sendo uma das legislações em maior concordância com as necessidades globais de restauração ecossistêmica (ARONSON e ALEXANDER, 2013; MENZ et al., 2013; DÍAZ et al., 2015; CALMON, 2021).

Ademais, o Brasil possui outras iniciativas voluntárias e governamentais que estão na vanguarda do movimento mundial da regeneração de ecossistemas, tais como o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (RODRIGUES, BRANCALION e ISERNHAGEN, 2009). Este Pacto possui como meta restaurar 15 milhões de hectares do bioma Mata Atlântica até o ano de 2050 (CALMON, 2009), dentre os quais 13,1 milhões de hectares de áreas de Reserva Legal (FREITAS et al., 2019) e 4,5 milhões de hectares de Áreas de Preservação Permanente (SOARES-FILHO et al., 2014). A restauração dessas áreas legalmente protegidas envolve proprietários de cerca de 6,3 milhões de propriedades inscritas no Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2021), para fins de adequação às normas previstas na LPVN. Não obstante, o Brasil comprometeu-se de forma voluntária a restaurar 12 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030 no contexto do Desafio de Bonn (BRASIL, 2015.)

Diante do desafio enorme de restaurar grandes áreas, surge a demanda por técnicas efetivas, de baixo custo e aplicáveis em larga escala. Nesse contexto, a técnica de semeadura direta apresenta-se como uma das alternativas promissoras ao possibilitar a aceleração do processo de recolonização e sucessão secundária de espécies nativas (COLE et al. 2011, RUIZ-JAEN e AIDE, 2005), atingindo densidade de espécies semelhantes a locais resilientes após distúrbios (FREITAS et al., 2019) e apresentar baixo custo e versatilidade de aplicação (PELLIZARO et al., 2017; SILVA e VIEIRA, 2017).

Contudo, a aplicação da semeadura direta enfrenta alguns desafios para sua aplicação em larga escala (RAUPP et al., 2020), como por exemplo, as baixas taxas de germinação de muitas espécies em campo (CECCON et al., 2016) que podem estar associadas tanto à qualidade do lote de sementes utilizado, como aos diferentes tipos de dormência apresentados pelas sementes de espécies arbóreas nativas (SANTOS et al., 2010).

A dormência das sementes de espécies florestais pode ser definida como um mecanismo que as plantas desenvolveram para suportar condições adversas e atrasar a germinação até que as condições ambientais melhorem (GREMER et al. 2016). Além disso, a dormência aumenta as chances de germinação em diferentes ambientes (SIMONS, 2009). Bewley e Black (2013)

classificam a dormência como um mecanismo natural de resistência à fatores desfavoráveis do meio, e a classificam de três formas: dormência imposta pelo tegumento, dormência embrionária e dormência decorrente do desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação.

A maioria dos experimentos de semeadura direta aplicam a superação de dormência das sementes (DOUST et al. 2006; FERREIRA et al. 2007; ISERNHAGEN, 2010; SANTOS et al. 2012; PEREIRA, 2012). Tratamentos para superação de dormência permitem que as plântulas ganhem certa vantagem na competição com gramíneas após germinação, enquanto o uso de sementes dormentes levaria a um maior período de controle de capins em áreas de restauração (WOODS e ELLIOT, 2004; GROSSNICKLE e IVETIC, 2017).

Entretanto, alguns autores argumentam que a dormência é uma estratégia das espécies para aguardar melhores condições de umidade do solo (VIEIRA et al. 2008; RIBEIRO e BORGHETTI, 2014). Correia et al. (2022) analisaram o efeito da extração de sementes de frutos e/ou o tratamento de escarificação mecânica na emergência e estabelecimento de plântulas de 10 espécies arbóreas de Fabaceae. Concluíram que cada espécie deve ser testada quanto a extração de sementes de frutos e superação de dormência, antes que se possa afirmar que estes procedimentos irão aumentar taxas de emergência e recrutamento na semeadura direta.

Visto que a dinâmica da composição de florestas será afetada pelas mudanças climáticas e pela interação entre distúrbios climáticos e antropogênicos (VENTER et al., 2016), os profissionais de restauração devem conhecer as características climáticas das regiões onde atuam para que possam otimizar os plantios (PAIVA, 1997). O estresse hídrico tem forte influência na mortalidade de plântulas em projetos de restauração, e este pode se intensificar em períodos de temperatura elevada (CHEESMAN e WINTER, 2013). Desta maneira, os experimentos de restauração ecológica precisam explorar cenários climáticos diferenciados com o intuito de melhorar o sucesso da técnica e sua trajetória a longo prazo, pois altas temperaturas e eventos climáticos extremos que resultam em secas, enchentes ou ondas de calor são cada vez mais comuns e terão grandes implicações no planejamento de projetos de restauração ecológica (PALMA e LAURENCE, 2015).

Na região meridional do Brasil é comum a ocorrência de dias secos no meio da estação chuvosa. Estes dias compõem o fenômeno conhecido como “veranico” (SOUSA, 1999). Em Seropédica, os veranicos têm ocorrido predominantemente no mês de fevereiro, mas podem ocorrer de janeiro a abril, comumente resultando em mais de 20 dias sem chuvas (observação pessoal).

Diante desse contexto, de escasso conhecimento acerca do efeito em campo da dormência das sementes das espécies florestais utilizadas em projetos de restauração ecossistêmica, e da necessidade de se testar diferentes cenários climáticos de épocas de semeadura, o presente estudo buscou avaliar o sucesso da semeadura direta de 13 espécies arbóreas de ocorrência na Mata Atlântica, atentando-se aos seguintes questionamentos: 1) A semeadura direta quando realizada previamente a um período de estiagem (veranico) pode afetar a germinação e estabelecimento das espécies na semeadura direta? 2) A utilização de sementes dormentes previamente a estiagem apresenta vantagens adaptativas à emergência e sobrevivência das espécies? Qual é o melhor período para semeadura direta, considerando a estação chuvosa e a ocorrência de veranicos?

O presente estudo fez parte do projeto Semeadura Direta para Restauração Florestal da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Edital de Chamamento Público nº 016/2019, coordenado pela Pesquisadora Juliana Müller Freire.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Potenciais Vantagens da Semeadura Direta

Diversos autores na literatura científica consideram a semeadura direta como uma técnica efetiva para aplicação na restauração de ecossistemas (VIEIRA, CAMPOS-FILHO, CARDOSO et al., 2020). Contudo, ainda existe certa controvérsia na literatura científica acerca da efetividade desta técnica: alguns autores desencorajam o uso exclusivo da semeadura direta na restauração ecológica, o que se deve em grande parte às baixas taxas de emergência e estabelecimento para a maioria das espécies arbóreas (CECCON et al., 2016; SOUZA e ENGEL, 2018). Entretanto, as sementes são mais baratas que mudas (Raupp et al., 2020), e a redução dos custos de processamento das mesmas pode ter efeito significativo na eficiência do método, pois as sementes podem abarcar custos de 27 a 65 % do método de semeadura direta.

Em locais com pouco potencial para regeneração natural, são recomendados métodos de restauração ativa (CHAZDON, 2013). De forma geral, a técnica mais amplamente utilizada e bem conhecida é o plantio de mudas (RODRIGUES et al., 2011). Contudo, os custos da restauração ecológica por este método aumentam consideravelmente em áreas de difícil acessibilidade, distantes de viveiros florestais e que apresentem baixa precipitação. Desta forma, a restauração por meio do convencional método de plantio de mudas gera mais encargos com mão de obra e maior dificuldade na realização das atividades de plantio (LAMB et al., 2005).

A semeadura direta apresenta algumas vantagens quando comparada a outros métodos de recuperação de áreas degradadas, como por exemplo, o baixo custo de implantação, que está situado entre 30 a 38% (GROSSNICKLE e IVETIC, 2017; RAUPP et al., 2020) do custo do plantio por mudas, o que é explicado pelo fato de que a semeadura direta não requer produção, transporte e plantio de mudas.

Com o desenvolvimento de estudos ecológicos aplicados e o conhecimento prático dos restauradores, a semeadura direta tem se tornado mais eficiente (RAUPP et al. 2020). Um bom preparo do solo, uma correta profundidade de semeadura, o controle das herbáceas, principalmente as gramíneas e o uso de plantas de adubação verde são algumas das técnicas que têm aumentado o estabelecimento das espécies semeadas em campo, e que consequentemente trouxeram melhorias na aplicação do método (BALANDIER e FROCHOT, 2009).

A implementação da técnica de semeadura direta em pequena e larga escala demonstra bons resultados de estabelecimento de plântulas em projetos de restauração de florestas tropicais e savanas (BONILLA-MOHENO e HOLL, 2010; TUNJAI e ELLIOTT, 2012; PELLIZZARO et al. 2017; SILVA e VIEIRA, 2017). Após 10 anos de estabelecimento, áreas restauradas por semeadura direta têm apresentado a ocorrência de uma trajetória sucessional dinâmica (MELI et al., 2018; FREITAS et al., 2019), e com altas densidades de plantas por hectare superior aos plantios com mudas (FERREIRA et al. 2009; AGUIRRE et al. 2015; FREITAS et al. 2019) Além disso, a técnica de semeadura direta possibilita a mecanização das operações de semeadura, o que é vantajoso para a aplicação do método em larga escala (ENGEL e PARROTA, 2001).

A semeadura direta também apresenta benefícios socioeconômicos, pois a produção comunitária de sementes pode ser um meio alternativo de geração de renda junto à cadeia produtiva de restauração ecológica, e é uma forma de se aumentar as chances de atingir as demandas de produção de sementes de espécies nativas (SCHMIDT et al., 2019). Além disso, os custos de plantio e manutenção de projetos de restauração florestal podem reduzir

significativamente para os pequenos produtores, ao empregar a técnica de semeadura direta em seus empreendimentos (FERREIRA e SANTOS, 2012).

## 2.2. Gargalos da Semeadura Direta

Por ser uma técnica recentemente aplicada em larga escala no Brasil, a semeadura direta necessita de aprimoramento técnico e científico. Um exemplo de dificuldade na semeadura direta é o cuidado demandado nos primeiros meses pelas plântulas recém germinadas, que são mais suscetíveis a dessecação e enfrentam a competição com plantas daninhas (ISERNHAGEN, 2010). Uma das formas de se contornar este problema seria o plantio consorciado com espécies de rápido crescimento, como por exemplo, plantas de adubação verde (*Cajanus cajans* (L.) Millsp., *Canavalia ensiformis* (L.) DC, entre outras) que através do sombreamento e aporte de serrapilheira no solo, reduzem o estresse hídrico causado pelos extremos de temperatura enfrentados pelas plantas nativas de crescimento mais lento (BELTRAME e RODRIGUES, 2007).

Muitas vezes em projetos de semeadura direta direcionados a restauração ecossistêmica, ocorrem diferenças entre o número de indivíduos germinados em campo e em laboratório. Isto pode acontecer devido à inúmeros fatores, tais como; a predação de sementes, ataque de formigas cortadeiras (MATTEI, 1997), competição com gramíneas exóticas (HOLL, 1999, HOOPER *et al.* 2002), competição com herbáceas ruderais, ervas e arbustos, baixa fertilidade natural e má drenagem de solos de pastagens (HOLL, 1998) e impossibilidade de armazenar sementes de espécies recalcitrantes (RODRIGUES *et al.*, 2019).

É comum encontrar em estudos de restauração de paisagens que eram pastagens ou áreas agrícolas, percentuais de estabelecimento de espécies abaixo de 30%, com elevada variação entre espécies (RAY e BROWN 1995, SUN *et al.* 1995, HARDWICK *et al.* 1997, PARROTTA *et al.* 1997, HOOPER *et al.* 2002, WOODS e ELLIOTT 2004, DOUST *et al.* 2006, SAMPAIO, 2007). O baixo estabelecimento das espécies florestais em pastagens pode ser influenciado pelo estresse hídrico, altas taxas de herbivoria, falta de nutrientes, compactação do solo e pela competição com gramíneas exóticas (HOLL *et al.*, 2000; SWEENEY *et al.*, 2002; DOUST *et al.*, 2006).

Palma e Laurence (2015) constataram em seu estudo de revisão que compara as técnicas de semeadura direta e plantio de mudas, que os experimentos de restauração devem explorar o uso de mais espécies e relatar os custos de implantação em detalhe para que se possa ter maior suporte técnico nos programas de restauração. Além da necessidade de se atentar aos custos da técnica, a semeadura direta requer alta disponibilidade de sementes, com elevada diversidade de espécies, e de acordo com estudos de Freire *et al.* (2017), a produção brasileira de sementes florestais está abaixo da quantidade demandada pelos projetos de restauração no país.

Embora o processo produtivo de sementes florestais seja controlado pelo Sistema Nacional de Sementes e Mudas, instituído pela Lei nº 10.711/03 (BRASIL, 2004) o mercado do setor florestal de sementes necessita de maiores esforços e recursos para a produção de sementes de alta qualidade fisiológica (URZEDO *et al.*, 2019). Além disso, seria preciso ampliar a capacidade instalada das redes de sementes em pelo menos 350 vezes para atingir as metas de restauração ecológica do país (URZEDO *et al.*, 2020). Esta grande demanda por sementes pode ser um estímulo à organização de redes de coletoras e coletores de sementes fundadas por comunidades locais, que envolvam povos originários e agricultores familiares (URZEDO *et al.*, 2015; ANTONIAZZI *et al.*, 2021).

### 2.3. Efeito da Dormência das Sementes

Muitas melhorias técnicas ainda são necessárias para diminuir o custo efetivo, e aumentar a diversidade funcional que é atingida com a semeadura direta. As sementes compõem a maior parte do custo do método, sendo o processamento das sementes (separação, limpeza, extração e despolpa dos frutos) o maior componente de custo para muitas espécies (RAUPP et al., 2020).

O processamento das sementes aumenta o potencial de germinação do lote de sementes, visto que remove impurezas, sementes danificadas e estruturas de dispersão, que podem atrair patógenos e predadores (MIJNSBRUGGE et al., 2010). O processamento ainda facilita o comércio das sementes através da cadeia produtiva e a passagem das sementes por maquinários agrícolas passíveis de serem utilizados na semeadura direta (FRISCHIE et al., 2020). É intuitivo pensar que os protocolos de laboratório e viveiros para o processamento de sementes e superação de dormência para produção de mudas sejam aplicáveis à restauração por semeadura direta (KILDISHEVA et al., 2020; PASSARETTI et al., 2020), visto que a superação de dormência promove a sincronização e aceleração da germinação, que são características desejáveis para produção de mudas (PEDROL et al., 2018).

Contudo, o processamento de alguns frutos e a superação de dormência de algumas espécies pode afetar negativamente a germinação em campo, pois algumas estruturas de dispersão das sementes, como asas e o tegumento podem servir como proteção contra predadores e mitigar a exposição das sementes à dessecação e altas temperaturas encontradas nas áreas degradadas (CORREIA et al., 2022). A dessecação das sementes é uma das maiores causas de mortalidade em florestas estacionais e savanas, onde épocas de seca são frequentes durante a estação chuvosa (WOODS e ELLIOTT, 2004; VIEIRA et al., 2008, RIBEIRO e BORGHETTI, 2014).

É de conhecimento da comunidade científica há bastante tempo que a dormência das sementes é uma estratégia das plantas para esperar um momento de maior umidade do solo e mais propício à germinação (GARWOOD, 1983; SIMONS e JOHNSTON, 2006; VIEIRA et al. 2008, RIBEIRO e BORGHETTI, 2014). Por outro lado, tratamentos para superação de dormência permitem que as plântulas cresçam mais rápido e tenham assim maiores chances de competir com os capins exóticos após a germinação, enquanto o uso de sementes dormentes levaria a um período mais extenso de controle de gramíneas exóticas em áreas de restauração (WOODS e ELLIOTT, 2004; GROSSNICKLE e IVETIC, 2017).

Aguirre et al. (2015) avaliaram o estabelecimento de oito espécies pela técnica de semeadura direta e a influência do tamanho das sementes, da sua pré hidratação e cobertura. Concluíram que não houve diferença significativa para a pré hidratação das sementes, entretanto, o recobrimento das mesmas foi imprescindível para aumentos na germinação e estabelecimento, independentemente deste recobrimento ser realizado com terra ou palha.

No entanto, de acordo com Likowske et al. (2008) a germinação de *Terminalia sericea* é beneficiada quando o período de imersão das sementes em água é superior à 48h. Este mesmo resultado foi reforçado por Ferrandis et al. (2011) para *Podocarpus angustifolius*, que obtiveram taxa de germinação mais rápida para a espécie através da imersão das sementes em água como pré-tratamento por 48 h.

O tamanho das sementes usadas na semeadura direta possui grande influência no estabelecimento de plantas, e isto se deve ao fato de que sementes de maior tamanho são mais resistentes à dessecação e possuem maior quantidade de reserva nutritiva (CAMARGO et al., 2002; TUNJAI e ELLIOTT., 2012; SILVA e VIEIRA, 2017; RODRIGUES et al., 2019).

## **2.4. Efeito do Veranico em Sistemas de Plantio**

Na literatura científica são raros os estudos que avaliam os efeitos que as condições climáticas exercem nos projetos de restauração de áreas degradadas. Em revisão acerca da efetividade da restauração através do plantio de mudas e da semeadura direta, Palma e Laurence (2015) sugerem que as áreas implantadas por semeadura direta podem ser mais vulneráveis a eventos climáticos extremos, especialmente em ambientes tropicais, e seu uso poderia estar restrito a áreas com vegetação pré-existente.

Nesse contexto, é imprescindível que a definição da melhor época de semeadura seja feita por meio da análise da quantidade e distribuição pluvial, para que se possa diminuir o risco de deficiência hídrica das espécies implantadas (ASSAD et al., 1998), pois os projetos de restauração ecológica comumente não fazem uso de irrigação, e são totalmente dependentes da precipitação do período chuvoso. Por isso, a maioria dos plantios em projetos de restauração se concentram na época chuvosa, o que na região sudeste abrange os meses de setembro a março.

Em muitas regiões do Brasil, é comum que ocorram dias secos durante a estação chuvosa, estes dias compõem o fenômeno conhecido como “veranico” (SOUSA, 1999). O veranico é conceituado de diversas formas, a depender do autor. Sousa (1999) classifica os veranicos a partir do estabelecimento de um valor limite de precipitação, a partir do qual um dia pode ser considerado como “seco”, em contrapartida dias chuvosos seriam aqueles em que a precipitação supera o limite preestabelecido. Portanto, para a determinação dos períodos secos de diferentes durações, devem ser observadas todas as ocorrências de sequências de dias secos intercalados entre dias chuvosos. Por sua vez, Silva et al. (1977), classifica um dia seco como aquele no qual a precipitação diária for inferior à evapotranspiração média diária da região de estudo. Em trabalho sobre os veranicos no Estado do Ceará, Rocha (2020) classificou os veranicos como três ou mais dias consecutivos com precipitação diária igual ou inferior a 2 mm (conforme proposto por Menezes et al., 2008). E a partir dessa definição, realizou-se a determinação da amplitude dos veranicos, em função da quantidade de dias consecutivos, classificando os veranicos em períodos variáveis de 3 a 5, 6 a 10, 11 a 15, 16 a 20 e acima de 20 dias.

Em estudo empregando metodologia que possibilitou a simulação de ocorrência de veranicos no Estado do Rio de Janeiro, Cruz et al. (2004) constataram que a maior probabilidade de ocorrência de veranicos com 11 a 15 dias de duração se dá no mês de fevereiro, na região norte do Estado, enquanto a região sul do Estado apresentou maior probabilidade de ocorrências de veranicos de 1 a 5 dias de duração.

Para que sistemas de plantio sem a utilização de irrigação sejam implantados com sucesso, o que inclui as atividades de semeadura direta visando a restauração ecossistêmica, é de suma importância atentar-se à análise da amplitude, frequência e a probabilidade de ocorrência dos veranicos (PAIVA, 1997). O IPCC (2014) ressalta a importância de que sejam testados em projetos de recuperação de áreas degradadas os cenários de seca preditos pelos diferentes modelos climáticos globais.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Local de Estudo**

A área onde foi realizado o experimento situa-se no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, localizada no município de Seropédica, RJ, a 33 metros acima do nível do mar, nas coordenadas 22°45'00" S e 43°40'11" W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw, com verão úmido e inverno seco, temperatura média de 24,6°C, com máxima de 30,4°C e precipitação média anual de 1.250 mm e os meses mais secos vão de maio a agosto

e os mais chuvosos de dezembro a março (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014). O solo da área está classificado como Planossolo, de relevo suavemente ondulado e o material originário deste solo é o gnaiss. A cobertura vegetal natural da região era originalmente a Floresta Ombrófila Densa (MACEDO et al., 2008), o local de estudo possui histórico de ocupação por gramíneas exóticas (*Andropogon bicornis* L. e *Panicum maximum* L.). O solo da área experimental apresenta textura arenosa. Uma amostra composta de solo foi submetida à análise no Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia em Seropédica/RJ, os resultados da análise são apresentados na Tabela 1.



**Figura 1.** Mapa de localização da área experimental de semeadura direta.

**Tabela 1.** Análise de solo da área experimental de semeadura direta. Fonte: LQA - Embrapa Agrobiologia.

pH (unid)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	H+Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	N (%)	C (%)
5,32	12,72	33,14	0,73	0,24	0,1	2,05	0,04	0,29

### 3.2. Espécies avaliadas

Foram utilizadas no estudo 13 espécies arbóreas nativas e 4 espécies de adubação verde. As sementes foram disponibilizadas pela Iniciativa Caminhos da Semente <<https://www.caminhosdasesemente.org.br>>, coordenada pela Agroicone em parceria com Instituto Socioambiental (ISA) e Embrapa, com apoio técnico e financeiro do programa *Partnerships for Forests* (P4F). As sementes foram coletadas em outubro de 2019 e permaneceram armazenadas a temperatura de 8°C, até serem utilizadas, no final de 2020 e início de 2021. Antes de serem semeadas as mesmas foram analisadas no Laboratório de Leguminosas Arbóreas da Embrapa Agrobiologia, quanto ao peso de mil sementes e teste de germinação, em concordância com os métodos descritos na Instrução Normativa de Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013) e na Regra de Análise de Sementes (RAS, 2009).

Após a abertura das covas a uma profundidade de 30 cm, o solo retirado das mesmas foi devolvido à cova e a semeadura foi realizada através de uma muvuca de sementes, que consiste



na mistura das mesmas à um material inerte. Foi utilizado areia em uma proporção de 3 vezes a mais o peso de sementes que foram semeadas por parcela. A mistura de sementes por parcela com areia foi homogeneizada em um balde de 20 L. Para a semeadura nas covas, foi utilizado um copo de 200 ml cortado no meio para garantir que fosse semeada a mesma quantidade de sementes por cova. Primeiramente, foram semeadas as sementes de maior tamanho e posteriormente as de menor tamanho, para que estas não ficassem muito enterradas, o que prejudicaria a emergência das mesmas. Após a semeadura, as sementes foram ligeiramente enterradas com o auxílio dos pés. Não foi utilizado nenhum tipo de adubo na semeadura das espécies.

No Apêndice A é apresentada a tabela com os protocolos de superação de dormência para as espécies testadas e os valores de germinação em laboratório. Na Tabela 2 estão apresentadas as espécies avaliadas no experimento, de acordo com grupo ecológico, síndrome de dispersão, tamanho das sementes e nº de sementes por parcela de cada espécie.

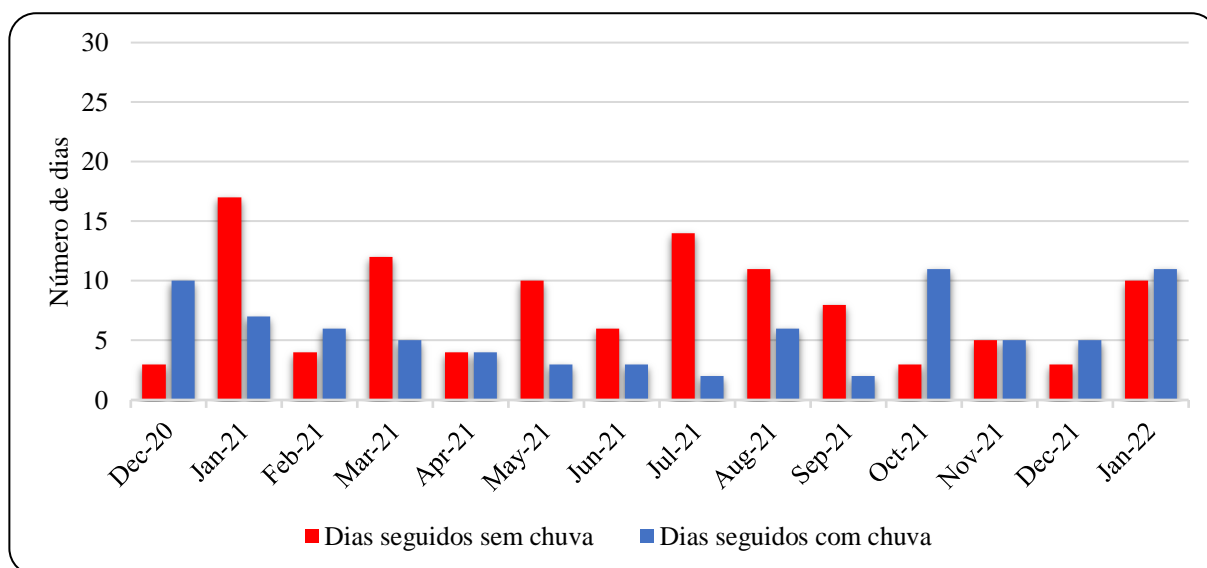
**Tabela 2.** Distribuição das sementes de acordo com grupo ecológico, síndrome de dispersão, tamanho e número de sementes semeadas por parcela.

Espécie	Nome popular	Família	Grupo Ecológico	Dispersão	Tamanho	Nº de sem/parcela
<i>Espécies Arbóreas Nativas</i>						
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Garapa	Fabaceae	NP	Ane	P	129
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Aroeira preta	Anacardiaceae	NP	Ane	P	1.085
<i>Bixa orellana</i> (L.)	Urucum	Bixaceae	P	Aut	P	222
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Tamboril	Fabaceae	P	Aut	M	124
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Guarantã	Rutaceae	NP	Aut	P	34
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê roxo	Bignoniaceae	NP	Ane	M	148
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Fabaceae	NP	Zoo	G	11
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Maricá	Fabaceae	P	Ane	P	453
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	Fabaceae	P	Aut	P	44
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático	Fabaceae	NP	Ane	P	52
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Myrtaceae	NP	Zoo	P	600
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim Bravo	Fabaceae	P	Ane	M	74
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Pau cigarra	Fabaceae	P	Zoo	P	602
						3.578
<i>Adubo Verde</i>						

<i>Cajanus cajans</i> (L.) Huth.	Feijão guandu comum	Fabaceae	P	Zoo	M	60
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Mata pasto	Fabaceae	P	Aut	P	330
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Fedegoso do brejo	Fabaceae	P	Aut	P	157
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Poir.	Aleluieiro	Fabaceae	P	Aut/Hidro	P	154
Total						4.279

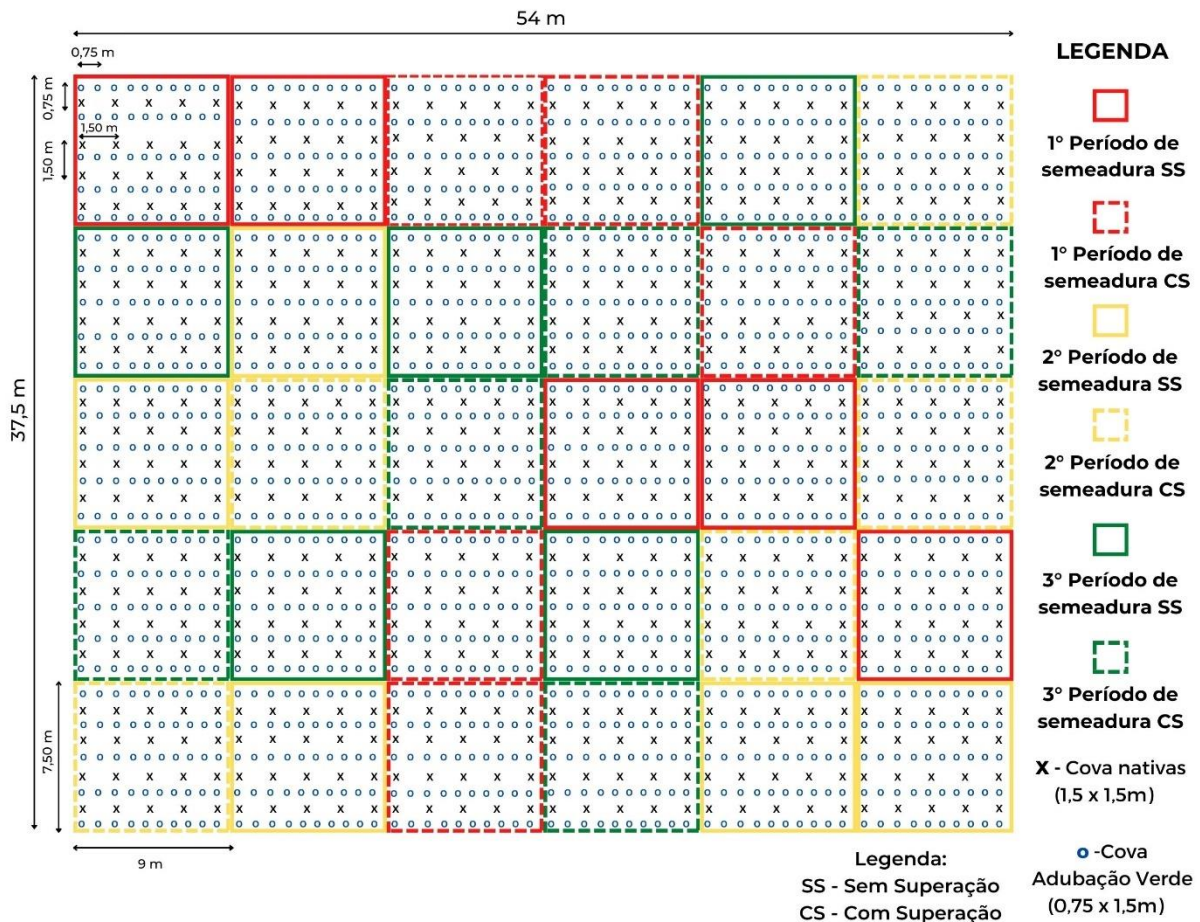
### 3.3. Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2. Os tratamentos foram três períodos de semeadura e dois tratamentos para superação de dormência (com e sem), com 5 repetições. O veranico ocorreu no período de 15/01 a 04/02/21, totalizando 20 dias. O primeiro período de semeadura ocorreu nos dias 14, 15 e 16 de dezembro de 2020, ou seja, 30 dias antes do veranico. O segundo período de semeadura foi nos dias 04 e 05 de fevereiro de 2021, ou seja, 1 dia após o veranico. O terceiro período de semeadura foi nos dias 29 e 30 de março de 2021, 25 dias após o término do veranico. A figura 2 apresenta a quantidade de dias seguidos sem e com chuva, os dados dos meses de fev/22 e mar/22 não foram inclusos pois a base de dados do INMET não possuía dados para fev/22 e não estava completa para mar/22.



**Figura 2.** Número de dias seguidos sem e com chuva em cada mês durante 300 dias de avaliação do experimento e indicação das três épocas de semeadura direta realizada na área experimental da Embrapa em Seropédica/RJ. Fonte: Adaptado dos dados do INMET.

O espaçamento entre covas de semeadura das espécies nativas foi de 1,5 x 1,5m e o espaçamento entre as covas de semeadura de adubação verde de 0,75 x 1,5m. Cada parcela tem dimensões de 9,0 x 7,5m. A área do experimento é de 54,0 x 37,5m (2.025 m<sup>2</sup> ou 0,2 ha), com 30 parcelas. Na Figura 3 é apresentado o croqui da área experimental de semeadura direta.



**Figura 3.** Croqui da Área Experimental de Semeadura Direta - Embrapa Agrobiologia.

### 3.4. Preparo do Solo e Manutenção da Área

O preparo da área de semeadura consistiu no controle das gramíneas exóticas através da aplicação de herbicida à base de glifosato nas parcelas de cada período de semeadura (n=10). A primeira aplicação de herbicida ocorreu nos dias 29/11/20 e 11/12/20, 15 e 3 dias antes da implantação do primeiro período de semeadura, somente nas parcelas do 1º período de semeadura. Para o 2º e 3º períodos de semeadura a aplicação de herbicida ocorreu nos dias 14 e 15/01/2021, 21 e 72 dias antes da implantação, somente nas parcelas do 2º e 3º períodos de semeadura.

Posteriormente, foi realizada a abertura das covas a uma profundidade de 30 cm de forma manual e semimecanizada, com o uso de enxades e motocoveadora. Para o controle de formigas cortadeiras, foi utilizado formicida granulado aos 45 dias antes do primeiro período de semeadura. O controle de plantas daninhas na área foi realizado em junho e julho de 2021 com o uso de capina manual. O crescimento das plantas de adubação verde auxiliou na diminuição da infestação por gramíneas na área, devido ao efeito de sombreamento. O preparo da área foi realizado em parceria com o programa Replantando Vida da Companhia Estadual de Água e Esgotos – CEDAE.



**Figura 4.** (A) - Aplicação de herbicida para o primeiro período de sementeira. (B) - Abertura das covas de forma manual. (C) - Linhas preparadas para a sementeira. (D) - Abertura de covas semimecanizada.

### 3.5. Monitoramento e Avaliação da Emergência

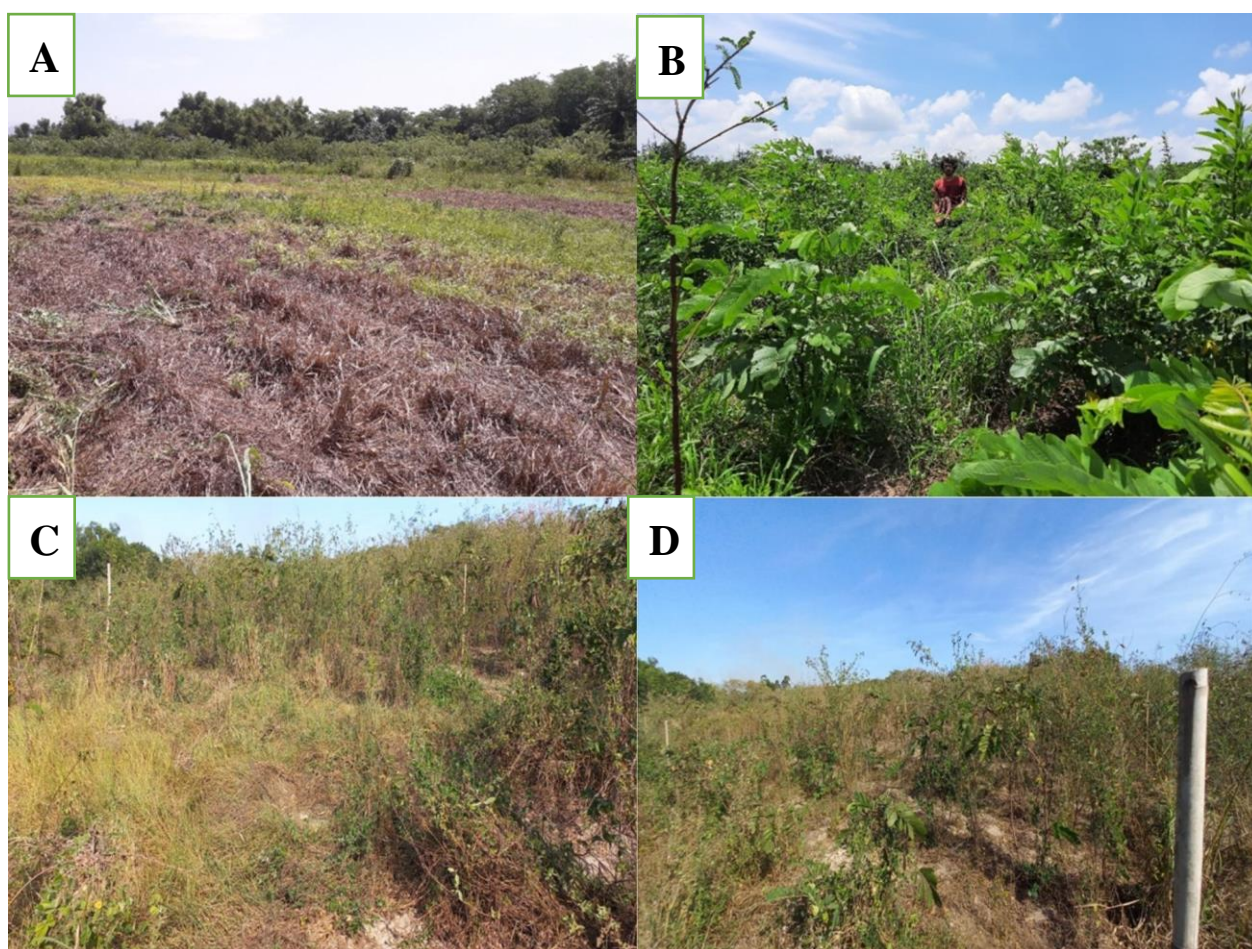
O monitoramento da área de sementeira foi realizado mediante avaliações periódicas, nas quais eram contabilizados o número de indivíduos germinados em metade das covas ( $n=10$ ), pois desta forma foi possível a redução dos custos de amostragem, sendo que as covas foram escolhidas de forma sistemática, alternando-se as covas que eram medidas a cada linha (uma cova sim, outra não). Além disso, foi realizado o levantamento da quantidade de indivíduos das espécies de adubação verde que germinaram em 10 covas amostradas aleatoriamente em cada parcela.

Com o auxílio de um gabarito de ferro em formato quadrangular com dimensões de 1 x 1 m, foram realizadas estimativas visuais da cobertura de capim e plantas espontâneas ao redor de cada cova que foi analisada.

Para cada período de sementeira, as atividades de monitoramento foram realizadas aos 45, 90, 120, 180 e 270 dias após a sementeira. Na Tabela 4 está apresentado o calendário de monitoramento do experimento.

**Tabela 4.** Datas de monitoramento do experimento de semeadura direta realizado em Seropédica (RJ).

Semeadura	Data da semeadura	Dias antes ou depois do veranico	Datas de monitoramento do experimento				
			45 dias	120 dias	180 dias	270 dias	360 dias
			1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação	5ª avaliação
1º Período	14, 15 e 16/12/20	30 dias antes	02/02/2021	14/04/2021	14/06/2021	14/09/2021	14/12/2021
2º Período	04 e 05/02/21	1 dia depois	22/03/2021	03/06/2021	04/08/2021	04/11/2021	03/02/2022
3º Período	29 e 30/03/21	25 dias depois	17/05/2021	29/07/2021	29/09/2021	29/12/2021	29/03/2022



**Figura 5.** (A) – Parcela sem superação de dormência do segundo período aos 45 dias após semeadura. (B) – Parcela com superação de dormência do segundo período aos 270 dias após semeadura. (C) – Parcela do primeiro período sem superação de dormência aos 360 dias após semeadura. (D) – Parcela do primeiro período com superação de dormência aos 360 dias após semeadura.

### 3.6. Parâmetros Estimados

Foram calculados os seguintes parâmetros com base no número de plantas contabilizadas no campo e no número de sementes semeadas: emergência (%), sobrevivência (%), germinabilidade (%) e número de plantas aos 360 dias de monitoramento, considerando

para o cálculo de cada parâmetro a média das cinco repetições de cada tratamento. Para realização de estimativas com maior acurácia, no cálculo de emergência (%) e sobrevivência (%), a quantidade de sementes para todas as parcelas, por tratamento e por parcela foi dividida por dois, visto que foram monitoradas apenas metade das covas de semeadura (n=10) de cada parcela, que possui 20 covas de semeadura.

A emergência foi calculada considerando o conjunto de espécies e para cada espécie, de acordo com a seguinte fórmula;

$$\text{Emergência (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas aos 360 dias}}{(\text{N}^\circ \text{ total de sementes}/2)} * 100$$

A sobrevivência foi calculada considerando o conjunto de espécies e por espécie, o pico do número de plantas emergidas foi obtido do período onde houve maior número de plantas para a espécie, de acordo com a seguinte fórmula;

$$\text{Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas aos 360 dias}}{\text{N}^\circ \text{ máximo de plantas emergidas}} * 100$$

A germinabilidade foi calculada através da divisão do número de plantas aos 360 dias pelo número de sementes viáveis, que é calculado com base na germinação em laboratório para cada espécie. Teve por finalidade descobrir o percentual de sementes viáveis em relação ao número total de sementes utilizadas por espécie, de acordo com a seguinte fórmula;

$$\text{Germinabilidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas aos 360 dias}}{(\text{N}^\circ \text{ de sementes viáveis}/2)} * 100$$

**sendo,**

$$\text{Número de sementes viáveis} = \% \text{ germinação laboratório espécie } x * \text{n}^\circ \text{ sementes semeadas espécie } x$$

As sementes foram classificadas em grande (<1.000 sementes/ kg), média (1.000 a 10.000 sementes/ kg) e pequena (10.000 a 100.000 sementes/ kg) de acordo com Santos (2020).

### **3.7. Análise dos Dados**

A análise estatística do número médio de plantas foi realizada no programa PAST com o método Anova fator duplo considerando o tratamento de superação de dormência e os períodos de semeadura como variáveis independentes e o total acumulado de plantas emergidas e estabelecidas como variável dependente. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey.

Em caso de não atendimento dos pressupostos da Anova fator duplo, os dados de número total de plantas emergidas foram transformados em raiz ( $X+0,5$ ) e, caso a condição se mantivesse adotou-se o seguinte procedimento: em caso de não atendimento dos pressupostos da Anova fator duplo, cada variável independente foi analisada isoladamente. Para isso, utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis seguido de Mann-Whitney para a comparação de médias. Caso contrário, isto é, se a variável atendesse ao pressuposto de normalidade e homogeneidade de variância, efetuou-se a análise de variância para cada variável, seguida do Teste de Tukey a 0,05 de significância.

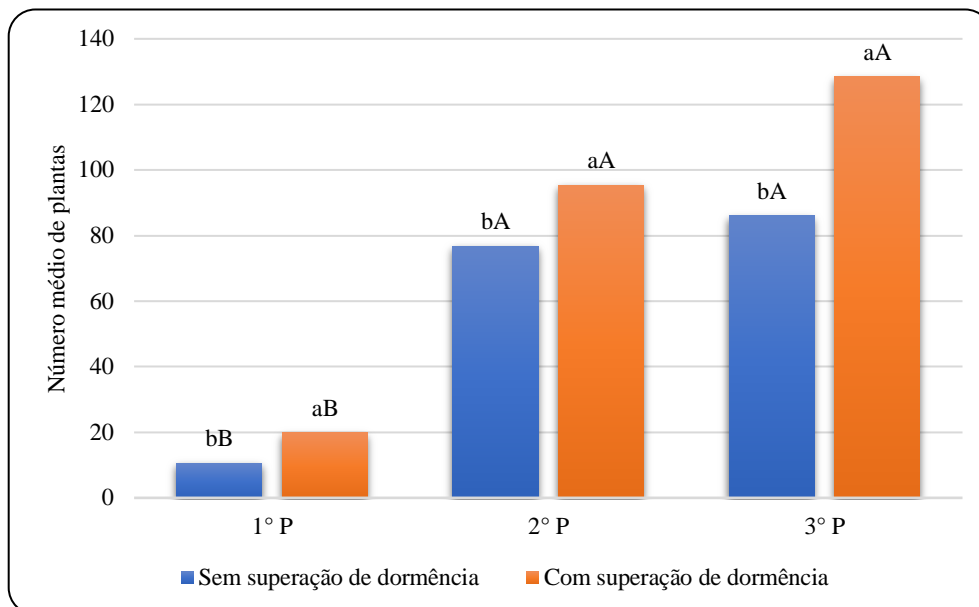
As análises estatísticas de emergência, sobrevivência e germinabilidade foram realizadas no programa Excel utilizando Anova fator duplo e Teste de Tukey a 0,05 de significância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise Geral

#### 4.1.1. Número Médio de Plantas

Analisando o conjunto de espécies nativas, houve diferença estatística entre os períodos de semeadura ( $F=114,7$ ,  $p<0,05$ ) e entre os tratamentos de superação de dormência ( $F=33,55$ ,  $p<0,05$ ), mas não para interação ( $F=1,418$ ;  $p>0,05$ ). O primeiro período de semeadura (dez/20) foi o que apresentou menor número médio de indivíduos estabelecidos. O segundo (fev/21) e o terceiro (mar/21) apresentaram o maior número de indivíduos, mas não diferiram entre si significativamente. O tratamento com superação de dormência proporcionou maior número de indivíduos, independente da época de plantio ( $F=33,55$ ;  $p<0,05$ ) (Figura 6).



**Figura 6.** Número médio de plantas de todas as espécies nativas aos 360 dias para os tratamentos com e sem superação de dormência, em três períodos de semeadura. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p<0,05$ ). Letras minúsculas comparam o tratamento de superação de dormência dentro do período de semeadura. Letras maiúsculas comparam períodos de semeadura, considerando o mesmo tratamento de superação de dormência.

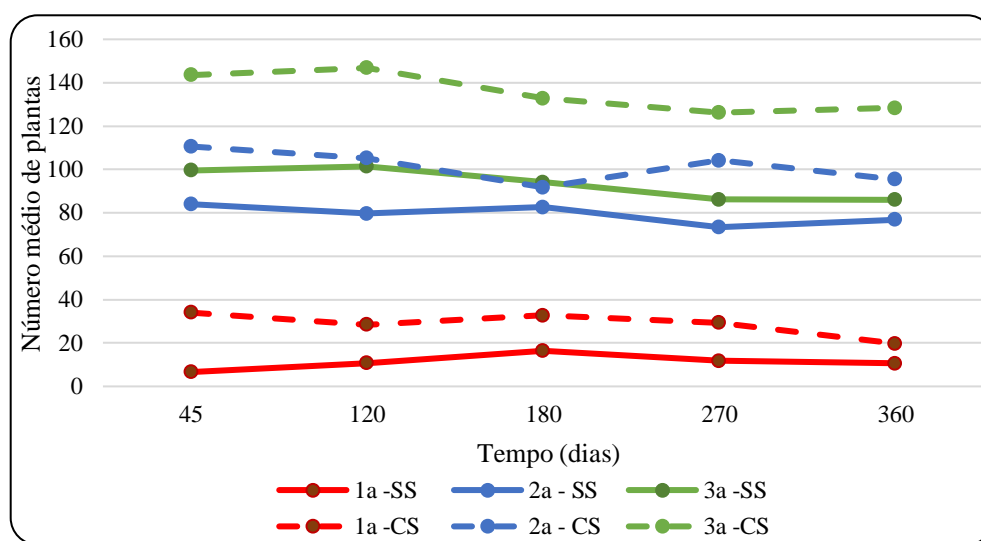
Aos 360 dias após semeadura, o pico de emergência no primeiro período (dez/20) de semeadura ocorreu aos 45 dias após semeadura (jan/21) para o tratamento com superação de dormência (média de 34 plantas/parcela) e aos 180 dias (jun/21) para o tratamento sem superação de dormência (média de 6,6 plantas/parcela) (Figura 7). Observa-se que o número médio de plantas no tratamento com superação de dormência foi maior que o dobro em relação ao tratamento sem superação de dormência.

Segundo Pereira et al. (2013), quando não se faz uso da superação de dormência as sementes levam um maior tempo para iniciar o processo de germinação que pode ocorrer quando a disponibilidade de água já estiver muito reduzida. Ao analisar os índices

pluviométricos durante o experimento pode-se perceber que, em dezembro de 2020, o índice pluviométrico estava em 190 mm, já em junho de 2021, 180 dias após o primeiro período de semeadura, o índice pluviométrico estava em 47 mm (Apêndice C), esse déficit na precipitação certamente afetou o estabelecimento e a sobrevivência das plantas no primeiro período de semeadura.

Para o segundo período de semeadura, o pico de emergência ocorreu aos 45 dias após semeadura em abril/2021 para ambos tratamentos de dormência das sementes, com média de 111 plantas/parcela para o tratamento com superação de dormência e 84 plantas/parcela para o tratamento sem superação de dormência. O pico de emergência para este período coincidiu com um aumento na precipitação no mês de abril de 2021 (Apêndice C) e poucos dias seguidos de chuva que ocorreram neste mês, isto pode ter ajudado na sincronização dos picos de emergência para ambos os tratamentos de dormência (Figura 2).

Já para o terceiro período de semeadura, o pico de emergência ocorreu aos 120 dias, em julho de 2021, para os dois tratamentos, com média de 147 e 101 plantas/parcela para os tratamentos com e sem superação de dormência, respectivamente. O terceiro período de semeadura apresentou menor mortalidade do que o segundo período de semeadura, portanto, o período de março pode ser considerado o ideal para a semeadura de boa parte das espécies testadas. A Figura 7 mostra a evolução do número médio de plantas ao longo do monitoramento e a Tabela 5 mostra o número total de plantas aos 360 dias após semeadura para todos os tratamentos.

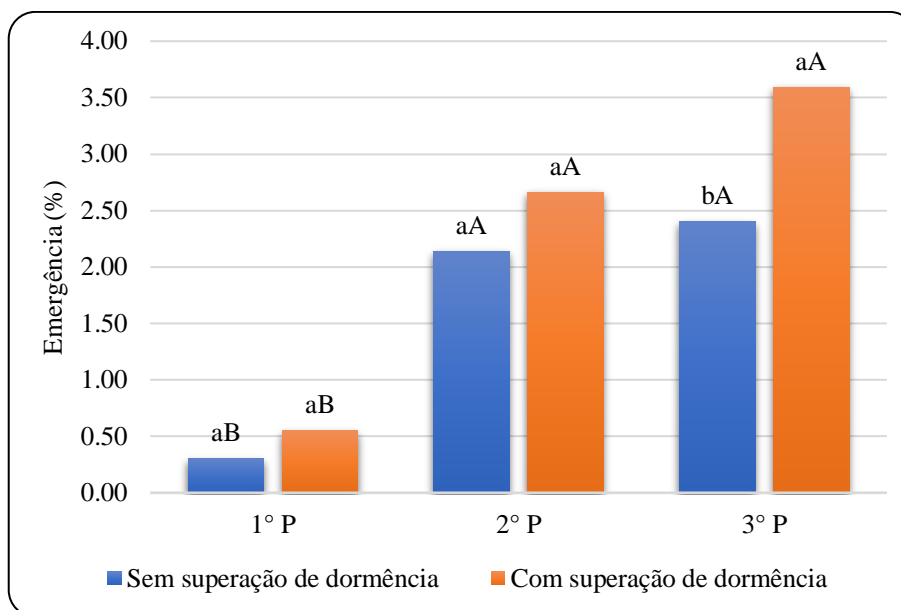


**Figura 7.** Variação do número médio de plantas considerando todas as espécies arbóreas, ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento.

#### 4.1.2. Emergência

A emergência média do experimento foi de  $1,94\% \pm 1,30$ . Houve diferença estatística entre os períodos de semeadura ( $F=47,37$ ,  $p<0,05$ ) e para os tratamentos de superação de dormência ( $F=8,37$ ,  $p<0,05$ ), mas não para a interação ( $F=1,493$ ;  $p>0,05$ ). O primeiro período de semeadura (dez/20) foi o que apresentou a menor taxa de emergência (0,43%), que foi inferior estatisticamente do segundo (2,40%) e do terceiro (3,00%) período de semeadura. Estes dois últimos períodos não diferiram estatisticamente (Figura 8). O tratamento de superação de dormência foi significativo no 3º período de semeadura, mas não no 2º ou no 1º. Neste caso, as sementes que foram tratadas com superação de dormência apresentaram maior taxa de emergência dos que as não tratadas (Figura 8).

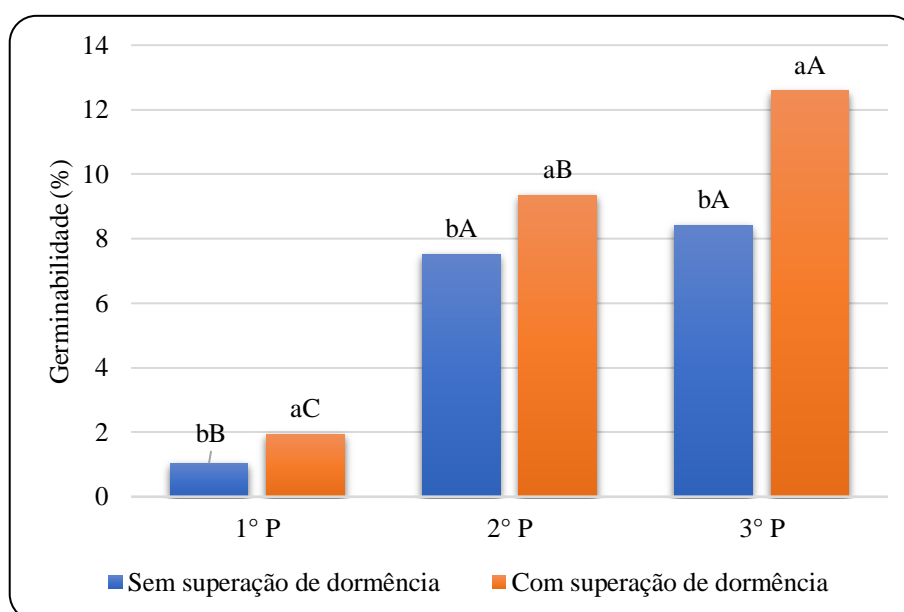




**Figura 8.** Taxa de emergência (%) de todas as espécies nativas aos 360 dias para os tratamentos com e sem superação de dormência, em três períodos de sementeira. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras minúsculas comparam o tratamento de superação de dormência dentro do período de sementeira. Letras maiúsculas comparam períodos de sementeira, considerando o mesmo tratamento de superação de dormência.

#### 4.1.3. Germinabilidade

Ao considerar a germinabilidade, que é a relação entre o número de plantas estabelecidas em relação ao número de sementes viáveis, os valores mudam em relação à emergência, que considera o número total de sementes semeadas, não só as viáveis. A germinabilidade média do experimento foi de  $6,81\% \pm 4,59$ . A análise estatística foi semelhante à emergência. Houve diferença estatística entre os períodos de sementeira ( $F=3,40$ ,  $p < 0,05$ ) e para os tratamentos de superação de dormência ( $F=8,37$ ,  $p < 0,05$ ), mas não para a interação ( $F=1,493$ ;  $p > 0,05$ ).

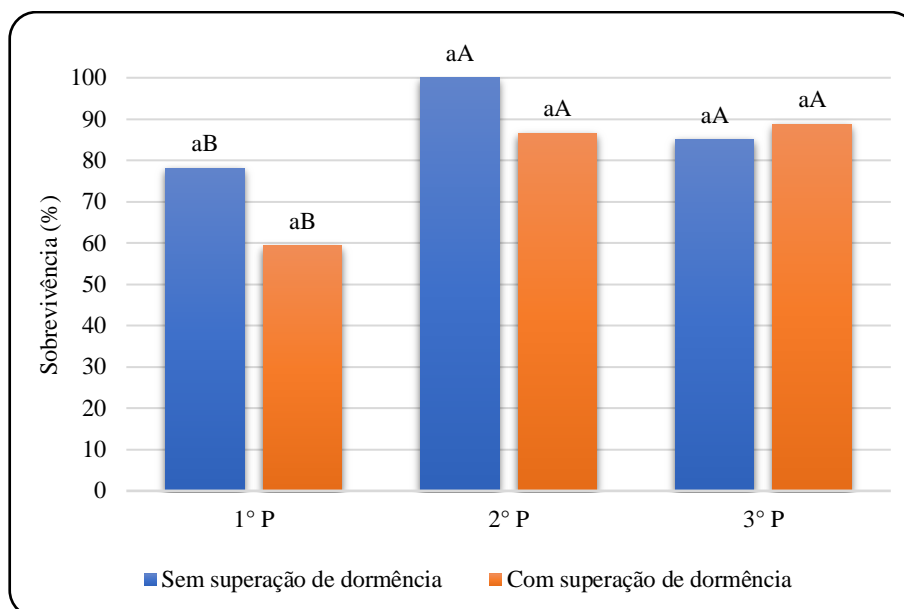


**Figura 9.** Germinabilidade de todas as espécies nativas aos 360 dias para os tratamentos com e sem superação de dormência, em três períodos de semeadura. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras minúsculas comparam o tratamento de superação de dormência dentro do período de semeadura. Letras maiúsculas comparam períodos de semeadura, considerando o mesmo tratamento de superação de dormência.

#### 4.1.4. Sobrevivência

A sobrevivência média das plantas após 360 dias da semeadura foi de  $80\% \pm 17,20$ . Houve diferença estatística entre os períodos de semeadura ( $F=5,015$ ,  $p < 0,05$ ) mas não para os tratamentos de superação de dormência ( $F=0,605$ ,  $p > 0,05$ ), ou para interação ( $F=1,078$ ;  $p > 0,05$ ).

Os períodos de semeadura sem superação de dormência apresentaram em média 82% de sobrevivência e os períodos de semeadura com superação de dormência apresentaram 78% de sobrevivência. Já a sobrevivência média do primeiro período de semeadura foi de 67%, que diferiu estatisticamente do segundo e do terceiro, que apresentaram o mesmo valor de 86%. Este resultado corrobora com a hipótese de que o período de semeadura teria forte influência na sobrevivência das plantas.



**Figura 10.** Sobrevivência (%) média de todas as espécies aos 360 dias após semeadura. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,005$ ). Letras minúsculas comparam o tratamento de superação de dormência dentro do período de semeadura. Letras maiúsculas comparam períodos de semeadura, considerando o mesmo tratamento de superação de dormência.

## 4.2. Análise por espécie

### 4.2.1. Número médio de plantas

Ao analisarmos os valores percentuais de plantas estabelecidas, pode-se notar que os maiores valores médios de plantas estabelecidas ocorreram no terceiro período de semeadura com superação de dormência, seguido do segundo período de semeadura com superação de dormência e do segundo período sem superação de dormência (Tabela 5). E as espécies que apresentaram maiores percentuais de número médio de plantas foram *E. contortisiliquum*, *H. courbaril* e *Peltophorum dubium* (Tabela 5).

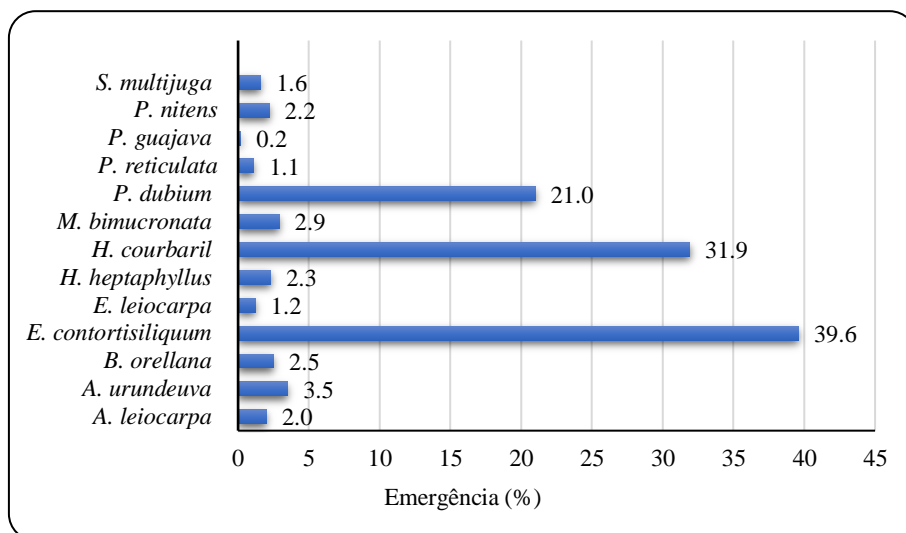
**Tabela 5.** Percentual médio de plantas estabelecidas por espécie após 360 dias de semeadura para cada tratamento. Legenda: SS – Sem superação de dormência. CS - Com superação de dormência. 1 – 1º período de semeadura; 2 – 2º período de semeadura; 3 – 3º período de semeadura.

Espécies	Sementes por tratamento	1 SS	1 CS	2 SS	2 CS	3 SS	3 CS
<i>Apuleia leiocarpa</i>	323	0,0	0,0	0,2	0,3	1,1	0,8
<i>Astronium urundeuva</i>	2713	0,0	-	1,0	-	1,1	-
<i>Bixa orellana</i>	556	0,0	0,1	0,3	0,4	1,2	1,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	311	2,7	4,5	6,9	14,3	3,7	15,3
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	86	0,0	-	0,2	-	1,2	-
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	370	0,0	-	0,6	-	2,2	-
<i>Hymenaea courbaril</i>	28	0,7	2,9	12,1	6,4	6,4	10,0
<i>Mimosa bimucronata</i>	1132	0,0	0,1	0,3	0,4	0,7	1,9
<i>Peltophorum dubium</i>	111	0,5	0,9	6,5	4,9	7,0	5,4
<i>Plathymenia reticulata</i>	130	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	0,2
<i>Psidium guajava</i>	1500	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Pterogyne nitens</i>	186	0,1	0,1	1,0	0,3	1,1	0,1
<i>Senna multijuga</i>	1505	0,0	0,0	0,4	0,3	0,9	0,3
	8951	0,3	0,9	2,3	2,8	2,1	3,5

### 4.2.2. Emergência

A emergência média das espécies, consideradas separadamente, foi de 8,6%. As espécies com maior taxa de emergência foram *E. contortisiliquum*, *H. courbaril* e *P. dubium*, com 39,6%, 31,9% e 21% de emergência aos 360 dias de monitoramento, respectivamente. As espécies com menores taxas de emergência foram *P. guajava*, *P. reticulata* e *E. leiocarpa* com 0%, 1,1% e 1,2% de emergência aos 360 dias. Para *P. guajava*, a ausência de taxa de emergência pode ser explicada pelo baixo percentual de germinação em laboratório (10%) – Apêndice A.

Para as demais espécies a taxa de emergência também se situou abaixo de 5%. A Figura 8 apresenta a taxa de emergência geral para cada espécie estudada e a Tabela 7 apresenta as taxas de emergência por tratamento e a germinabilidade (%), calculada com base no número de sementes viáveis do lote analisado em laboratório.



**Figura 11.** Emergência (%) média das espécies arbóreas, aos 360 dias após sementeira.

#### 4.2.3. Germinabilidade e germinação

A germinação média das sementes no laboratório foi de 57%, variando de 10% para *P. guajava* a 92% para *S. multijuga* e *M. bimucronata*. As maiores taxas de germinação no laboratório foram encontradas para *M. bimucronata*, *S. multijuga* (92%) e *E. leiocarpa* (84%) (Apêndice A).

Tanto a emergência quanto a germinabilidade alcançaram maiores taxas para *E. contortisiliquum*, *H. courbaril* e *P. dubium*. Os menores valores de emergência foram obtidos para *P. guajava*, *P. reticulata* e *E. leiocarpa*, enquanto os menores valores de germinabilidade foram para *E. leiocarpa*, *P. reticulata* e *S. multijuga* (Tabela 7).

**Tabela 7.** Emergência (%) e germinabilidade (%) por tratamento para cada espécie arbórea semeada.

Espécies	Sementes por tratamento	1 SS	1 CS	2 SS	2 CS	3 SS	3 CS	Média	Germinabilidade (%)
<i>Apuleia leiocarpa</i>	323	0	0	1	2	6	4	2	6
<i>Astronium urundeuva</i>	2.713	0	-	5	-	5	-	5	6
<i>Bixa orellana</i>	556	0	1	2	2	6	5	3	8
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	311	14	23	35	72	19	77	40	81
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	86	0	-	1	-	4	-	2	1
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	370	0	-	2	-	6	-	2	5
<i>Hymenaea courbaril</i>	28	4	14	61	32	32	50	32	45
<i>Mimosa bimucronata</i>	1.132	0	1	2	2	3	10	3	3
<i>Peltophorum dubium</i>	111	3	5	32	24	35	27	21	42
<i>Plathymentia reticulata</i>	130	0	0	0	2	5	1	1	2
<i>Psidium guajava</i>	1.500	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Pterogyne nitens</i>	186	1	1	5	2	5	1	2	4
<i>Senna multijuga</i>	1.505	0	0	2	2	4	2	2	2

#### 4.2.4. Sobrevivência

As maiores médias de sobrevivência foram para os segundo e terceiro períodos sem superação de dormência. Considerando as espécies, as maiores médias de sobrevivência foram para *E. contortisiliquum*, *A. urundeuva* e *P. dubium*. Para o primeiro período de semeadura, a média de sobrevivência por espécie foi maior para o tratamento com superação de dormência (23%), enquanto para o 2º e 3º períodos de semeadura a média de sobrevivência foi maior nos tratamentos sem superação de dormência, com valores médios de 52% e 51%, respectivamente. Embora *A. urundeuva* tenha apresentado boa sobrevivência, a espécie apresentou baixa taxa de emergência, o que é explicado por ter sido semeada uma grande quantidade de sementes (32.552 sementes).

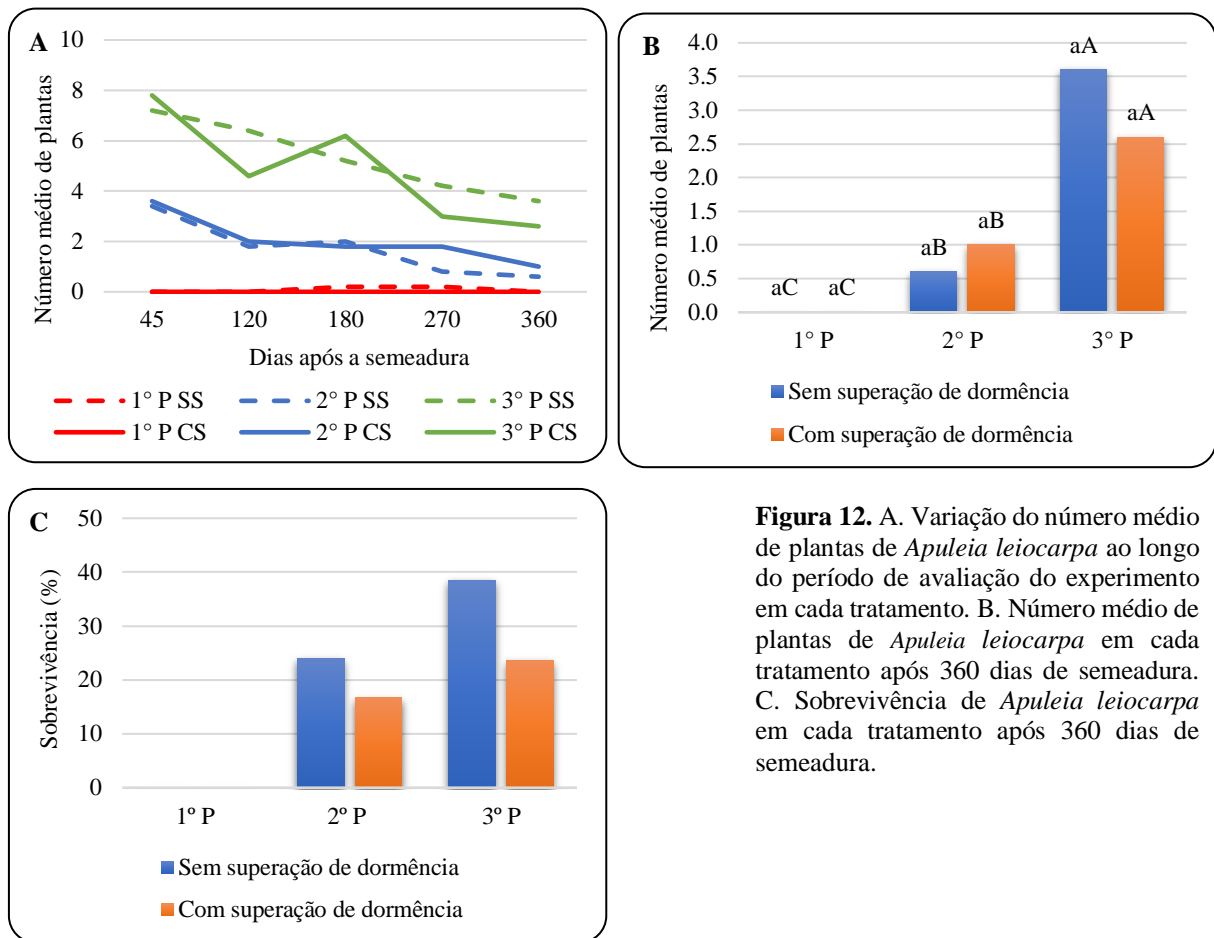
**Tabela 8.** Sobrevivência (%) por tratamento para cada espécie arbórea semeada.

Espécies	Sementes por tratamento	1 SS	1 CS	2 SS	2 CS	3 SS	3 CS	Média
<i>Apuleia leiocarpa</i>	323	0	0	24	17	38	24	17
<i>Astronium urundeuva</i>	2713	23	-	78	-	82	-	61
<i>Bixa orellana</i>	556	0	30	24	47	53	57	35
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	311	79	58	91	89	95	96	85
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	86	0	-	20	-	25	-	23
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	370	0	-	58	-	55	-	56
<i>Hymenaea courbaril</i>	28	10	43	76	38	49	56	45
<i>Mimosa bimucronata</i>	1132	7	44	100	23	27	8	35
<i>Peltophorum dubium</i>	111	30	21	81	74	89	55	58
<i>Plathymenia reticulata</i>	130	0	0	0	27	40	20	15
<i>Psidium guajava</i>	1500	0	0	40	40	27	0	18
<i>Pterogyne nitens Tul.</i>	186	20	10	37	50	38	20	29
<i>Senna multijuga</i>	1505	14	23	52	45	51	37	41

#### 4.2.5. *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr.

Para esta espécie, não houve diferença significativa entre os tratamentos para superação de dormência, porém houve diferença significativa entre todos os períodos de semeadura ( $H=34,26$ ;  $p<0,01$ ). O terceiro período promoveu maior emergência de plantas em relação aos demais, independente do tratamento para superação de dormência.

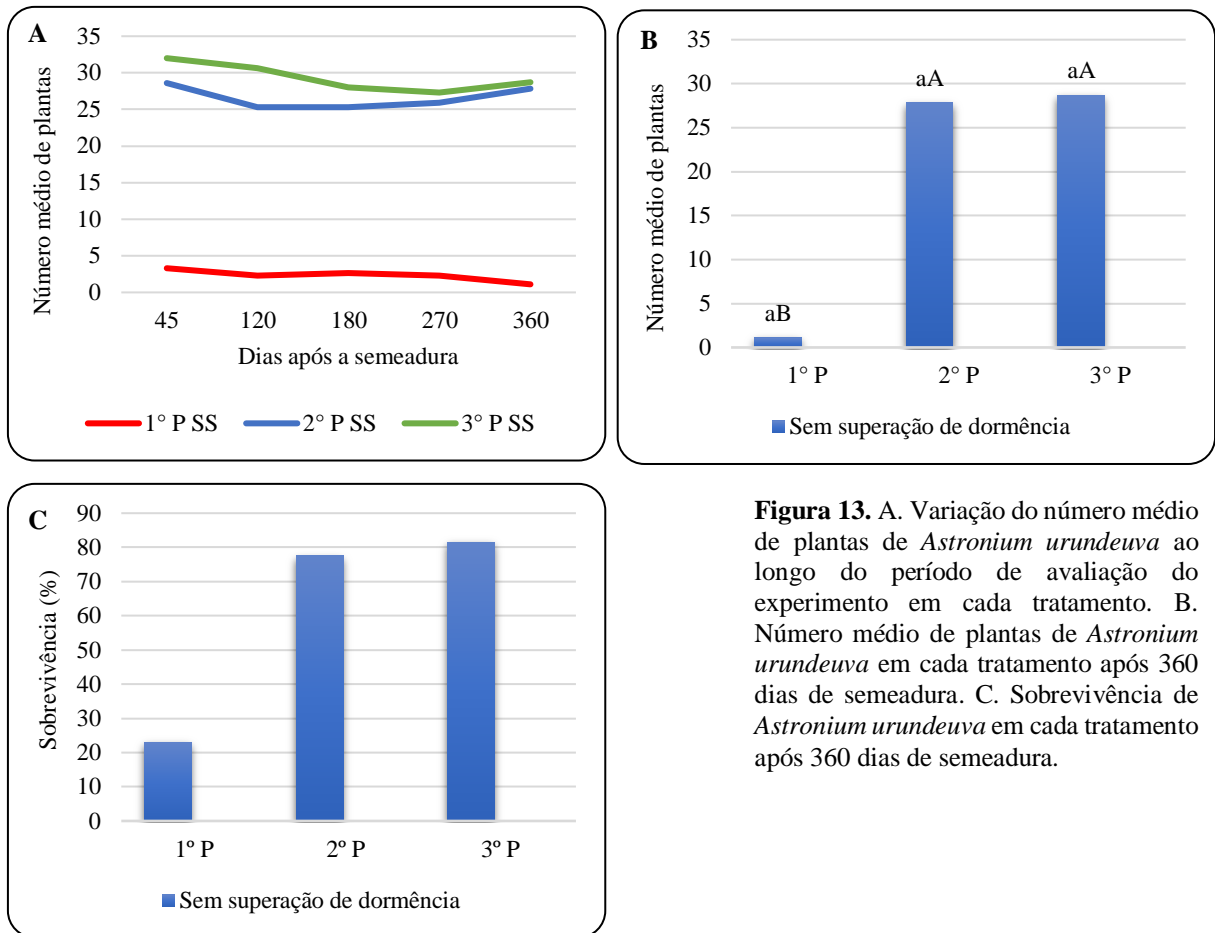
O maior pico de emergência ocorreu aos 45 dias no terceiro período de semeadura sem superação de dormência com 19 emergentes. Entretanto, a média de emergência desta espécie foi baixa (1%), com maiores emergência (6%) e sobrevivência (38%) no terceiro período de semeadura sem superação de dormência.



**Figura 12.** A. Variação do número médio de plantas de *Apuleia leiocarpa* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Apuleia leiocarpa* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Apuleia leiocarpa* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.6. *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

Esta espécie não apresenta dormência, entretanto, houve efeito significativo do período de semeadura, sendo o segundo e terceiro períodos similares entre si e significativamente diferentes do primeiro período de semeadura ( $F=49,18$ ;  $p<0,01$ ). O maior pico de emergência ocorreu aos 45 dias no terceiro período de semeadura com 173 plantas. A emergência média para a espécie foi de 5% e foi igual tanto no 2º quanto no 3º período de semeadura (5%). A sobrevivência média da espécie foi de 61%, e foi maior também para o terceiro período de semeadura (82%).

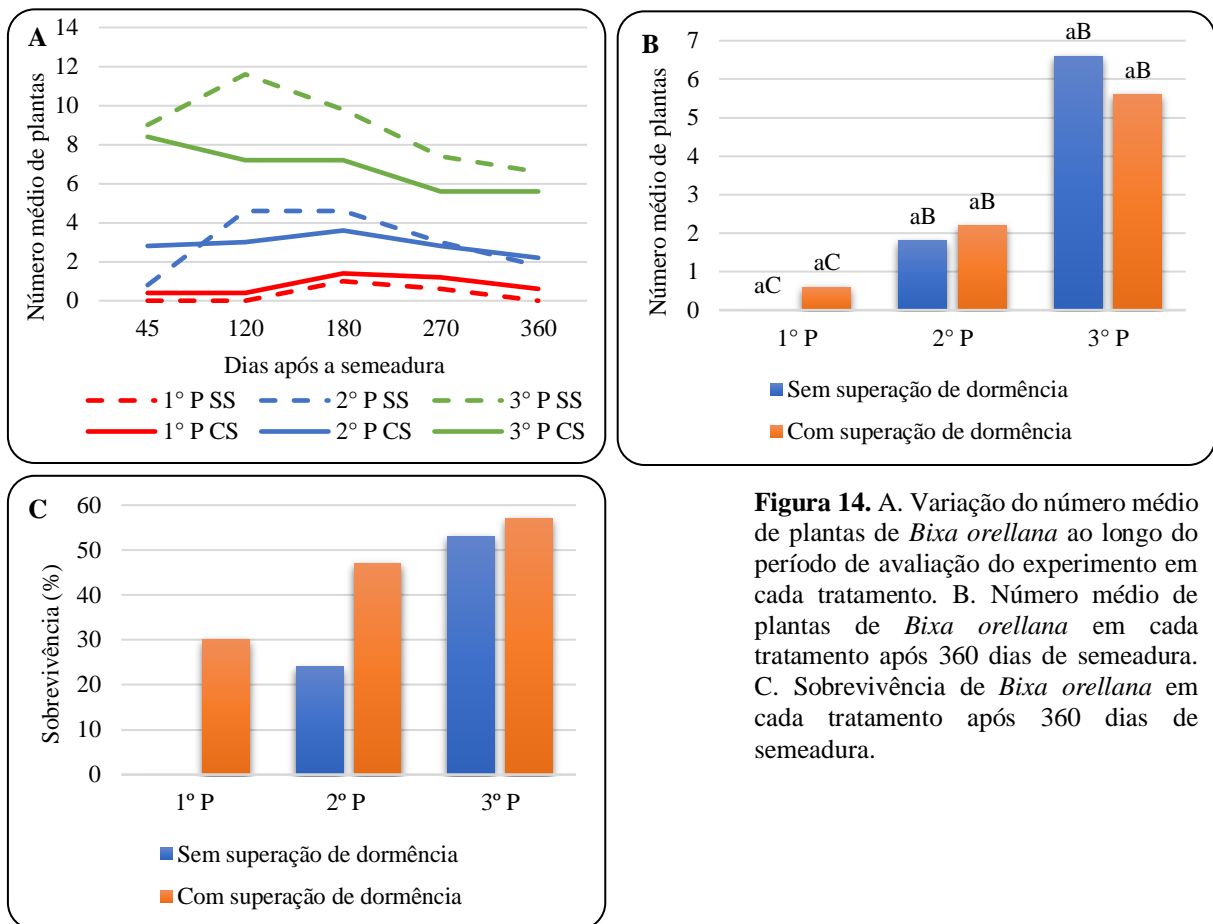


**Figura 13.** A. Variação do número médio de plantas de *Astronium urundeuva* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Astronium urundeuva* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Astronium urundeuva* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.7. *Bixa orellana* L.

Não houve diferença entre tratamento para superação de dormência. Houve diferença entre os períodos de semeadura, sendo o melhor período o terceiro, seguido do segundo e do primeiro, todos com diferença significativa entre si ( $F=20,23$ ;  $p<0,01$ ). Houve interação entre o tratamento para superação de dormência e o período de plantio.

O maior pico de emergência ocorreu aos 120 dias no terceiro período sem superação de dormência com 58 plantas. A emergência média para a espécie foi de 2,5%, maior para o terceiro período sem superação de dormência (6%). A sobrevivência média da espécie foi de 35%, e foi maior para o terceiro período de semeadura com superação de dormência (57%).



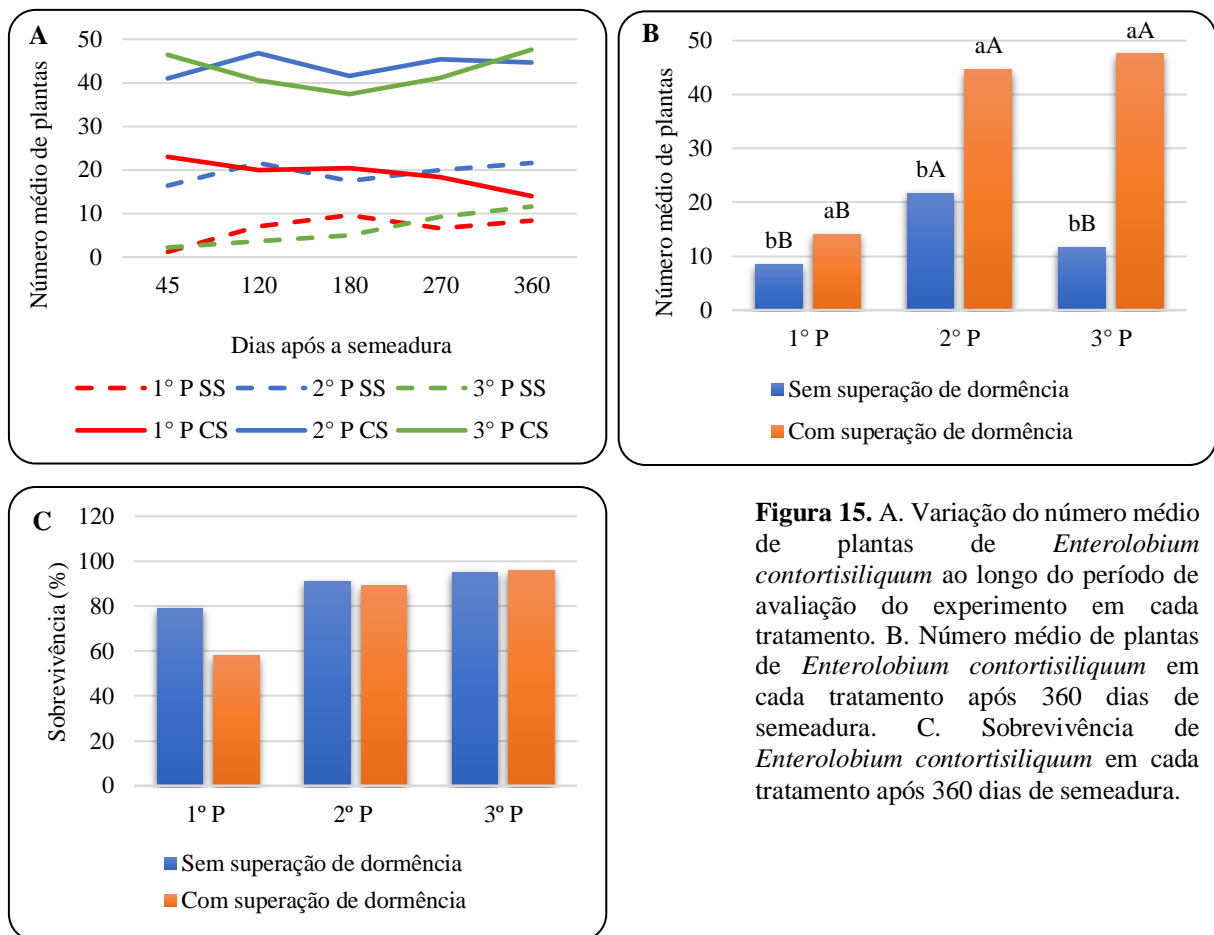
**Figura 14.** A. Variação do número médio de plantas de *Bixa orellana* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Bixa orellana* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Bixa orellana* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.



#### 4.2.8. *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

A abundância de plantas não diferiu entre os períodos de semeadura analisados. O pico de abundância de plantas ocorreu no segundo e terceiro período de semeadura, com diferença significativa em relação ao primeiro ( $F=26,87$ ;  $p<0,01$ ). O período crítico de emergência (PCE) ocorreu aos 45 dias para as sementes com superação de dormência e entre 45 e 120 dias para as sementes sem superação de dormência. Houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem superação de dormência entre os períodos de semeadura ( $F=133,3$ ;  $p<0,01$ ). Constatou-se interação significativa entre o tratamento de superação de dormência com o período de semeadura ( $F=6,16$ ;  $p<0,01$ ). A superação de dormência favoreceu a maior abundância de indivíduos da espécie em todos os períodos de semeadura analisados e foi significativamente superior aos tratamentos sem a superação de dormência.

O maior pico de emergência ocorreu aos 360 dias no terceiro período com superação de dormência com 238 plantas. A emergência média para a espécie foi de 39,6%, maior para o terceiro período com superação de dormência (77%). A sobrevivência média da espécie foi de 85%, e foi maior para o terceiro período de semeadura com superação de dormência (96%).

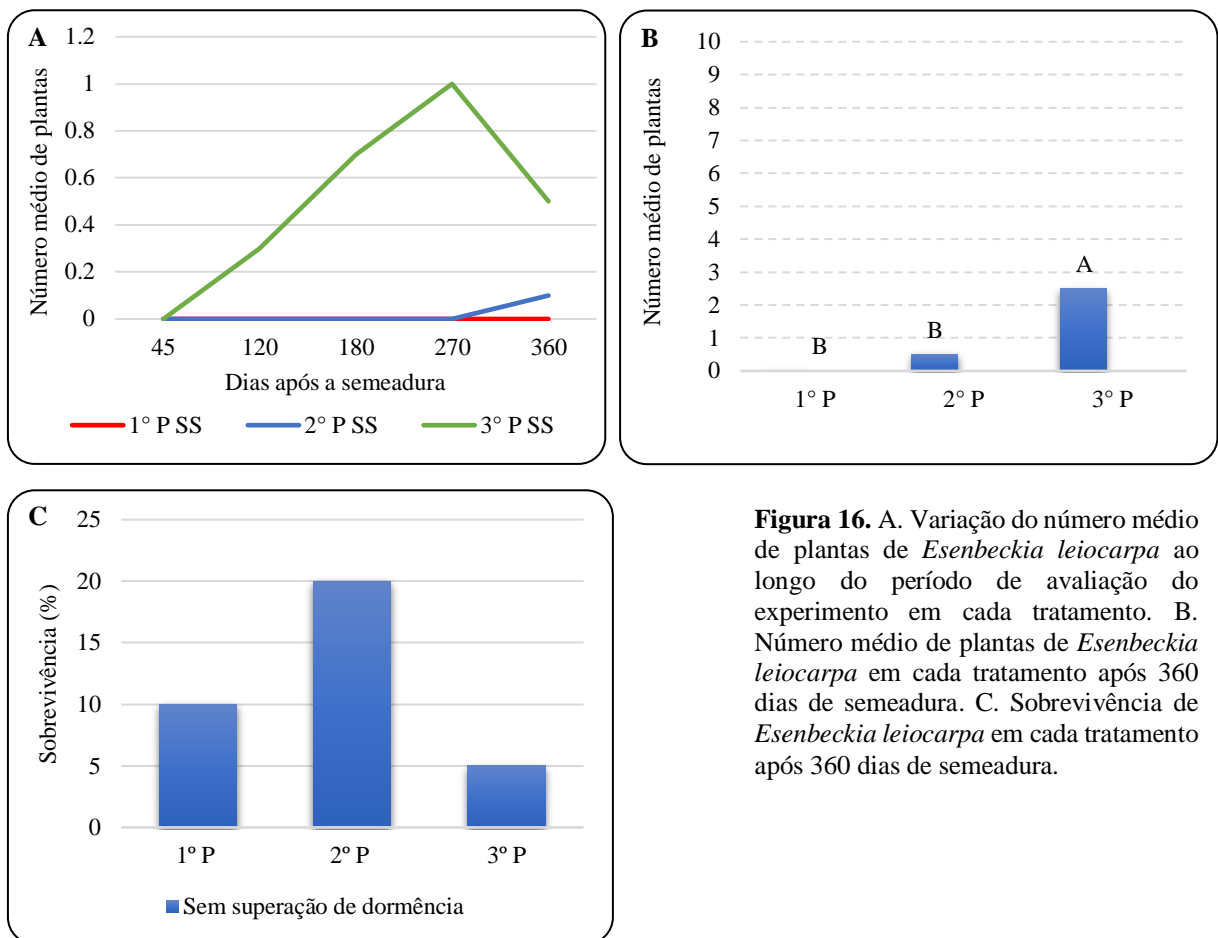


**Figura 15.** A. Variação do número médio de plantas de *Enterolobium contortisiliquum* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Enterolobium contortisiliquum* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Enterolobium contortisiliquum* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.9. *Esenbeckia leiocarpa* Engl.

Esta espécie não apresenta dormência, portanto, foram analisados somente os períodos de sementeira. O pico de emergência no terceiro período de sementeira ocorreu aos 270 dias, sendo significativamente superior à emergência nos demais períodos ( $F=26,02$ ;  $p<0,01$ ). Houve efeito significativo do período de sementeira ( $F=15,02$ ;  $p<0,01$ ) e sua interação ( $F=10,85$ ;  $p<0,01$ ). O primeiro e segundo períodos não diferiram entre si. Houve significativa maior emergência de plantas no terceiro período de sementeira. Aos 360 dias houve uma queda do número de plantas.

O maior pico de emergência ocorreu aos 180 dias no terceiro período de sementeira com 6 plantas germinadas. A emergência média para a espécie foi de 1,2%, maior para terceiro período de sementeira (6%). A sobrevivência média da espécie foi de 12%, e foi maior no terceiro período de sementeira com 40% de sobrevivência.

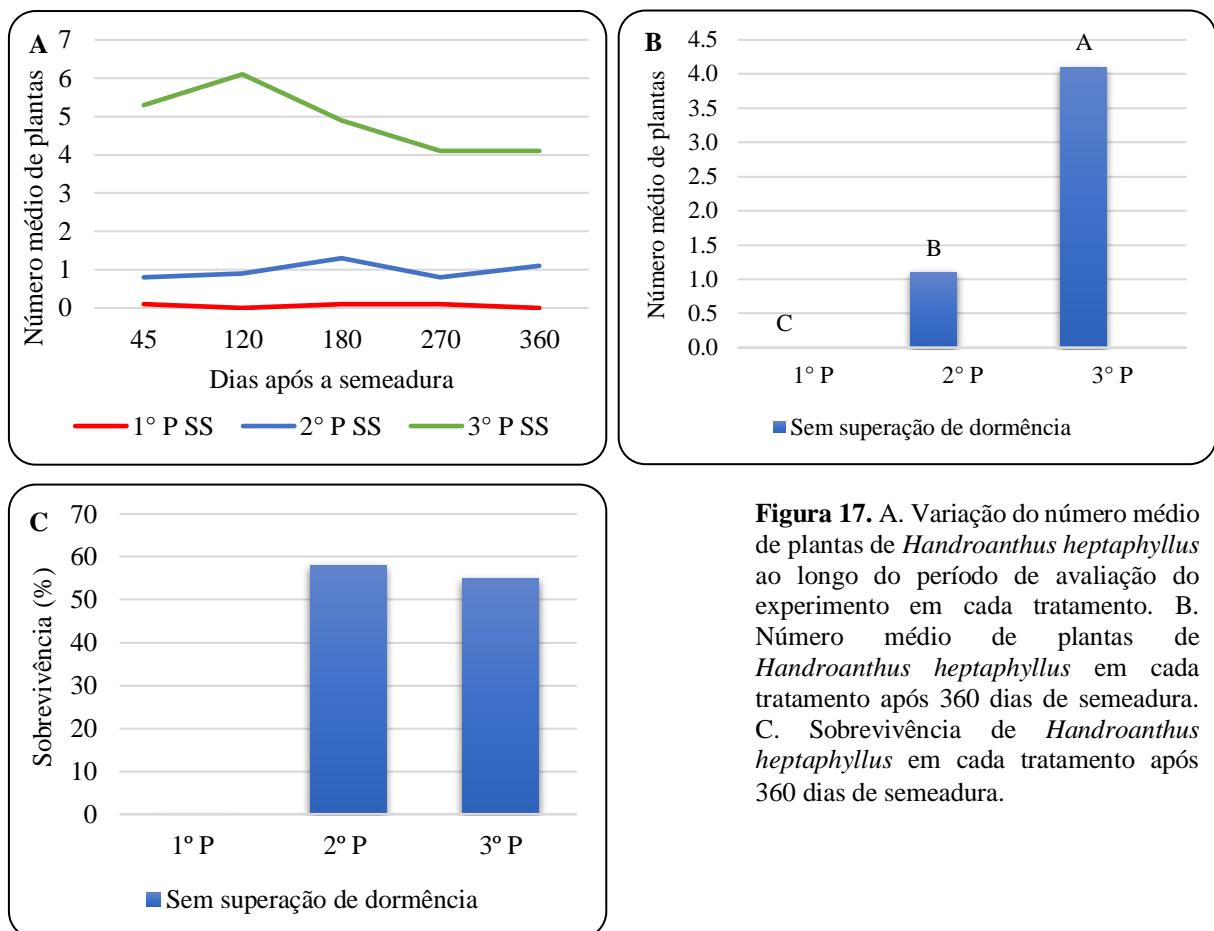


**Figura 16.** A. Variação do número médio de plantas de *Esenbeckia leiocarpa* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Esenbeckia leiocarpa* em cada tratamento após 360 dias de sementeira. C. Sobrevivência de *Esenbeckia leiocarpa* em cada tratamento após 360 dias de sementeira.

#### 4.2.10. *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos

Esta espécie também não apresenta dormência, entretanto houve efeito dos períodos de sementeira da espécie ( $F=47,75$ ;  $p<0,01$ ). O primeiro período de sementeira apresentou baixa emergência. As sementes do terceiro período de sementeira apresentaram taxa de emergência significativamente maior em relação aos demais períodos. O pico de emergência da espécie nos segundo e terceiro períodos ocorreu entre 45 e 120 dias, a partir disso houve mortalidade e redução no número de plantas.

O maior pico de emergência ocorreu aos 45 dias no terceiro período de sementeira, com 31 indivíduos germinados. A emergência média para a espécie foi de 2,3%, e foi maior para o terceiro período de sementeira, que apresentou 6% de emergência. A sobrevivência média da espécie foi de 38%, e foi maior para o segundo período de sementeira (75%).

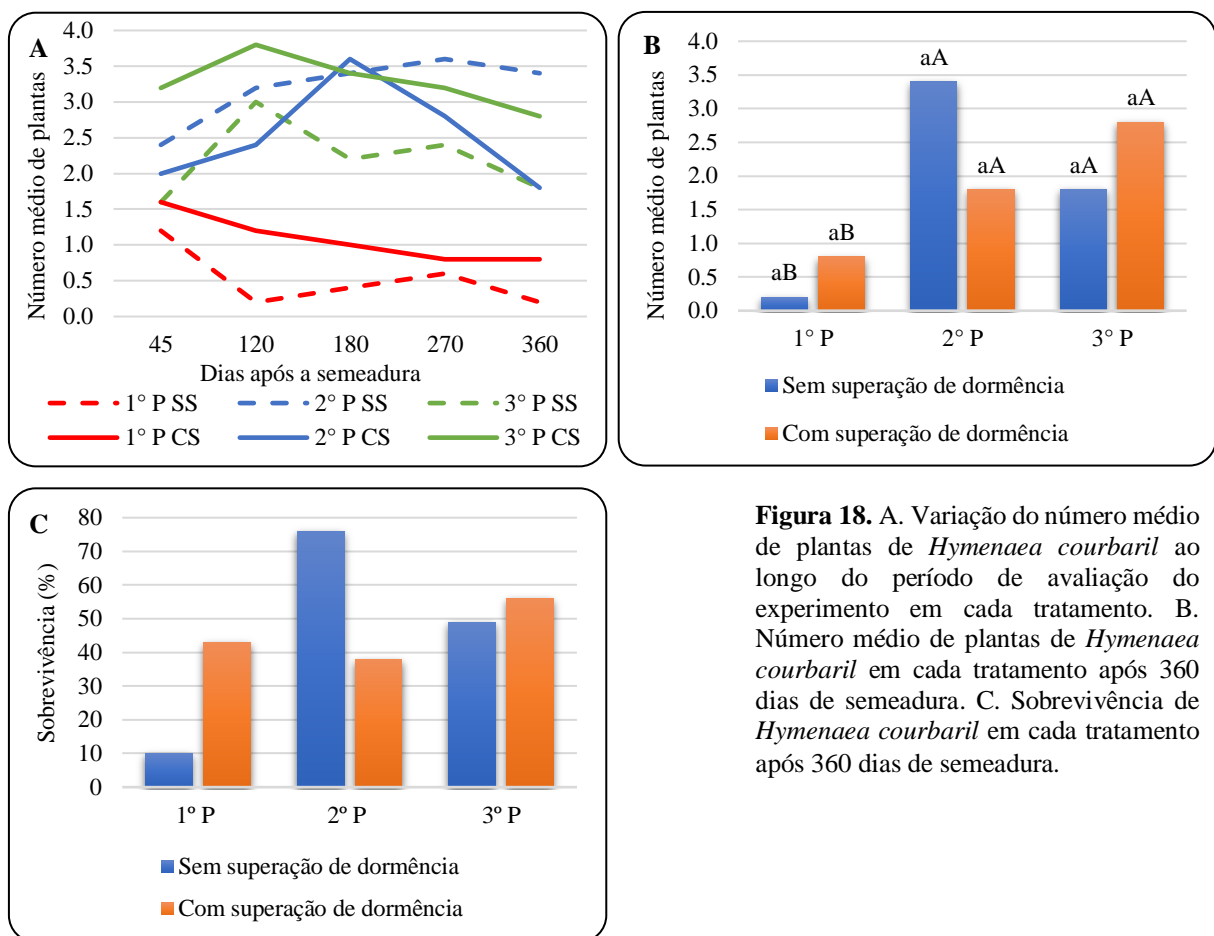


**Figura 17.** A. Variação do número médio de plantas de *Handroanthus heptaphyllus* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Handroanthus heptaphyllus* em cada tratamento após 360 dias de sementeira. C. Sobrevivência de *Handroanthus heptaphyllus* em cada tratamento após 360 dias de sementeira.

#### 4.2.11. *Hymenaea courbaril* L.

Houve efeito dos períodos de semeadura da espécie ( $F=47,74$ ;  $p<0,01$ ). Não houve diferença entre os tratamentos para superação de dormência. A não superação de dormência das sementes no segundo período foi o tratamento de melhor desempenho. O pico de emergência da espécie ocorreu aos 45 dias para o primeiro período de semeadura, aos 120 dias para o terceiro período e aos 180 dias para o segundo período.

O maior pico de emergência ocorreu aos 120 dias no terceiro período de semeadura com superação de dormência, que apresentou um total de 19 plantas. A emergência média para a espécie foi de 32,1%, e foi maior para o segundo período de semeadura sem superação de dormência (61%). A sobrevivência média da espécie foi de 45%, e foi maior para o segundo período de semeadura sem superação de dormência (76%).

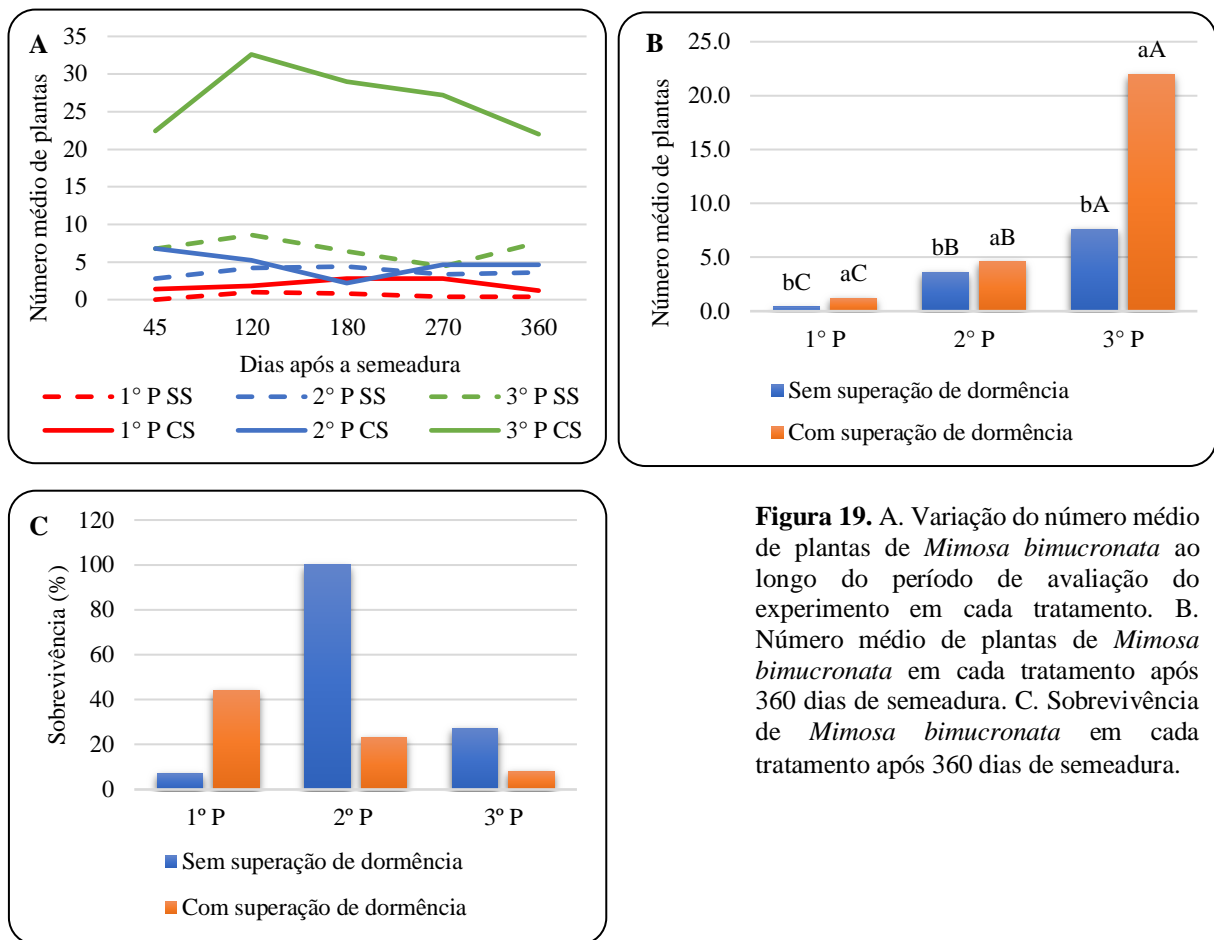


**Figura 18.** A. Variação do número médio de plantas de *Hymenaea courbaril* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Hymenaea courbaril* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Hymenaea courbaril* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.12. *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze

Houve diferença significativa entre os tratamentos de dormência ( $F=32,36$ ;  $p<0,01$ ), períodos de semeadura ( $F=22,52$ ;  $p<0,01$ ) e sua interação ( $F=14,09$ ;  $p<0,01$ ). O terceiro período de semeadura apresentou a maior emergência, que foi superior para as sementes com superação de dormência. O pico de emergência ocorreu aos 120 dias após a semeadura, e foi significativamente maior para as sementes com tratamento para superação de dormência.

O maior pico de emergência ocorreu aos 120 dias no terceiro período de semeadura com superação de dormência que apresentou um total de 163 plantas. Entretanto, a emergência média para a espécie foi de 2,9% e foi maior para o terceiro período de semeadura com superação de dormência (10%). A sobrevivência média da espécie foi de 35%.

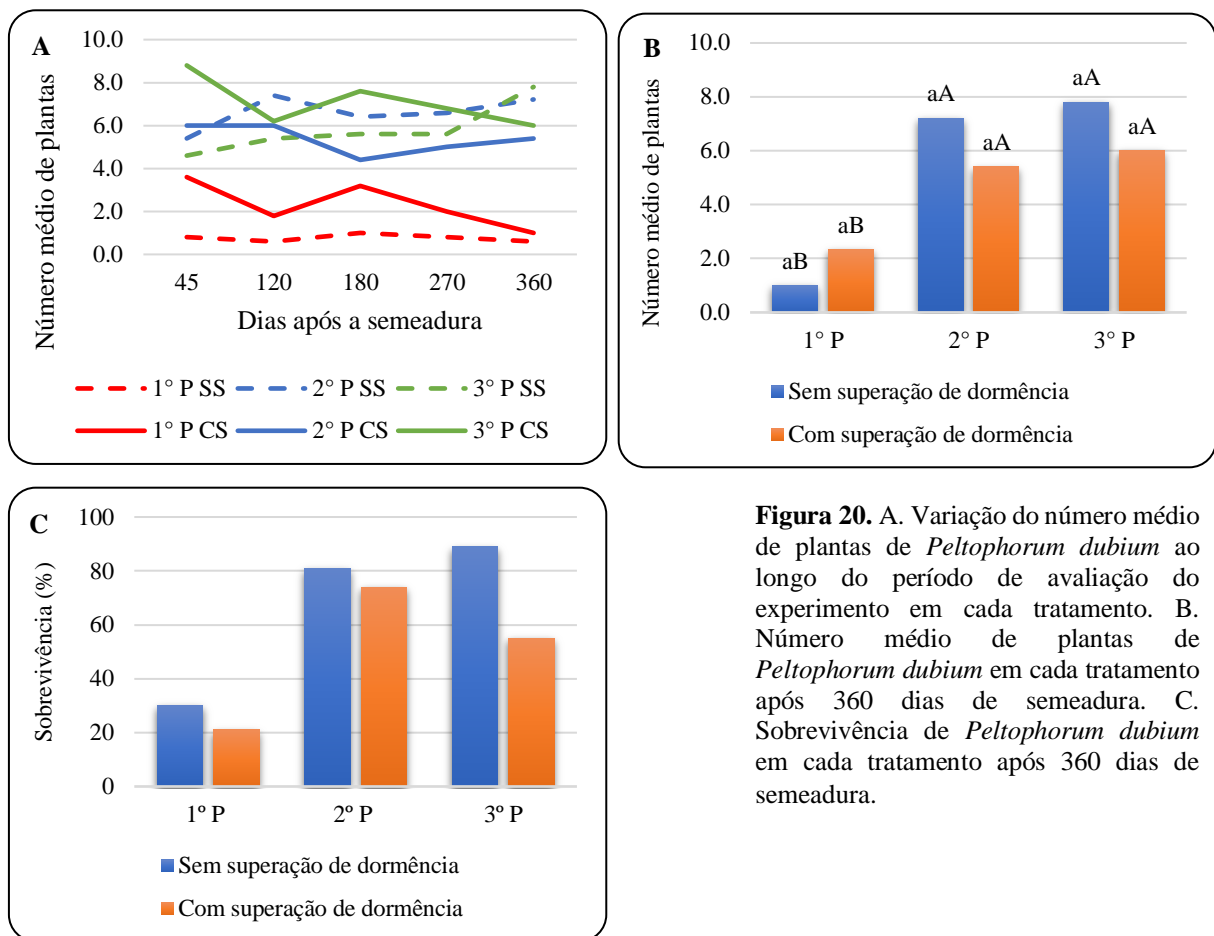


**Figura 19.** A. Variação do número médio de plantas de *Mimosa bimucronata* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Mimosa bimucronata* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Mimosa bimucronata* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.13. *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem superação de dormência. Houve diferença entre os períodos de semeadura ( $F=24,75$ ;  $p<0,01$ ). A interação entre os tratamentos com e sem superação de dormência e o período de semeadura foi significativa ( $F=3,08$ ;  $p<0,05$ ). O pico de plântulas emergidas ocorreu no segundo e terceiro períodos de semeadura, que diferiram significativamente do primeiro período.

O maior pico de emergência ocorreu aos 45 dias no terceiro período de semeadura com superação de dormência, que apresentou 44 plantas. A emergência média para a espécie foi de 21%, maior para terceiro período sem superação de dormência (35%). A sobrevivência média da espécie foi de 58%, e foi maior para o terceiro período de semeadura sem superação de dormência (89%).

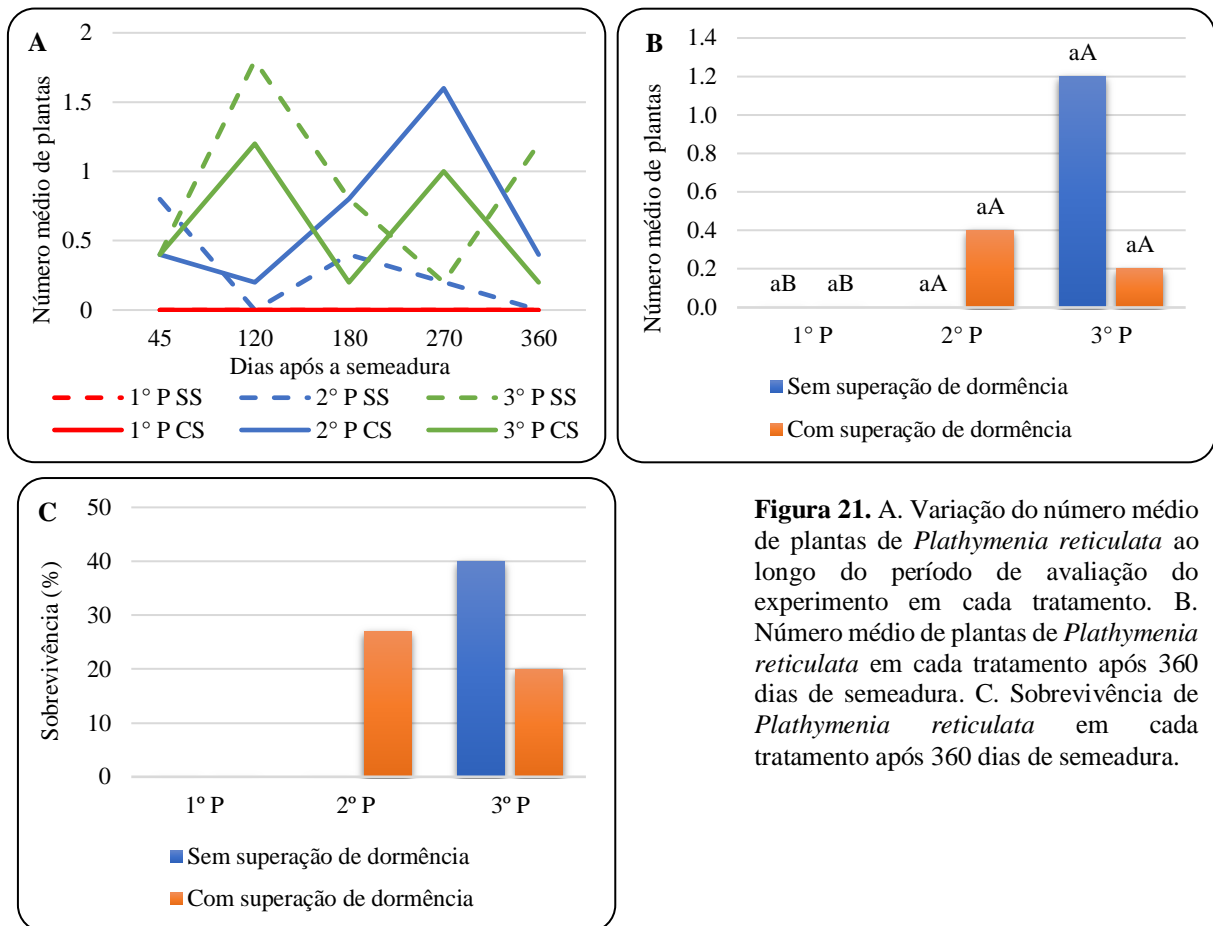


**Figura 20.** A. Variação do número médio de plantas de *Peltophorum dubium* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Peltophorum dubium* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Peltophorum dubium* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.14. *Plathymenia reticulata* Benth.

Houve diferença significativa entre os períodos de semeadura ( $F=9,10$ ;  $p<0,01$ ), mas não entre tratamentos de superação de dormência. As sementes com superação de dormência apresentaram pico de emergência no segundo período de semeadura e as sem superação de dormência no terceiro período de semeadura. Contudo, não houve diferença significativa entre o segundo e terceiro período em relação ao número de sementes que emergiram e produziram plantas. Para o tratamento sem superação de dormência, o pico de emergência ocorreu aos 120 dias após a semeadura, enquanto para as com superação de dormência o pico foi constatado aos 270 dias pós semeadura. Houve alta variação na emergência entre as repetições do experimento para cada data de avaliação para essa espécie.

O maior pico de emergência ocorreu aos 120 dias no terceiro período de semeadura sem superação de dormência que apresentou 9 plantas. A emergência média para a espécie foi de 1,1%, e foi maior para o terceiro período de semeadura sem superação de dormência (5%). A sobrevivência média da espécie foi de 14%, e foi maior para o terceiro período de semeadura sem superação de dormência (40%).

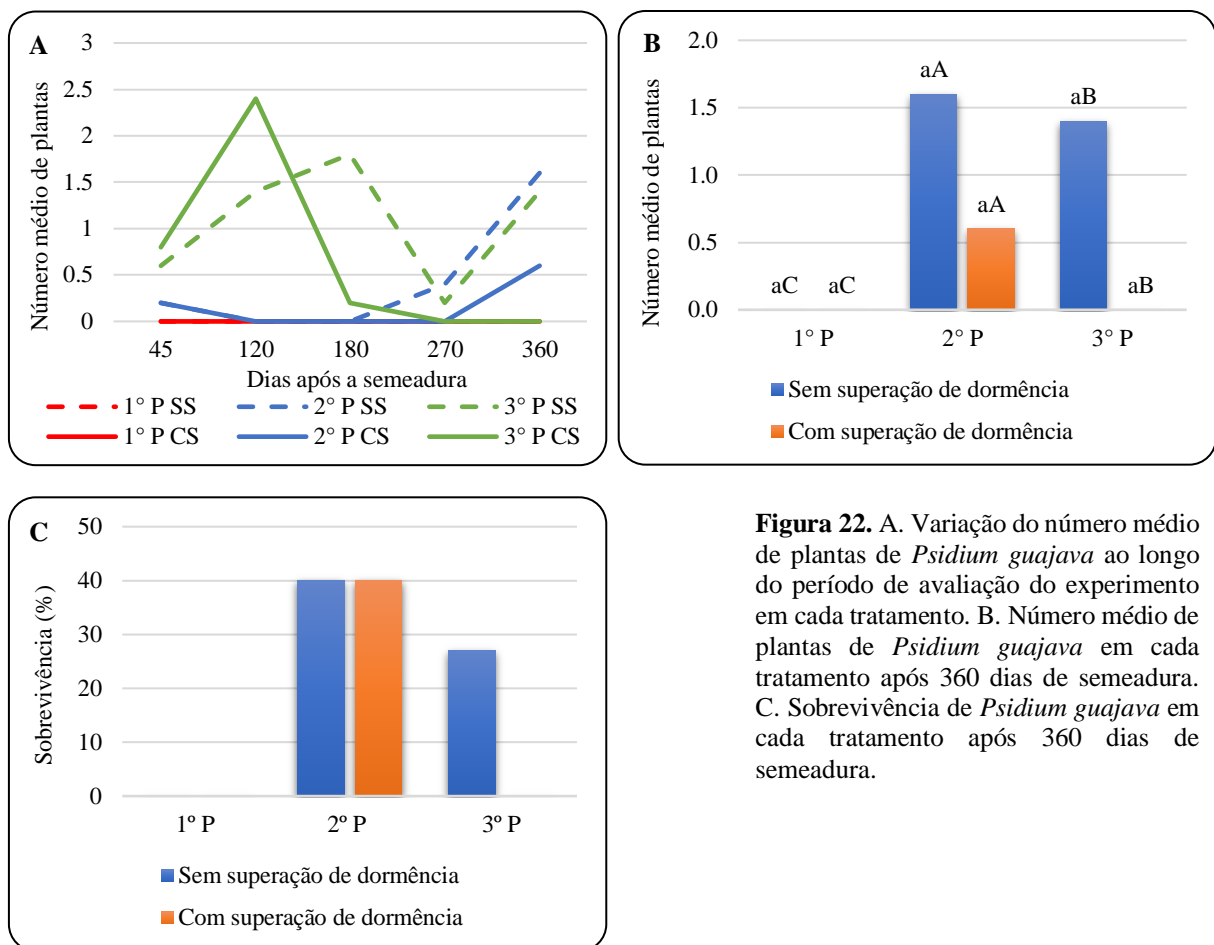


**Figura 21.** A. Variação do número médio de plantas de *Plathymenia reticulata* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Plathymenia reticulata* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Plathymenia reticulata* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.15. *Psidium guajava* L.

Não houve diferença significativa para os tratamentos de superação de dormência. O primeiro período de semeadura não apresentou emergência ao longo do período estudado. O terceiro período de semeadura foi o que apresentou maior emergência de plantas, em especial para as sem superação de dormência. O pico de emergência foi aos 120 dias para as sementes com superação de dormência, e aos 180 dias para as sementes sem superação semeadas no terceiro período.

O maior pico de emergência ocorreu aos 120 dias no terceiro período de semeadura com superação de dormência que apresentou 12 plantas. A emergência média para a espécie foi de 0,2%, sendo que o segundo período de semeadura sem superação de dormência apresentou 1% de emergência. A sobrevivência média da espécie foi de 18%, e foi igual e maior em ambos os tratamentos de dormência no segundo período de semeadura (40%).



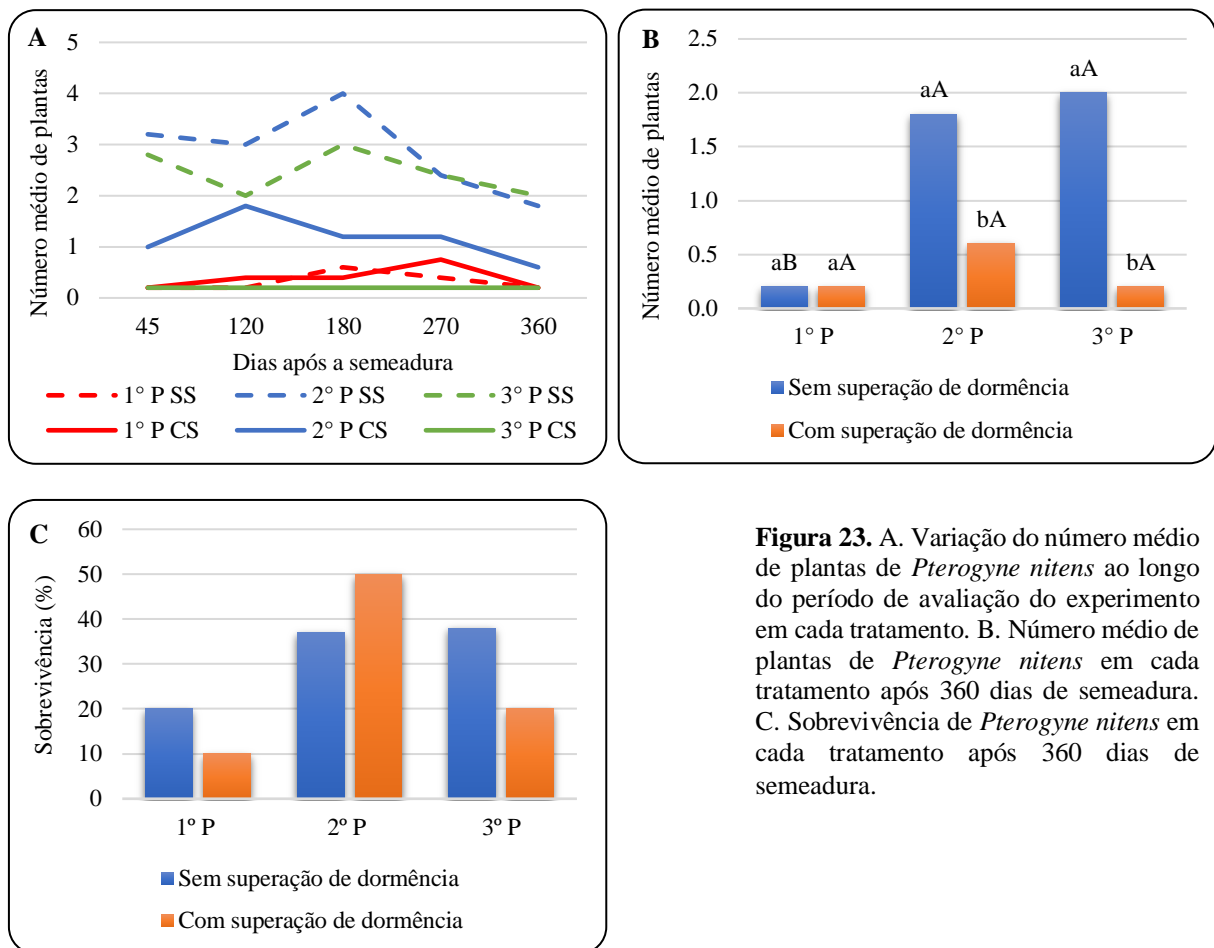
**Figura 22.** A. Variação do número médio de plantas de *Psidium guajava* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Psidium guajava* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Psidium guajava* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.



#### 4.2.16. *Pterogyne nitens* Tul.

Houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem superação de dormência ( $F=28,24$ ;  $p<0,01$ ) e entre os períodos de semeadura ( $F=13,82$ ;  $p<0,01$ ). Houve também interação significativa entre os tratamentos com e sem superação de dormência e os diferentes períodos de semeadura ( $F=10,61$ ;  $p<0,01$ ). O tratamento sem superação de dormência proporcionou maior emergência das sementes no segundo e terceiro períodos de semeadura. A superação de dormência não favoreceu o estabelecimento dos indivíduos semeados no primeiro período de semeadura. A superação de dormência reduziu a emergência em todos os períodos de semeadura, quando comparada a não superação de dormência das sementes da espécie.

O maior pico de emergência ocorreu aos 180 dias no segundo período de semeadura sem superação de dormência, com um total de 20 plantas. A emergência média para a espécie foi de 2,2%, e foram maiores e iguais no segundo período de semeadura sem superação de dormência e no terceiro período de semeadura sem superação de dormência (5%). A sobrevivência média da espécie foi de 29%, e foi maior para o segundo período de semeadura com superação de dormência (50%).

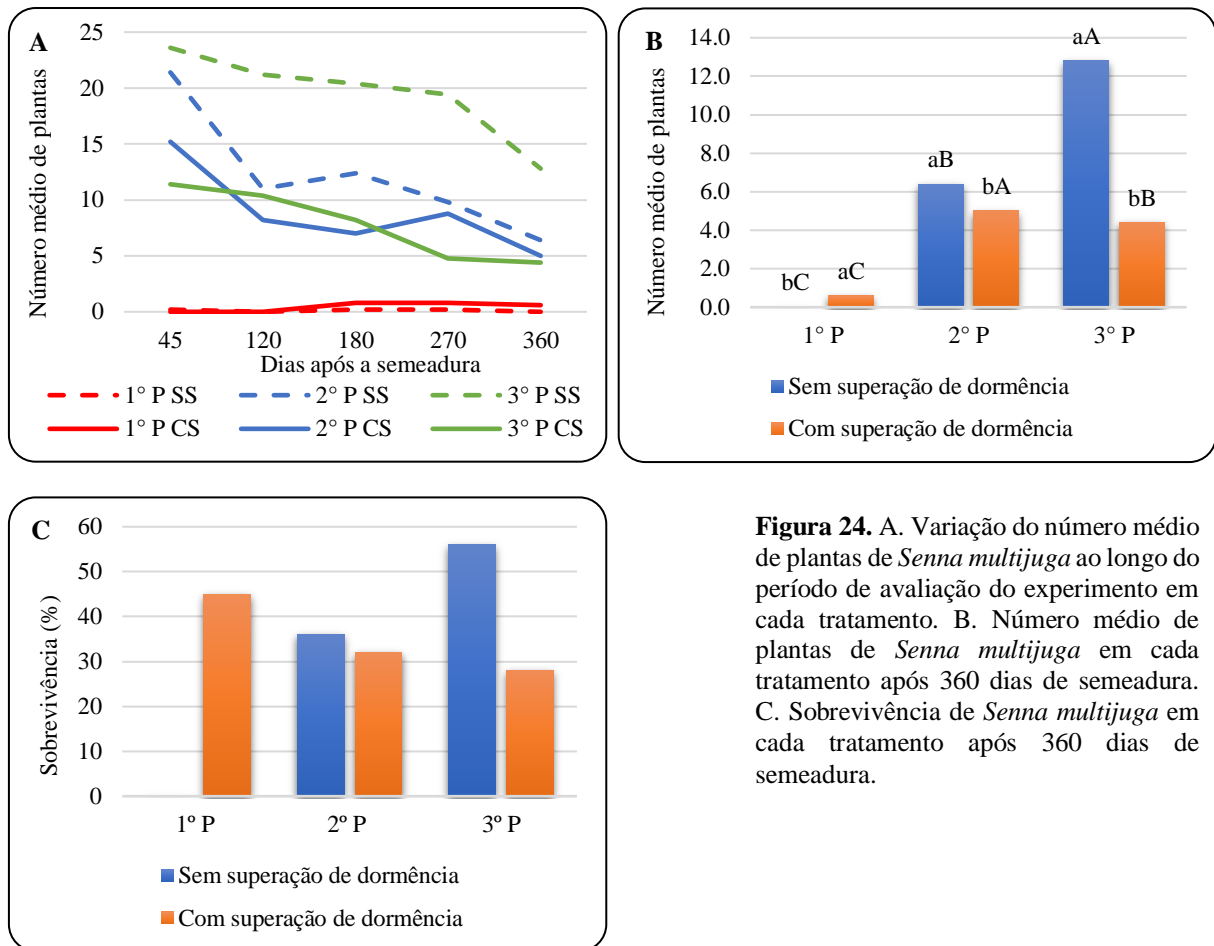


**Figura 23.** A. Variação do número médio de plantas de *Pterogyne nitens* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Pterogyne nitens* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Pterogyne nitens* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.17. *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby

Houve efeito significativo para os tratamentos de superação de dormência ( $F=12,6$ ;  $p<0,01$ ), períodos de semeadura ( $F=30,54$ ;  $p<0,01$ ) e para a interação entre os mesmos ( $F=11,03$ ;  $p<0,01$ ). Os tratamentos sem superação de dormência foram os que apresentaram maior número de plantas, em especial no terceiro período de semeadura, que favoreceu significativamente a emergência das sementes em relação aos demais períodos. O maior número de plantas foi constatado até os 45 dias para as sementes sem superação de dormência, evidenciando que para essa espécie o período de maior emergência das sementes foi nesta data, entretanto não houve diferença significativa no número de plantas entre os dias de avaliação de cada período.

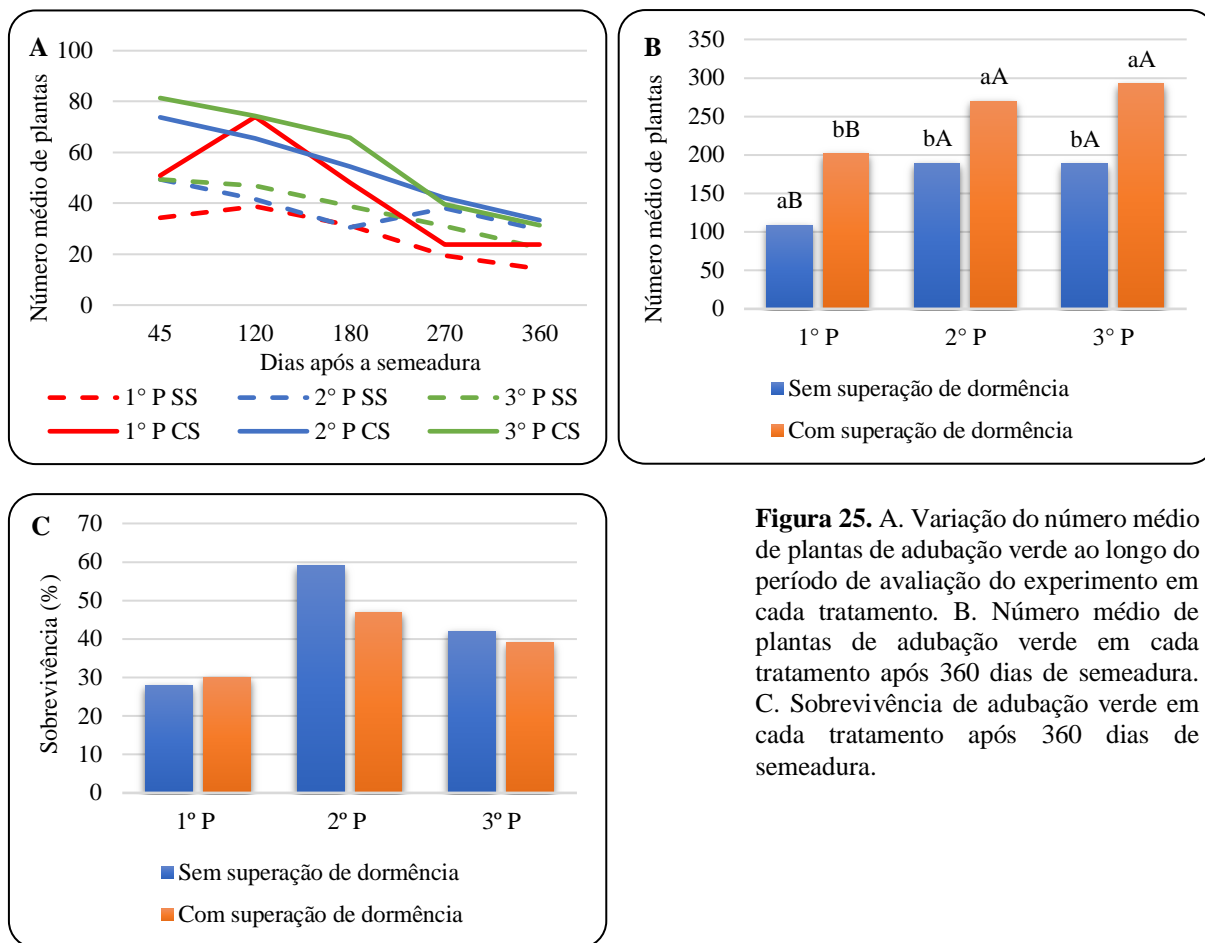
O maior pico de emergência ocorreu aos 45 dias no terceiro período de semeadura sem superação de dormência que apresentou 118 plantas. A emergência média para a espécie foi de 1,6%, maior para terceiro período sem superação de dormência (4%). A sobrevivência média da espécie foi de 33%, e foi maior para o terceiro período de semeadura sem superação de dormência (56%).



**Figura 24.** A. Variação do número médio de plantas de *Senna multijuga* ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de *Senna multijuga* em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de *Senna multijuga* em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.18. Adubação verde

Para o conjunto de espécies de adubação verde (*Cajanus cajan*, *Senna alata*, *Senna occidentalis* e *Sesbania virgata*) semeado nas entrelinhas das espécies arbóreas houve diferença altamente significativa entre os tratamentos com e sem superação de dormência, com maiores valores de números médios de plantas para os tratamentos com superação de dormência. Houve diferença significativa entre as épocas de semeadura, sendo o 2º e o 3º período de semeadura os que apresentaram melhores resultados. Não houve interação entre os tratamentos de superação de dormência e os períodos de semeadura.



**Figura 25.** A. Variação do número médio de plantas de adubação verde ao longo do período de avaliação do experimento em cada tratamento. B. Número médio de plantas de adubação verde em cada tratamento após 360 dias de semeadura. C. Sobrevivência de adubação verde em cada tratamento após 360 dias de semeadura.

#### 4.2.19. Considerações finais

Ao longo da pesquisa, também foi realizada uma análise referente a duração dos veranicos em Seropédica/RJ de 2011 a 2021 e foi constatado que o ano com período mais longo de estiagem foi em 2016, com 26 dias seguidos sem chuva no mês de abril, o que é incomum e ocorreu também no ano de 2020, com 21 dias de veranico. Nos demais anos, o veranico ocorreu com maior frequência nos meses de janeiro ou fevereiro (ARAÚJO, dados não publicados).

A emergência média das espécies no experimento foi de 8,6%. Embora aparente ser baixa, é considerada suficiente de acordo com o rendimento de plantas estabelecidas em outros estudos que avaliaram o método de semeadura direta e obtiveram taxas de emergência que variaram de 7 a 15 % (AGUIRRE et al. 2015; MELI et al. 2018). A densidade de semeadura alcançada aos 360 dias (10.504 sementes/ha) (Apêndice B) é bem superior ao obtido em plantio

por mudas com espaçamento padrão de 2m x 3m, que obtém 1.666 plantas/ha (TRENTIN et al., 2018). A densidade de plantas alcançada neste estudo também corrobora com o proposto por Ceccon et al. (2003) e por Vieira, Campos-Filho, Ferreira et al. (2020) que sugerem uma densidade de 10.041 plântulas/ha para semeadura direta em covetas, para espécies que tenham um ciclo de vida maior que 10 anos (fase 4).

Porém, deve-se estar atento ao uso de uma grande quantidade de sementes de determinadas espécies que apresentam um bom resultado na semeadura, como foi o caso do *Enterolobium contortisiliquum*. Esta espécie foi semeada em quantidade relativamente maior que as outras espécies e obteve densidade de indivíduos por hectare da ordem de mais que um terço da densidade final (Apêndice B), o que pode resultar no estabelecimento de uma população com baixa diversidade (LOCKWOOD et al., 2007). É necessário atentar-se ao fato de que alta concentração de plantas pode gerar competição intra e interespecífica e prejudicar o crescimento das árvores, o que pode aumentar as taxas de mortalidade na área (BURTON et al., 2006; MELI et al., 2018).

A emergência subiu de 0,43% para 3,00%, a germinabilidade de 1,49% para 10,50%, e a sobrevivência de 68% para 93%, do período de semeadura antes do veranico para depois do veranico (segundo ou terceiro período de semeadura), respectivamente. Logo, o primeiro período de semeadura resultou em número reduzido de plantas estabelecidas, o que é um resultado curioso, pois o período de dezembro é o mais comumente utilizado para semeadura direta no país (Miranda e Raupp, comunicação pessoal, 2022). Este resultado demonstra que, de fato, é necessário maior atenção ao período de ocorrência dos veranicos e sua intensidade durante a estação chuvosa, pois este evento climático pode afetar seriamente a emergência e germinabilidade nos projetos de semeadura direta.

O atraso nos períodos de precipitação e os veranicos em ecossistemas tropicais são uma das maiores causas de mortalidade de sementes e plântulas em campo (VIEIRA e SCARIOT, 2006). A água é o fator que mais influencia o processo de germinação. A partir da absorção da água inicia-se a reidratação dos tecidos, intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada do crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Zoneamentos Agrícolas de Risco Climático costumam indicar períodos de plantio em que o cultivo de uma determinada espécie tenha uma probabilidade estimada de crescimento, em condições edafoclimáticas favoráveis, maior do que 80% (LANDAU, 2013).

A hipótese de que o uso de sementes dormentes (sem superação de dormência) em períodos de adversidade climática pudesse garantir um melhor resultado no campo para as espécies nativas não se confirmou. Embora a variável sobrevivência tenha apontado uma ligeira tendência de melhor resultado para as sementes sem superação de dormência em relação às com superação no primeiro período de semeadura, não houve diferença significativa. De maneira geral, a superação de dormência foi benéfica para o sucesso do plantio, aumentando o número médio de plantas e a germinabilidade. A emergência só foi favorecida pela superação de dormência no terceiro período de semeadura, e a sobrevivência não foi influenciada por esse fator.

De forma geral, as espécies em que a superação de dormência resultou em diferença estatística no número médio de plantas estabelecidas foram *Enterolobium contortisiliquum* e *Mimosa bimucronata*. Meneghello (2004) obteve para a espécie *E. contortisiliquum*, aos 210 dias após semeadura, taxas de emergência de 37%. Por sua vez, Meli et al. (2018), ao testar diferentes densidades de semeadura para a espécie, obteve taxas de emergência variando de 25 a 36%, estes resultados são semelhantes aos encontrados neste estudo, o que corrobora ainda mais com a boa adaptabilidade da espécie para a semeadura direta. De todo modo, mesmo que a espécie apresente maiores taxas de emergência com a superação de dormência, deve-se avaliar o efeito desse procedimento no custo final da semente (CORREIA et al., 2022).

Por outro lado, as espécies para as quais a não superação de dormência das sementes resultou em maiores taxas de estabelecimento aos 360 dias após semeadura foram *Pterogyne nitens* e *Senna multijuga*. Este resultado contraria as conclusões de Ferreira et al. (2007) que encontrou aumento na emergência e sobrevivência de *Senna multijuga* em campo com o uso imersão em água quente (100°C) e repouso por 24 horas em água a temperatura ambiente. Para a espécie *Pterogyne nitens*, que apresenta dormência física, fenômeno considerado uma estratégia de defesa à penetração de patógenos (Dalling et al., 2011), o tratamento de superação de dormência através do desponte do tegumento pode ter facilitado a entrada de patógenos e assim diminuído as taxas de emergência e sobrevivência para a espécie no campo.

As espécies de melhor desempenho foram *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril* e *Peltophorum dubium*, isto pode ser explicado devido ao fato de que estas espécies apresentam sementes maiores, e é de amplo conhecimento na semeadura direta que sementes com maior massa específica apresentam melhor desempenho em campo (Ferreira et al., 2009; Meli et al., 2018), pois germinam em maiores variações de temperatura, apresentam maior relação de superfície e embebem água mais rapidamente, o que resulta em melhor emergência de plântulas e crescimento em relação às sementes pequenas (BURTON e BAZZAZ, 1991). Além disso, sofrem com menores taxas de predação que as sementes pequenas (DOUST et al., 2006).

Exceto por estas 3 espécies, todas as demais (*Apuleia leiocarpa*, *Astronium urundeuva*, *Bixa orellana*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Mimosa bimucronata*, *Plathymenia reticulata*, *Psidium guajava*, *Pterogyne nitens*, *Senna multijuga*) apresentaram taxa de emergência menor que 5%, o que também pode ser resultado do menor tamanho das sementes. Com exceção de *H. heptaphyllus* e *P. nitens*, as demais espécies apresentam tamanho pequeno das sementes. Ceccon et al. (2016) e Meli et al. (2018) também apresentaram resultados inferiores no uso de sementes pequenas na semeadura direta.

Entretanto, isso não é um consenso na literatura, pois Aguirre et al. (2015) obtiveram maior estabelecimento em experimento de semeadura direta com espécies de sementes menores, o que pode estar relacionado às taxas de crescimento rápido das sementes pequenas, o que consequentemente, lhes provê maiores vantagens em ambientes de alta luminosidade, o que é classificado por Wright et al. (2010) como uma estratégia aquisitiva. Por sua vez, Baraloto e Goldberg (2005) encontraram que as sementes pequenas possuem maior potencial de crescimento quando não existe uma forte competição com gramíneas. Quanto ao período de semeadura, este apresentou diferença significativa para todas as espécies em todos os tratamentos de dormência.

Os lotes de sementes apresentaram germinação média de 57% no laboratório, o que pode ser considerado uma boa germinação considerando que estavam armazenados há quase 1 ano. A taxa de emergência ou germinabilidade no campo não correspondeu à sua germinação no laboratório. *Plathymenia reticulata* apresentou boa germinação em laboratório (66%), entretanto sua germinabilidade no campo foi baixa (2%). Essa espécie é considerada secundária tardia, o que significa que costuma apresentar redução da germinação e sobrevivência devido à alta incidência de luz solar e altas temperaturas presentes em áreas degradadas (HARDWICK et al., 1997, CAMARGO et al., 2002, VIEIRA e SCARIOT, 2006). A espécie *Esenbeckia leiocarpa*, por sua vez, apresentou germinação em laboratório de 84%, mas germinabilidade de 1%. Tal discrepância pode ser explicada pelo fato de tratar-se também de espécie de sucessão tardia que pode ter sido severamente afetada pelas condições adversas encontradas em áreas preparadas para semeadura. Desta maneira, o grupo sucessional das espécies pode ser um fator limitante para seu uso na semeadura direta. Com exceção para a *Hymenaea courbaril* que apesar de ser considerada uma espécie secundária tardia teve um bom resultado em termos de germinabilidade (45%), o que pode ser explicado pelo tamanho grande de suas sementes e tegumento duro.

Diante do exposto, recomenda-se a superação de dormência para grande parte das espécies e a realização da sementeira direta em períodos anteriores ao veranico. O monitoramento da época e intensidade dos veranicos é imprescindível para o sucesso de projetos de restauração por sementeira direta.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados podemos concluir que:

- A sementeira direta realizada previamente ao veranico afetou negativamente a germinação e estabelecimento das espécies avaliadas.
- Não houve interação entre o período de sementeira e a superação da dormência, ou seja, não houve nenhum benefício no uso de sementes dormentes antes do veranico.
- O melhor período de sementeira foi em fevereiro de 2021 e março de 2021, ou seja, depois da ocorrência do veranico.
- As espécies de melhor desempenho na sementeira direta foram *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril* e *Peltophorum dubium*.
- Para boa parte das espécies testadas, a superação de dormência resultou em maiores taxas de emergência e número médio de plantas.
- A superação de dormência das sementes foi benéfica para o sucesso da sementeira direta, influenciando a emergência e germinabilidade, mas não a sobrevivência.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, Andrea Garafulic et al. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, p. 629-640, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-04/RAD/2015>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ANTONIAZZI, Laura; CAMPOS-FILHO, Eduardo Malta; VIEIRA, Daniel Luis Mascia. Seed-based Restoration: how experiences in Brazil are increasing in both scale and co-benefits. International network for seed-based Restoration. 2021. Disponível em: <https://ser-insr.org/news/2021/2/10/seed-based>. Acesso em: 13 jun. 2022.

ARONSON, James; ALEXANDER, Sasha. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 3, p. 293-296, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rec.12011>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ASSAD, E. D. et al. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. **Sistemas de informações geográficas. Aplicações na agricultura. Embrapa-SPI/Embrapa Cerrados, Brasília**. 1998.

BALANDIER, Philippe; FROCHOT, Henri; SOURISSEAU, Agnès. Improvement of direct tree seeding with cover crops in afforestation: microclimate and resource availability induced by vegetation composition. **Forest Ecology and Management**, v. 257, n. 8, p. 1716-1724, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.032>. Acesso em: 10 jul. 2022.

BARALOTO, Christopher; FORGET, PIERRE-MICHEL; GOLDBERG, Deborah E. Seed mass, seedling size and neotropical tree seedling establishment. **Journal of Ecology**, v. 93, n. 6, p. 1156-1166, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01041.x>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BELTRAME, Tiago Pavan; RODRIGUES, Efraim. Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 19-28, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744083003.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BEWLEY, J. Derek; BLACK, Michael. **Seeds: physiology of development and germination**. Springer Science & Business Media, 2013. 444 p.

BONILLA-MOHENO, Martha; HOLL, Karen D. Direct seeding to restore tropical mature-forest species in areas of slash-and-burn agriculture. **Restoration Ecology**, v. 18, p. 438-445, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00580.x>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRASIL, 2015. Intended nationally determined contribution towards achieving the objective of the United Nations framework convention on climate change. Disponível em: [www4.unfccc.int/submissions/indc/](http://www4.unfccc.int/submissions/indc/). Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Lei no 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012. Seção 1, p.1. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.html). Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais. Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/instrucoes-para-analise-de-sementes-de-especies-florestais/view>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRASIL. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Aprova o regulamento da lei no 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional De Sementes E Mudanças - SNSM, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 2004, 2004. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-5153-23-julho-2004-533120-norma-pe.html>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BURTON, Philip J.; BAZZAZ, F. A. Tree seedling emergence on interactive temperature and moisture gradients and in patches of old-field vegetation. **American journal of botany**, v. 78, n. 1, p. 131-149, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1991.tb12579.x>. Acesso em: 26 ago. 2022.

BURTON, Carla M. et al. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 3, p. 379-390, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2006.00146.x>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CALMON, Miguel *et al.* **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: um movimento pela valorização da floresta**. O valor das florestas. Terra das Artes Editora, São Paulo, p. 330-335, 2009.

CALMON, Miguel. Restauração de florestas e paisagens em larga escala: o Brasil na liderança global. **Ciência e Cultura**, v. 73, n. 1, p. 44-48, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602021000100009>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CAMARGO, José Luís Campana; FERRAZ, Isolde Dorothea Kossman; IMAKAWA, Angela Maria. Rehabilitation of degraded areas of central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, v. 10, n. 4, p. 636-644, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01044.x>. Acesso em: 14 jun. 2022.

CARVALHO, NM; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Ed. Funep, Jaboticabal, SP, 2012, 590 p.

CECCON, Eliane; HUANTE, Pilar; CAMPO, Julio. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the survival and recruitment of seedlings of dominant tree species in two abandoned tropical dry forests in Yucatán, Mexico. **Forest ecology and management**, v. 182, n. 1-3, p. 387-402, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00085-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00085-9). Acesso em: 26 ago. 2022.

CECCON, Eliane; GONZÁLEZ, Edgar J.; MARTORELL, Carlos. Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? Evidences from a Meta-



analysis. **Land Degradation & Development**, v. 27, n. 3, p. 511-520, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ldr.2421>. Acesso em: 12 jul. 2022.

CHAZDON, R. et al. Tropical Forest Regeneration. **Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00377-4>. Acesso em: 12 jul. 2022.

CHEESMAN, Alexander W.; WINTER, Klaus. Growth response and acclimation of CO<sub>2</sub> exchange characteristics to elevated temperatures in tropical tree seedlings. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 12, p. 3817-3828, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jxb/ert211>. Acesso em: 12 jun. 2022.

COLE, Rebecca J. et al. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1590-1597, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.038> . Acesso em: 15 jun. 2022.

CORREIA, Matheus Rezende de Mesquita et al. Less is more: Little seed processing required for direct seeding in seasonal tropics. **New Forests**, v. 53, n. 4, p. 695-719, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09881-y>. Acesso em: 30 jul. 2022.

CRUZ, Eleandro S. et al. Ocorrência de veranicos no estado do Rio de Janeiro. **Engenharia Agrícola**, v. 24, p. 68-79, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010069162004000100009>. Acesso em: 10 jun. 2022.

DALLING, James W. et al. Seed survival in soil: interacting effects of predation, dormancy and the soil microbial community. *Journal of Ecology*, v. 99, n. 1, p. 89-95, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01739.x>. Acesso em: 10 jun. 2022.

DE SOUZA, Diego Cerveira; ENGEL, Vera Lex. 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: 28 jul. 2022.

DÍAZ, Sandra et al. The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. **Current opinion in environmental sustainability**, v. 14, p. 1-16, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>. Acesso em: 20 jun. 2022.

DURIGAN, Giselda et al. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, p. 471-485, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300011>. Acesso em: 20 jun. 2022.

DOUST, Susan J.; ERSKINE, Peter D.; LAMB, David. Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 234, n. 1-3, p. 333-343, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.07.014>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ENGEL, Vera Lex; PARROTTA, John A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 152, n. 1-3, p. 169-181, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00600-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00600-9). Acesso em: 18 jun. 2022.

FERRANDIS, Pablo; BONILLA, Marta; OSORIO, Licet del Carmen. Germination and soil seed bank traits of *Podocarpus angustifolius* (Podocarpaceae): an endemic tree species from Cuban rain forests. **Revista de Biología Tropical**, v. 59, n. 3, p. 1061-1069, 2011.

FERREIRA, Robério Anastácio et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, v. 13, n. 3, p. 271-279, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74413305.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FERREIRA, Robério Anastácio et al. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, 2009. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/11885>. Acesso em: 25 jun. 2022.

FERREIRA, Robério Anastácio; SANTOS, Paula Luíza. Direct sowing: an alternative to the restoration of ecosystems of tropical forests. **Tropical Forests**, v. 17, p. 333-348, 2012.

FREITAS, Marina Guimaraes et al. 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: 10 jul. 2022.

FREIRE, J. M.; URZEDO, D. I.; PINA-RODRIGUES, F. C. M. A realidade das sementes nativas no Brasil: Desafios e oportunidades para a produção em larga escala. **Seed News**, p. 24-28, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.24162.02243/1>. Acesso em: 10 jul. 2022.

FRIGIERI, Felipe Furtado et al. **Guia de plântulas e sementes da Mata Atlântica do estado de São Paulo**. 1. ed. Piracicaba: IPEF, 2016. 99 p.

FRISCHIE, Stephanie et al. Ensuring seed quality in ecological restoration: native seed cleaning and testing. **Restoration Ecology**, v. 28, p. S239-S248, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rec.13217>. Acesso em: 30 jul. 2022.

GARWOOD, Nancy C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs**, v. 53, n. 2, p. 159-181, 1983. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1942493>. Acesso em: 30 jul. 2022.

GREMER, Jennifer R.; KIMBALL, Sarah; VENABLE, D. Lawrence. Within-and among-year germination in Sonoran Desert winter annuals: Bet hedging and predictive germination in a variable environment. **Ecology letters**, v. 19, n. 10, p. 1209-1218, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ele.12655>. Acesso em: 24 ago. 2022.

GROSSNICKLE, Steven C.; IVETIĆ, Vladan. Direct seeding in reforestation—a field performance review. **Reforesta**, n. 4, p. 94-142, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21750/REFOR.4.07.46>. Acesso em: 12 jul. 2022.

GUIDOTTI, Vinicius et al. Números detalhados do Novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs. **Sustentabilidade em debate**, n. 5, p. 1-11, 2017.

HARDWICK, Kate et al. Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand. **Forest Ecology and Management**,

v. 99, n. 1-2, p. 203-214, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S03781127\(97\)00206-5](https://doi.org/10.1016/S03781127(97)00206-5). Acesso em: 15 jul. 2022.

HOLBROOK, Kimberly M.; LOISELLE, Bette A. Dispersal in a Neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): does hunting of large vertebrates limit seed removal? **Ecology**, v. 90, n. 6, p. 1449-1455, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/08-1332.1>. Acesso em: 15 jul. 2022.

HOLL, Karen D. Effects of above-and below-ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasiliense* (Camb.) seedling growth in abandoned tropical pasture. **Forest ecology and management**, v. 109, n. 1-3, p. 187-195, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00248-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00248-5). Acesso em: 16 jul. 2022.

HOLL, Karen D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: Seed rain, seed germination, microclimate, and soil 1. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00135.x>. Acesso em: 18 jul. 2022.

HOLL, Karen D. et al. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100x.2000.80049.x>. Acesso em: 24 jul. 2022.

HOOPER, Elaine; CONDIT, Richard; LEGENDRE, Pierre. Responses of 20 native tree species to reforestation strategies for abandoned farmland in Panama. **Ecological applications**, v. 12, n. 6, p. 1626-1641, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[1626:RONTST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[1626:RONTST]2.0.CO;2). Acesso em: 25/07/2022.

IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., ( . . ) & White, L.L. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, US, 1132 pp.

ISERNHAGEN, I. **Uso de sementeira direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil**. 2010. 106 p. Tese (Doutorado em Conservação de Ecossistemas Florestais) - Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2010.

JØRGENSEN, Dolly. Ecological restoration as objective, target, and tool in international biodiversity policy. **Ecology and Society**, v. 20, n. 4, 2015. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26270312>. Acesso em: 25 jun. 2022.

LAMB, David; ERSKINE, Peter D.; PARROTTA, John A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, v. 310, n. 5754, p. 1628-1632, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1111773>. Acesso em: 10 jul. 2022.

LANDAU, E., MOURA, L., & GUIMARAES, D. Mapeamento das épocas aptas para o plantio de milho consorciado com braquiária na segunda safra agrícola no Brasil. Circular Técnica, 187, Sete Lagoas, MG Dezembro, 2013, 15 p.

LIMA, Victor Ferreira et al. Germinação de espécies de floresta decidual após armazenamento: implicações para restauração. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 96-98, 2007.

LIU, Z. et al. Seed mass and shape, germination and plant abundance in a desertified grassland in northeastern Inner Mongolia, China. **Journal of Arid Environments**, v. 69, n. 2, p. 198-211, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.09.012>. Acesso em: 25 jul. 2022.

LOCKWOOD, Julie L.; HOOPES, Martha F.; MARCHETTI, Michael P. **Invasion ecology**. John Wiley & Sons, 2013.

MACEDO, M. O. *et al.* Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen fixing trees. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 1516-1524, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.007>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MATTEI, Vilmar Luciano. Avaliação de protetores físicos em semeadura direta de Pinus taeda L. **Ciência Florestal**, v. 7, p. 91-100, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098341>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MELI, Paula et al. Optimizing seeding density of fast-growing native trees for restoring the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 2, p. 212-219, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rec.12567>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MENEGHELLO, Geri Eduardo; MATTEI, Vilmar Luciano. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, v. 14, p. 21-27, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050981803>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MENEZES, Hudson Ellen Alencar et al. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, p. 152-161, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862008000200004>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MENZ, Myles HM; DIXON, Kingsley W.; HOBBS, Richard J. Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. **Science**, v. 339, n. 6119, p. 526-527, 2013. Disponível em: [DOI: 10.1126/science.1228334](https://doi.org/10.1126/science.1228334). Acesso em: 25 jul. 2022.

MIJNSBRUGGE, K. V.; BISCHOFF, A.; SMITH, B. A question of origin: where and how to collect seed for ecological restoration. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, n. 4, p. 300-311, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.09.002>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MORI, Edson Seizo; PIÑA-RODRIGUES, Fátima CM; DE FREITAS, Nobel Penteadó. **Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas**. 1. ed. São Paulo: Instituto Refloresta, 2012. 159 p.

MULLER-LANDAU, Helene C. The tolerance–fecundity trade-off and the maintenance of diversity in seed size. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 9, p. 4242-4247, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0911637107>. Acesso em: 25 jul. 2022

OBESO, José Ramón; MARTÍNEZ, Isabel; GARCÍA, Daniel. Seed size is heterogeneously distributed among destination habitats in animal dispersed plants. **Basic and Applied Ecology**,

v. 12, n. 2, p. 134-140, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.01.003> . Acesso em: 13 jul. 2022.

Oliveira Junior, J. F. de *et al.* Análise da Precipitação e sua Relação com Sistemas Meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 140-149, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/floram.2014.030>. Acesso em: 26 jul. 2022.

OSPINA, Sonia et al. More stable productivity of semi natural grasslands than sown pastures in a seasonally dry climate. **PLoS One**, v. 7, n. 5, p. e35555, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035555>. Acesso em: 24 jul. 2022.

PAIVA, C. **Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranico, na Bacia do Rio Doce**. 1997. 69 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11418>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PALMA, Ana Cristina; LAURANCE, Susan GW. 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**, v. 18, n. 4, p. 561-568, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12173>. Acesso em: 26 jul. 2022.

PALMER, Margaret A.; AMBROSE, Richard F.; POFF, N. LeRoy. Ecological theory and community restoration ecology. **Restoration ecology**, v. 5, n. 4, p. 291-300, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1997.00543.x>. Acesso em: 25 jul. 2022.

PARROTTA, John A.; KNOWLES, Oliver Henry; WUNDERLE JR, Joseph M. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 99, n. 1-2, p. 21-42, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00192-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00192-8) . Acesso em: 25 jul. 2022.

PASSARETTI, Raquel A.; PILON, Natashi AL; DURIGAN, Giselda. Weed control, large seeds and deep roots: Drivers of success in direct seeding for savanna restoration. **Applied Vegetation Science**, v. 23, n. 3, p. 406-416, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12495>. Acesso em: 30 jul. 2022.

PEDROL, Nuria et al. Optimal and synchronized germination of *Robinia pseudoacacia*, *Acacia dealbata* and other woody Fabaceae using a handheld rotary tool: concomitant reduction of physical and physiological seed dormancy. **Journal of Forestry Research**, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0445-0>. Acesso em: 30 jul. 2022.

PELLIZZARO, Keiko Fueta et al. “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, n. 3, p. 681-693, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-6>. Acesso em: 18 jul. 2022.

PEREIRA, Silvia Rahe. **Recuperação florestal através de semeadura direta: uso da superação de dormência e influência do tamanho de sementes e de gramíneas exóticas no estabelecimento de espécies de árvores**. 2012. 113 p. Tese (Doutorado em Ciências, área de

concentração em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

PEREIRA, Silvia Rahe; LAURA, Valdemir Antônio; SOUZA, Andréa Lúcia Teixeira de. Superação de dormência de sementes como estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 148-156, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000200004>. Acesso em: 25 ago. 2022.

RAUPP, Paola Pisetta et al. Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savanna restoration. **Ecological Engineering**, v. 148, p. 105788, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105788>. Acesso em: 20 jul. 2022.

RAY, Gary J.; BROWN, Becky J. Restoring Caribbean dry forests: evaluation of tree propagation techniques. **Restoration ecology**, v. 3, n. 2, p. 86-94, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1995.tb00081.x>. Acesso em: 25 jul. 2022.

ROCHA, Thaís Braga Carneiro et al. Veranicos no Ceará e Aplicações para Agricultura de Sequeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 435-447, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786353005>. Acesso em: 10 jun. 2022.

RIBEIRO, Leandro C.; BORGHETTI, Fabian. Comparative effects of desiccation, heat shock and high temperatures on seed germination of savanna and forest tree species. **Austral Ecology**, v. 39, n. 3, p. 267-278, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/aec.12076>. Acesso em: 30 jul. 2022.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlantica, 2009. 260 p.

RODRIGUES, Silvia Barbosa et al. Direct seeded and colonizing species guarantee successful early restoration of South Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 451, p. 117559, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117559>. Acesso em: 18 jul. 2022.

RUIZ-JAEN, Maria C.; MITCHELL AIDE, T. Restoration success: how is it being measured? **Restoration ecology**, v. 13, n. 3, p. 569-577, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00072.x>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SAMPAIO, Alexandre B.; HOLL, Karen D.; SCARIOT, Aldicir. Regeneration of seasonal deciduous forest tree species in long-used pastures in Central Brazil. **Biotropica**, v. 39, n. 5, p. 655-659, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00295.x>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SANTOS, Paula Luíza et al. **Semeadura direta com espécies florestais nativas para recuperação de agroecossistemas degradados**. 2010. 79 p. Dissertação (Mestrado em

Agroecossistemas). Universidade Federal Rural de Sergipe, Sergipe, 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/6535>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SANTOS, Paula Luíza et al. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 36, p. 237-245, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000200005>. Acesso em: 25 jul. 2022.

SANTOS, I.P. Probabilidade de sucesso de espécies florestais na semeadura direta em restauração ecológica. Tese programa de pós graduação em Planejamento e uso de recursos renováveis. Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP. 2020. 88 p.

SCHMIDT, Isabel Belloni et al. Community-based native seed production for restoration in Brazil—the role of science and policy. **Plant Biology**, v. 21, n. 3, p. 389-397, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/plb.12842>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SILVA, M.M.P.; ARAÚJO, M.I.M.; ANDRADE, A.M.P.A. Probabilidade de ocorrência de veranicos na baixada campista. **Saneamento**, Rio de Janeiro, v.51, p.26-33, 1977.

SILVA, Raíssa R.P.; VIEIRA, Daniel L.M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. **Applied Vegetation Science**, v. 20, n. 3, p. 410-421, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12305>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SIMONS, Andrew M.; JOHNSTON, Mark O. Environmental and genetic sources of diversification in the timing of seed germination: implications for the evolution of bet hedging. **Evolution**, v. 60, n. 11, p. 2280-2292, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2006.tb01865.x>. Acesso em: 30 jul. 2022.

SIMONS, Andrew M. Fluctuating natural selection accounts for the evolution of diversification bet hedging. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 276, n. 1664, p. 1987-1992, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1920>. Acesso em: 24 ago. 2022.

SIQUEIRA, Ludmila Pugliese; MESQUITA, Carlos Alberto Bernardo. **Meu pé de Mata Atlântica: experiências de recomposição florestal em propriedades particulares no Corredor Central**. Instituto BioAtlântica, 2007.

SOARES-FILHO, Britaldo et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014. Disponível em: DOI: 10.1126/science.1246663. Acesso em: 18 jul. 2022.

SOBRAL, Lafayette Franco et al. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/44394>. Acesso em: 30 jul. 2022.

SOUSA, S.A.V. **Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de produção**. 1999. 124 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

SUN, D.; DICKINSON, G. R.; BRAGG, A. L. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in tropical northern Australia. **Forest Ecology and management**, v. 73, n. 1-3, p. 249-257, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)03479-G](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)03479-G). Acesso em: 13 jul. 2022.

SWEENEY, Bernard W.; CZAPKA, Stephen J.; YERKES, Tina. Riparian forest restoration: increasing success by reducing plant competition and herbivory. **Restoration Ecology**, v. 10, n. 2, p. 392-400, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.02036.x>. Acesso em: 12 jul. 2022.

TAVARES, Marisa Sandra Wienke; LUCCA FILHO, Orlando Antonio; KERSTEN, Elio. Germinação e vigor de sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) submetidas a métodos para superação da dormência. **Ciência Rural**, v. 25, p. 11-15, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781995000100003>. Acesso em: 4 ago. 2022.

TRENTIN, Bruna Elisa et al. Restauração florestal na Mata Atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 160-174, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509831647>. Acesso em: 26 ago. 2022.

TUNJAI, Panitnard; ELLIOTT, Stephen. Effects of seed traits on the success of direct seeding for restoring southern Thailand's lowland evergreen forest ecosystem. **New Forests**, v. 43, n. 3, p. 319-333, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11056-011-9283-7>. Acesso em: 28 jul. 2022.

URZEDO, D. I.; VIDAL, E., SILLS, E. O., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M., JUNQUEIRA, R. G. P. Tropical Forest seeds in the household economy: effects of market participation among three sociocultural groups in the Upper Xingu region of the Brazilian Amazon. **Environmental Conservation**, v. 43, p. 13-23, 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1017/S0376892915000247>. Acesso em: 13 jun. 2022.

URZEDO, D. I.; FISHER, R.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; JUNQUEIRA, R. G. P. How policies constrain native seed supply for restoration in Brazil. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 4, p. 768- 744, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rec.12936>. Acesso em: 13 jun. 2022.

URZEDO, D. I.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FELTRAN-BARBIERI, R.; JUNQUEIRA, R. G. P.; FISHER, R. Seed networks for upscaling forest landscape restoration: is it possible to expand native plant sources in Brazil? **Forests**, v. 11, n. 259, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f11030259>. Acesso em: 15 jul. 2022.

VENTER, Oscar et al. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. **Nature communications**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ncomms12558>. Acesso em: 15 jul. 2022

VIEIRA, Daniel L.M.; SCARIOT, Aldicir. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration ecology*, v. 14, n. 1, p. 11-20, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2006.00100.x>. Acesso em: 30 jul. 2022.

VIEIRA, Daniel L.M. et al. Consequences of dry-season seed dispersal on seedling establishment of dry forest trees: Should we store seeds until the rains? **Forest Ecology and**



**Management**, v. 256, n. 3, p. 471-481, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.04.052>. Acesso em: 30 jul. 2022.

VIEIRA, Daniel L.M.; CAMPOS-FILHO, Eduardo M.; FERREIRA, Maxmiller C. et al. **Guia de Semeadura Direta para Restauração de Florestas e Cerrados**. São Paulo: Agroicone Ltda, 2020. *E-book* (52p.) ISBN: 978-65-992253-4-5. Disponível em: [https://www.agroicone.com.br/wpcontent/uploads/2021/02/Guia\\_semeadura\\_florestascerrados.pdf](https://www.agroicone.com.br/wpcontent/uploads/2021/02/Guia_semeadura_florestascerrados.pdf). Acesso em: 26 ago. 2022.

WOODS, K.; ELLIOTT, S. Direct seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in northern Thailand. **Journal of Tropical Forest Science**, p. 248-259, 2004. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23616517>. Acesso em: 12 jul. 2022.

WRIGHT, S. Joseph et al. Functional traits and the growth–mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, v. 91, n. 12, p. 3664-3674, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/09-2335.1>. Acesso em: 13 jul. 2022.

**APÊNDICE A – Tratamentos de superação de dormência e germinação das sementes em laboratório para os lotes de sementes utilizados no experimento da semeadura direta.**

Nome científico	Família	Tratamento de superação de dormência	Germinação (%) do lote obtida no laboratório
<i>Espécies arbóreas nativas</i>			
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos	36%
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Anacardiaceae	Sem superação de dormência	58%
<i>Bixa orellana</i> (L.)	Bixaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos	30%
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 180 minutos	49%
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Rutaceae	Sem superação de dormência	84%
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Sem superação de dormência	48%
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Escarificação mecânica + 48 h de molho	71%
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos	92%
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos	50%
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos	66%
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos	10%

<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	Despontar o tegumento com cortador de unha, na lateral do terço superior da semente, parte oposta à micrópila, sem atingir o tegumento	58%
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos	92%
<i>Adubo Verde</i>			
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth.	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos	88%
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 60 minutos	100%
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos	98%
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Poir.	Fabaceae	Imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos	98%

**APÊNDICE B – Densidade inicial e final (plantas/ha) aos 360 dias após semeadura.**

Espécies	Nº Sementes Total	Densidade Inicial (plantas/ha)	Nº Plantas aos 360 dias	Densidade Final (plantas/ha)
<i>Apuleia leiocarpa</i>	3.879	19.154	39	193
<i>Astronium urundeuva</i>	32.552	160.750	576	2.844
<i>Bixa orellana</i>	6.667	32.921	126	622
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	3.730	18.420	739	3.649
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	1.031	5.093	6	30
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	4.444	21.948	52	257
<i>Hymenaea courbaril</i>	338	1.670	54	267
<i>Mimosa bimucronata</i>	13.588	67.099	197	973

<i>Peltophorum dubium</i>	1.335	6.592	140	691
<i>Plathymenia reticulata</i>	1.566	7.733	9	44
<i>Psidium guajava</i>	17.994	88.860	18	89
<i>Pterogyne nitens Tul.</i>	2.229	11.009	25	123
<i>Senna multijuga</i>	18.063	89.199	146	721
<b>Total</b>	<b>107.416</b>	<b>530.450</b>	<b>2.127</b>	<b>10.504</b>

**APÊNDICE C – Precipitação ao longo de um 300 dias após implantação do experimento.**

