

**AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E TOLERÂNCIA DE
MUDAS DE INGÁ-BANANA (*Inga vera* Willd.) A
INUNDAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS NO
PANTANAL MATO-GROSSENSE**

GUILHERME PEIXOTO RODRIGUES

Dissertação apresentada à
Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências
do Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais para obtenção
do título de Mestre.

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2024**

Guilherme Peixoto Rodrigues

**AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E TOLERÂNCIA DE MUDAS DE
INGÁ-BANANA (*Inga vera* Willd.) A INUNDAÇÃO EM ÁREAS
DEGRADADAS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE**

Dissertação apresentada à
Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências
do Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais para obtenção
do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Josué Ribeiro da Silva Nunes.

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA

R696a	RODRIGUES, Guilherme Peixoto. Avaliação da Germinação e Tolerância de Mudanças de Ingá-Banana (<i>Inga Vera Willd.</i>) a Inundação em Áreas Degradadas no Pantanal Mato-Grossense / Guilherme Peixoto Rodrigues - Cáceres, 2024. 65 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim) Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2024. Orientador: Josué Ribeiro da Silva Nunes 1. Ciclo-Hidrológico. 2. Restauração Ecológica. 3. Semeadura Direta. 4. Transplântio. I. Guilherme Peixoto Rodrigues. II. Avaliação da Germinação e Tolerância de Mudanças de Ingá-Banana (<i>Inga Vera Willd.</i>) a Inundação em Áreas Degradadas no Pantanal Mato-Grossense: . CDU 502(817.2)
-------	---

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por todas as oportunidades, portas abertas, pessoas eficientes e discernimento do que seria correto a se fazer a mim concedido.

Segundo, quero agradecer aos meus orientadores Prof. Dr. José Ricardo Castrillon, Prof. Dra. Solange Ikeda Castrillon, Prof. Dr. Josué Ribeiro e Prof. Dr. Fernando Ferreira, pelas orientações e sabedorias compartilhadas, o que me proporcionou grande aprendizado ao longo deste processo e suas contribuições foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Agradeço a minha família, em especial a meus pais, Otávio e Terezinha, por todo apoio e incentivo para alcançar e concluir os meus objetivos. Com toda a certeza este trabalho e pesquisa é dedicado a vocês.

Agradeço também aos meus amigos e colegas que compartilharam de certa forma, direta ou indiretamente comigo desafios e triunfos ao longo desta jornada. A amizade de vocês tornaram os dias de estudo mais leves dentro e fora do Lab. EDUCARE.

A equipe do Lab. EDUCARE - Laboratório de Educação Ambiental, Restauração Ecológica e Agroecologia da UNEMAT - Cáceres, do qual fiz parte e fui voluntário, que me possibilitaram ter o acesso a materiais, suporte técnico, o laboratório em si e os conhecimentos oferecidos.

Agradeço a Universidade do Estado do Mato Grosso, da qual tenho muito orgulho de ter sido discente e ser o que sou, obrigado a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

Por fim, antes tarde do que nunca, este trabalho é o resultado de um esforço grupal e coletivo, do qual consegue refletir a importância do apoio mútuo, pois sozinho dificilmente chegamos longe e bem (fisicamente e psicologicamente) a algum lugar e que este trabalho sirva de apoio a busca contínua de conhecimento e descobertas no ramo da ciência sobre a restauração ecológica no Pantanal.

Um abraço e muito obrigado a todos.

Guilherme Peixoto Rodrigues.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. 14	
2.2. FORMAS DE RESTAURAÇÃO	16
3. OBJETIVOS GERAIS	18
4. MATERIAL E MÉTODOS GERAIS	18
4.1. OBTENÇÃO DE SEMENTES	18
4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS E METODOLOGIAS EXPERIMENTAIS	20
4.2.1. EXPERIMENTO 1: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E METODOLOGIA EXPERIMENTAL	20
4.2.2. EXPERIMENTO 2: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E METODOLOGIA EXPERIMENTAL	22
4.2.3. EXPERIMENTO 3: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E METODOLOGIA EXPERIMENTAL	23
5. RESULTADOS ALCANÇADOS	25
AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE SEMEADURAS PARA A EMERGÊNCIA DO INGÁ-BANANA (<i>Inga vera</i> Willd.) EM ÁREAS DEGRADADAS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE	27
1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAIS E MÉTODOS	29
2.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES	30
2.2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL 1	32
2.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL 2	33
3. RESULTADOS	34
3.1. EMERGÊNCIA EM DIFERENTES UMIDADES DO SOLO	34
3.2. EMERGÊNCIA EM DIFERENTES TEMPOS DE INUNDAÇÃO	35
3.3. EMERGÊNCIA EM DIFERENTES MÉTODOS DE SEMEADURA	37
4. DISCUSSÃO	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7. REFERÊNCIAS	42
AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DE MUDAS DO INGÁ-BANANA (<i>Inga vera</i> Willd.) A DIFERENTES NÍVEIS DE INUNDAÇÃO NO PANTANAL MATO-GROSSENSE	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1. OBTENÇÃO DAS MUDAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO	48
2.2. CARACTERIZAÇÃO E MODELO EXPERIMENTAL DAS ÁREAS	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56

5.	REFERÊNCIAS	56
6.	CONCLUSÃO GERAL	61
7.	REFERENCIAL GERAL	62

Guilherme Peixoto Rodrigues

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E TOLERÂNCIA DE MUDAS DE INGÁ-BANANA (*Inga vera* Willd.) A INUNDAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Essa dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Cáceres, 02 de Abril de 2024.

Banca examinadora

Prof^a. Dra. Solange Kimie Ikeda Castrillon
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Membro interno)

Prof. Dr. Fernando Ferreira de Moraes
Universidade Federal do Paraiba - UFPB
(Membro externo)

Prof. Dr. José Ricardo Castrillon Fernandez
Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT
(Membro externo)

Prof. Dr. Josué Ribeiro da Silva Nunes
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
(Orientador)

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2024**

LISTA DE FIGURAS

Referencial Teórico - *Inga vera* Willd.

Figura 1: **(A)** Aspecto de uma árvore jovem. **(B)** Tronco da árvore.

Figura 2: **(A)** Inflorescência; **(B)**: Frutos.

Figura 3: Aspectos da fruta aberta, sementes envoltas com a polpa carnosa e as sementes sem tegumento.

Figura 4: **(A)** Semente revestida por sarcotesta; **(B)** Sementes após remoção da sarcotesta; **(C)** Embriões após remoção da sarcotesta e tegumento.

Material e Métodos Gerais

Figura 5: Pontos de coleta das sementes de *Inga vera* Willd., Cáceres – MT, Brasil.

Figura 6. Esquematização do experimento 1.

Figura 7. Esquematização do experimento 2.

Figura 8. Esquematização do experimento 3.

Figura 9. Localização das áreas experimentais, Cáceres – MT, Brasil.

Artigo 1. Avaliação de técnicas de semeaduras para a emergência do ingá-banana (*Inga vera* Willd.) em áreas degradadas no Pantanal mato-grossense.

Figura 1: Pontos de coleta das sementes de *I. vera* Willd, Cáceres - MT, Brasil.

Figura 2. Esquematização do experimento 1.

Figura 3. Esquematização do experimento 2.

Figura 4: Médias de porcentagem de emergência de sementes de *I. vera* Willd entre os tratamentos.

Figura 5: Médias de porcentagem de emergência de sementes de *I. vera* Willd entre os tratamentos.

Figura 6: Porcentagem de emergências entre as linhas comparado ao tempo médio.

Figura 7: Porcentagem de emergência de sementes de *I. vera* Willd. entre os tratamentos.

Figura 8: Porcentagem de emergências entre as parcelas comparado ao tempo médio.

Artigo 2. Avaliação da tolerância de mudas do ingá-banana (*Inga vera* Willd.) a diferentes níveis de inundação no Pantanal mato-grossense.

Figura 1. Esquematização do experimento.

Figura 2: Níveis mínimos (barra) e máximos (linhas) de cada mês registrados no rio Paraguai em Cáceres-MT, nos últimos 6 anos.

Figura 3: Nível e dias de inundação das isolinhas na área de Barranco com solo exposto, Cáceres-MT.

Figura 4: Nível e dias de inundação das isolinhas na área de Bosque, Cáceres-MT.

LISTA DE TABELAS

Artigo 2. Avaliação da tolerância de mudas do ingá-banana (*Inga vera* Willd.) a diferentes níveis de inundação no Pantanal mato-grossense.

Tabela 1 – Valores dos níveis máximos de inundação, duração em dias da inundação e porcentagem de sobrevivência das mudas nas isolinhas (Bosque e Solo exposto).

RESUMO

RODRIGUES, G. P. **Avaliação da germinação e tolerância de mudas de Ingá-Banana (*Inga vera* Willd.) a inundação em áreas degradadas no Pantanal mato-grossense.** Cáceres: UNEMAT, 2024. 65 p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais).

No Brasil, o Pantanal está localizado na região Centro-Oeste, sendo a maior planície inundável do mundo, este enfrenta anualmente consideráveis degradações decorrentes de atividades humanas, principalmente pelas queimadas e desmatamentos. Uma abordagem promissora para auxiliar na mitigação dos impactos negativos nessas áreas é a restauração ecológica utilizando-se de espécies arbóreas nativas do local, assim temos a espécie *Inga vera* Willd. (Fabaceae), conhecida popularmente como Ingá-Banana e devido à sua abundância e sua adaptação a locais com inundações sazonais, essa espécie também desempenha um papel significativo no reflorestamento e na recuperação de matas ciliares degradadas. Os experimentos foram realizados ao longo dos anos de 2022 e 2023 no Pantanal de Cáceres – MT, abrangendo diferentes ambientes, entre eles: área de barranco desmatado com solo exposto, área de bosque e área de solo úmido gradeado por maquinário. Pressupondo que *Inga vera* tenha sementes recalcitrantes adaptadas às condições pantaneiras, lançamos mãos das perguntas: a) Qual a influência do método de semeadura e do pulso de inundação na taxa de emergência e, b) Qual o efeito do pulso de inundação na sobrevivência de mudas transplantadas em diferentes níveis e ambientes pantaneiros? Os experimentos de emergência, esses com diferentes métodos de semeaduras, foram monitorados ao longo de 13 e 18 semanas, além do experimento de inundação em parcelas, com diferentes alturas de níveis para simular o pulso de inundação do Pantanal, monitorado por 07 meses. Os dados coletados permitiram análises incluindo o cálculo do tempo médio de emergência, porcentagem de emergência, tempo de inundação e porcentagem de sobrevivência. Assim, obtivemos os resultados para a emergência dessa espécie em campo, onde a mesma não apresentou nenhuma ocorrência de 0% de emergência das sementes. A semeadura direta em solo úmido, sem longos períodos de inundação, mostrou-se mais eficiente, enquanto que o método de semeadura direta em cova, esse sendo com ou sem a serapilheira, destacou-se como o mais eficaz para a restauração, garantindo o desenvolvimento seguro e o crescimento das mudas em relação ao método a lanço. Além disso, áreas com níveis entre 1 m a 3 m em relação ao nível do rio, foram identificadas como inadequadas para o transplântio de mudas dessa espécie, pois a mesma não suporta passar por grande período de estresse causados por longos períodos de inundação em sua fase de muda.

Palavras-chave: Ciclo-hidrológico, Restauração ecológica, Semeadura direta, transplântio.

¹ Comitê orientador: Solange Kimie Ikeda Castrillon, UNEMAT; Cáceres (MT). Fernando Ferreira de Moraes UFPB; João Pessoa (PB). Orientador - Josué Ribeiro da Silva Nunes, UNEMAT; Cáceres (MT). Coorientador - José Ricardo Castrillon Fernandez, IFMT; Cáceres (MT).

ABSTRACT

RODRIGUES, Guilherme Peixoto. **Evaluation of germination and tolerance of Ingá-Banana (*Inga vera* Willd.) seedlings to flooding in degraded areas in the Pantanal of Mato Grosso.** Cáceres: UNEMAT, 2023. 65 p. (Dissertation – Master in Environment Science)²

In Brazil, the Pantanal is located in the Central-West region, and is the largest floodplain in the world. It faces considerable degradation every year as a result of human activities, mainly due to burning and deforestation. One promising approach to help mitigate the negative impacts on these areas is ecological restoration using tree species native to the area, such as the species *Inga vera* Willd. (Fabaceae), popularly known as Ingá-Banana and due to its abundance and adaptation to places with seasonal flooding, this species also plays a significant role in reforestation and the recovery of degraded riparian forests. The experiments were carried out throughout the years 2022 and 2023 in the Pantanal of Cáceres - MT, covering different environments, including: an area of deforested ravine with exposed soil, an area of woodland and an area of wet soil harrowed by machinery. Assuming that *Inga vera* has recalcitrant seeds adapted to Pantanal conditions, we asked ourselves the following questions: a) What is the influence of the sowing method and the flood pulse on the emergence rate and, b) What is the effect of the flood pulse on the survival of transplanted seedlings at different levels and in different Pantanal environments? The emergence experiments, which used different sowing methods, were monitored for 13 and 18 weeks, as well as the flooding experiment in plots with different heights to simulate the Pantanal's flood pulse, which was monitored for 7 months. The data collected allowed for analyses including the calculation of average emergence time, emergence percentage, flooding time and survival percentage. This is how we obtained the results for the emergence of this species in the field, where it showed no occurrence of 0% seed emergence. Direct sowing in moist soil, without long periods of flooding, proved to be more efficient, while the method of direct sowing in a pit, with or without the leaf litter, stood out as the most effective for restoration, guaranteeing the safe development and growth of the seedlings in comparison to the method used. In addition, areas with levels between 1 m and 3 m above the river level, were identified as unsuitable for transplanting seedlings of this species, as it cannot withstand the stress caused by long periods of flooding during its seedling stage.

Keywords: Cyclohydrological, Ecological restoration, No-seeding, Transplanting.

² Guidance Committee: Solange Kimie Ikeda Castrillon, UNEMAT; Cáceres (MT). Fernando Ferreira de Morais UFPA; João Pessoa (PB). Orientador - Josué Ribeiro da Silva Nunes, UNEMAT; Cáceres (MT). Coorientador - José Ricardo Castrillon Fernandez, IFMT; Cáceres (MT).

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Pantanal está localizado no centro da América do Sul, ocupando também porções da Bolívia e Paraguai. Na parcela brasileira, integra a região Centro-Oeste, situada na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP), ocupando aproximadamente 48.000 km² no estado de Mato Grosso (MT) e 89.000 km² no Mato Grosso do Sul (MS) (Paranhos-filho *et al.* 2014). Segundo Da Silva e Abdon (1998), o Pantanal é uma região relativamente plana, com a área calculada aproximada em 138.183 km² no Brasil. O Pantanal, é uma extensa planície sazonalmente inundável (Alho, 2008), em que o regime de inundação é marcado por quatro estações sazonais, sendo enchente, cheia, vazante e seca; esses períodos determinam os principais processos bióticos e abióticos do Pantanal, bem como as composições específicas (Adámoli, 1995). A área úmida do Pantanal mato-grossense apresenta uma paisagem heterogênea, com inundações periódicas que alteram suas condições ambientais (Da Frota, 2017). Além disso, o regime das inundações determina o tipo e a composição específica das comunidades presentes nas diversas unidades da paisagem (Adámoli, 1995).

Porém, em decorrência das atividades agropecuárias, ações humanas e a seca severa nos últimos anos, quase um terço do Pantanal foi consumido pelas chamas, resultando em mais de quatro milhões de hectares devastados (Libotani, 2020). Anualmente, essas áreas experimentam altas taxas de degradação, estas causadas principalmente por queimadas e desmatamentos. (Brasil, 2023).

Reis *et al.* (2014), ressalta que a restauração de áreas degradadas se torna um ato essencial para manter um padrão mínimo de vida sustentável no planeta. A harmonização da produção e das áreas protegidas é essencial para o desenvolvimento positivo desse cenário e segundo o Ministério do Meio Ambiente, esse define a restauração ecológica como “restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído.” Seguindo esse pensamento, as ações para a restauração ambiental são de suma importância para a recuperação de ambientes, aproximando-os assim de seu estado original.

Em decorrência da necessidade crescente de restauração de áreas degradadas, é de grande importância estudos com técnicas de reflorestamento eficazes, que sejam rápidas e gerem baixos custos e pouca mão-de-obra, principalmente com espécies arbóreas nativas (Ancieto, 2021). Contudo, Júnior (2011) descreve que “O sistema de produção de mudas de espécies florestais tem se mostrado uma atividade fundamental no processo de ocupação e recuperação em áreas degradadas [...]” Faz-se de extrema importância a produção de mudas de espécies arbóreas nativas, visto que essas de ocorrência local são alvos da restauração. Ikeda-Castrillon *et al.* (2011) revisaram a importância do uso de espécies arbóreas nativas para restaurar áreas degradadas.

Dada a importância da restauração ecológica com espécies arbóreas nativas, a família Fabaceae (= *Leguminosae*) apresenta grande distribuição geográfica. Um dos gêneros dessa família, é o *Inga*, ao qual pertence a espécie *Inga vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., sendo nativa do Brasil, no entanto, não possuindo ocorrência endêmica. Está distribuída por todas as regiões brasileiras, sendo abundante em áreas sazonalmente inundadas nas margens dos rios e sua síndrome de dispersão é do tipo zoocórica e hidrocórica (Matarello, 2016). O *Inga vera* Willd. é uma espécie frutífera importante na recuperação de matas ciliares degradadas (Stein, 2007).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

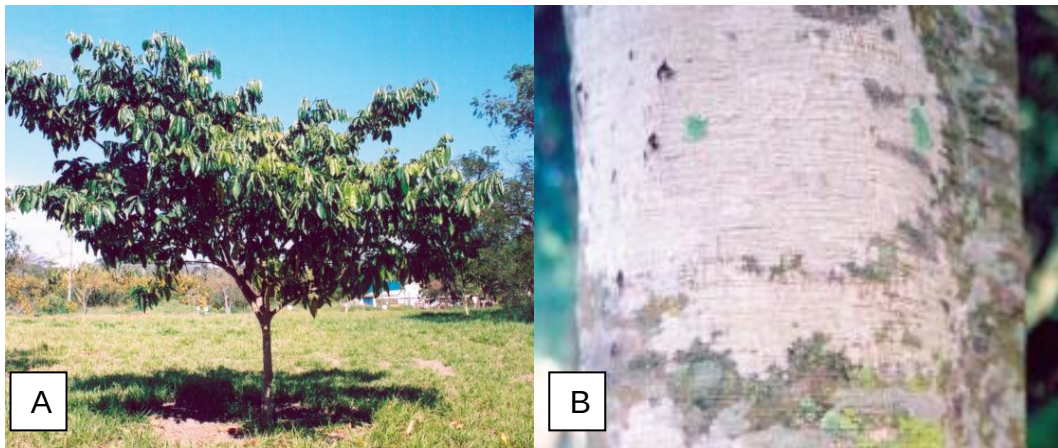
2.1. *Inga vera* Willd.

Conhecido popularmente como Ingá do Brejo, Ingá Banana, Ingá Quatro Quinas, Ingazeiro, entre outros (Delgado, 2016), a espécie recentemente foi sinonimizada por Pennington (2000) em *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D., é uma planta da família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, com cerca de 40 gêneros e aproximadamente 400 espécies, distribuídas na América tropical e subtropical (Maumont, 1993; Lorenzi, 1992; Joly, 1993).

Com altura que varia de 5 a 10 metros de altura, diâmetro do tronco de 20 a 30 centímetros (Fig. 1. A e B), possui folhas compostas paripinadas, deraquis aladas, com quatro a cinco jugas e folíolos herbáceos. A pubescência é restrita às nervuras e a superfície inferior da folha é de cor clara, tamanho variando entre

quatro a quatorze centímetros de comprimento, por um a quatro centímetros de largura. Suas flores são melíferas, produzem anualmente grande quantidade de frutos comestíveis. A floração de *I. vera* é sub anual, havendo elevada sincronia entre indivíduos, o mesmo floresce durante os meses de agosto e novembro e a maturação dos frutos se dá de dezembro a fevereiro, seu fruto é uma vagem cilíndrica, com sementes de cor verde, envolta por polpas carnosas. É uma espécie que apresenta sementes com comportamento recalcitrante (Lorenzi, 2002; Cruz-Neto *et al.* 2011; Lorenzi, 2000; Bonjovani, 2011). (Figuras 2 A e B, 3 e 4 A, B e C).

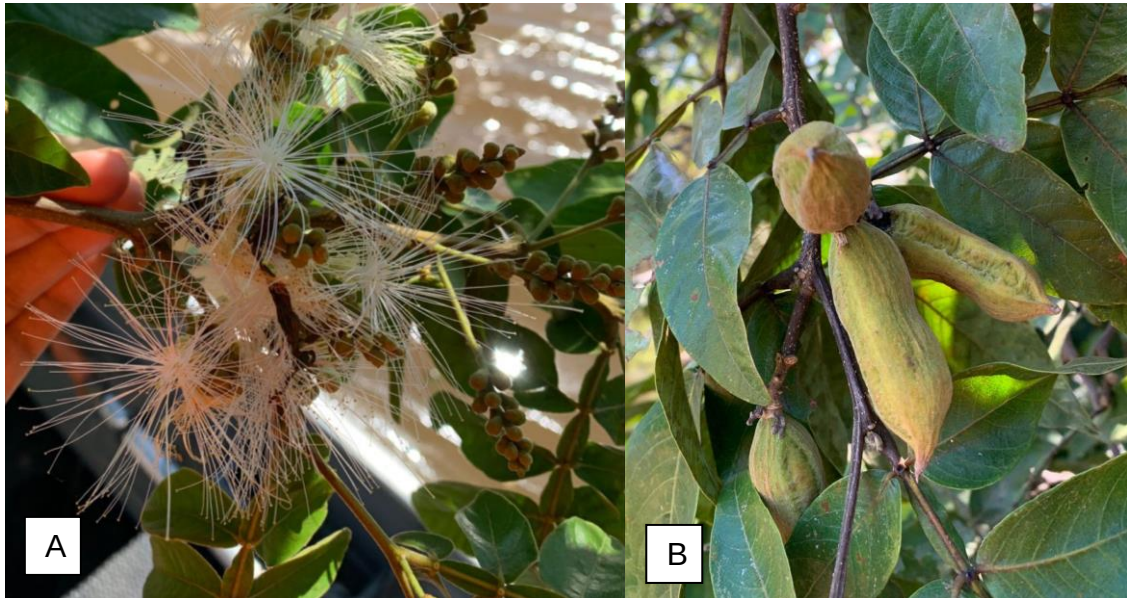
Figura 1. (A) Árvore de *I. vera* jovem. **(B)** Tronco da árvore *I. vera*



Fonte: Carvalho (2008).

Figura 1. A: Imagem de um exemplar jovem da espécie *I. vera*, florido. **B:** Imagem do tronco da árvore adulta da espécie *I. vera*, estriado e de coloração acinzentada.

Figura 2. (A) Inflorescência e Flor; **(B):** Frutos.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 2. A: Imagem de flores de coloração branca amarelada junta a pequenas inflorescências arredondadas de coloração verde-escuro. **B:** Frutos maduros da espécie *I. vera*, vagem de formato cilíndrico com coloração esverdeada.

Figura 3. Aspectos da fruta aberta, sementes envoltas com a polpa carnosa e as sementes sem tegumento.



Fonte: Franco (2012).

Figura 4. (A) Semente revestida por sarcotesta; (B) Sementes após remoção da sarcotesta; (C) Embriões após remoção da sarcotesta e tegumento.



Fonte: Vilela (2018).

O *Inga vera* apresenta sua propagação dificultada pelo fato de suas sementes serem recalcitrantes, ou seja, não tolerarem a perda de água (Stein, 2007). Essas sementes geralmente são dispersas em períodos chuvosos e apresentam maior velocidade de germinação do que as tolerantes à dessecação (Daws *et al.*, 2005). As sementes de *I. vera* apresentam arilo espesso e adocicado sendo dispersas por mamíferos (Pennington, 1997). É uma espécie de grande importância para compor o reflorestamento, pois além de fornecer sombra para outras espécies da flora por possuir seu desenvolvimento rápido, a mesma torna-se pioneira. Segundo Almeida (2013), a espécie possui um potencial fixador de nitrogênio devido à simbiose com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, podendo verificar os microrganismos fixadores de nitrogênio em diferentes habitats, variando de floresta primária e secundária, até em áreas de pastagem e floresta de várzea. O sistema radicular desta espécie é pivotante, superficial, com muitas raízes secundárias que contêm um excelente desempenho no controle da erosão, protegendo o solo contra a degradação, o que garante uma função importante no reflorestamento ao longo dos rios, evitando o assoreamento (Sanchoetene 1989, Bilia & Barbedo 1997).

2.2. FORMAS DE RESTAURAÇÃO

Segundo Durigan *et al.* (2010), o Brasil é o único país do mundo que promulgou uma lei sobre técnicas restaurativas. Segundo a WWF (2017), no ano de 2001, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente do estado de São Paulo

publicou a Resolução da SMA 21/01, tratando do reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas, do qual estabeleceu o processo como estratégia básica para a implantação das medidas de recuperação, alegando também preferencialmente o uso de sementes de espécies nativas locais, dando prioridade para as ameaçadas de extinção.

Formas de restauração segundo a WWF (2017):

Semeadura direta:

O uso dessa técnica tem crescido nos últimos anos como alternativa ao tradicional plantio de mudas. Permite significativa redução dos custos de restauração florestal. Deve-se fazer uma seleção adequada das espécies, considerando características fisiológicas das sementes e o grupo ecológico ou funcional da espécie. Com esse método é possível, por exemplo, selecionar espécies de fácil germinação e recobrimento, que garantam a boa ocupação da área a ser restaurada. A semeadura direta também pode ser utilizada com o plantio de espécies que promovem adubação verde, favorecendo a fertilidade do solo e consequentemente o estabelecimento de outras espécies. O sucesso da semeadura direta deve-se a fatores, como época de plantio (umidade, luminosidade), exigências nutricionais (fertilidade do solo, associações simbióticas), tratamentos pré-germinativos, tamanho das sementes, densidade de semeadura, etc. A falta de conhecimento sobre esses aspectos constitui a principal limitação dessa técnica. Embora muitas iniciativas de sucesso comprovem o potencial da semeadura direta, mais estudos são necessários para a sua adoção em larga escala.

Produção de mudas:

A produção regional de mudas promove a qualidade genética das populações locais e respeita a ocorrência natural das mesmas, favorecendo a sobrevivência dos indivíduos e consequentemente do ecossistema a ser restaurado. Esses conceitos ecológicos precisam ser amplamente difundidos no setor de coleta e beneficiamento de sementes e produção de mudas, além de garantidos por leis específicas, que definam com clareza os aspectos a serem respeitados pelo setor voltado às ações de restauração ecológica. O Sistema do Registro Nacional de Plantas e Mudas (RenaseM), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), contém um banco de dados sobre fornecedores de sementes e mudas. Este sistema poderá ser consultado caso o restaurador opte pela aquisição de sementes e mudas. No caso da pequena propriedade rural, há a opção de produção de viveiros familiares ou comunitários. Na construção dos viveiros vale observar fatores tais como disponibilidade de água, solo fértil e sombreamento adequado. Diversas publicações e sites indicam como se pode construir um eficiente viveiro familiar ou comunitário.

Plantio de mudas:

O plantio de mudas em área total ainda representa a técnica de restauração mais difundida e utilizada. Por ser utilizada e estudada há mais tempo, essa técnica é a única que possui normas e diretrizes específicas, garantidas em legislação. O plantio deve ser realizado

considerando as espécies dos diferentes grupos sucessionais, bem como características relevantes, como crescimento, duração do ciclo de vida, síndromes de dispersão, etc. O plantio de mudas se estabeleceu principalmente com a intenção de recompor a estrutura arbórea das áreas florestais. Por isso, muitas práticas foram adaptadas das técnicas silviculturais tradicionais. A distribuição espacial homogênea em linhas, por exemplo, é ainda bastante usada porque facilita a implantação e a manutenção pós-plantio. Entretanto, cabe ressaltar que muitas vezes a “restauração” tem sido confundida com um mero plantio de árvores utilizando-se técnicas silviculturais. Nessa perspectiva, a distribuição das espécies arbóreas dos diferentes grupos sucessionais (pioneiras, secundárias e clímax) evoluiu para atender às questões práticas relacionadas ao desenvolvimento dessas novas comunidades. É preciso promover um rápido sombreamento das áreas a serem restauradas, reduzindo a ocorrência de espécies invasoras e a necessidade de intervenções de manutenção e controle das mesmas, visando à redução dos custos. Ao mesmo tempo, essas novas comunidades devem ser compostas pela elevada diversidade dos ecossistemas tropicais, promovendo a retomada das complexas interações que as sustentam.

O principal objetivo dessas técnicas apresentadas, além de restabelecer a estrutura, é garantir a diversidade funcional dos ecossistemas, por meio do resgate da biodiversidade, das funções e processos que promovem a sua sustentabilidade ao longo do tempo (WWF, 2017).

3. OBJETIVOS GERAIS

Investigamos qual a influência dos métodos de semeadura e do pulso de inundação na taxa de emergência das sementes, além de analisarmos também o efeito do pulso de inundação na sobrevivência de mudas da espécie *Inga vera* Willd. Essa investigação foi conduzida para o aperfeiçoamento de metodologias para a restauração ecológica em áreas degradadas sujeitas a inundações sazonais.

4. MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

4.1. OBTENÇÃO DE SEMENTES

A coleta dos frutos de *I. vera* foi realizada no dia 17 de abril do ano de 2022, em diferentes matrizes localizadas no lado esquerdo do rio Paraguai à jusante, no entorno do município de Cáceres-MT, correspondendo às coordenadas geográficas do (Ponto 1. 16° 9'40.40"S, 57°46'4.91"O) ao (Ponto 6. 16° 5'38.52"S, 57°42'26.54"O) (Figura 5). Ao longo do rio, as matrizes foram identificadas e demarcadas, seguindo Nogueira e Medeiros (2007) em que afirmam que se deve haver uma distância mínima de 100 m entre elas, as coletas

dos frutos foram realizadas manualmente. Após a coleta, os frutos foram triados no Laboratório de Educação Ambiental, Restauração Ecológica e Agroecologia/ Lab. Educare - UNEMAT, sendo separados os de boa qualidade visível, logo foram despulpados e suas sementes foram selecionadas, onde os frutos e as sementes foram selecionados visualmente a partir da coloração verde, não estando fungado e não possuindo algum tipo de predação, totalizando então 700 sementes da espécie. A coleta dos frutos e das sementes não foram uniformes entre as matrizes e as sementes foram armazenadas em sacos plásticos diferentes, evitando geladeira ou lugares quentes e secos, devido à natureza recalcitrantes das sementes. Durante o armazenamento, duas vezes ao dia, as sementes foram umedecidas com água com auxílio de um borrifador, antecedendo o processo de semeadura, pois segundo Câmara (2011), sementes de *I. vera* Willd. perdem a viabilidade de germinação com até 15 dias após a retirada da fruta ou até mesmo antes, caso sequem.

Figura 5. Pontos de coleta das sementes de *Inga vera* Willd., Cáceres – MT, Brasil.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS E METODOLOGIAS EXPERIMENTAIS

4.2.1. EXPERIMENTO 1: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E METODOLOGIA EXPERIMENTAL

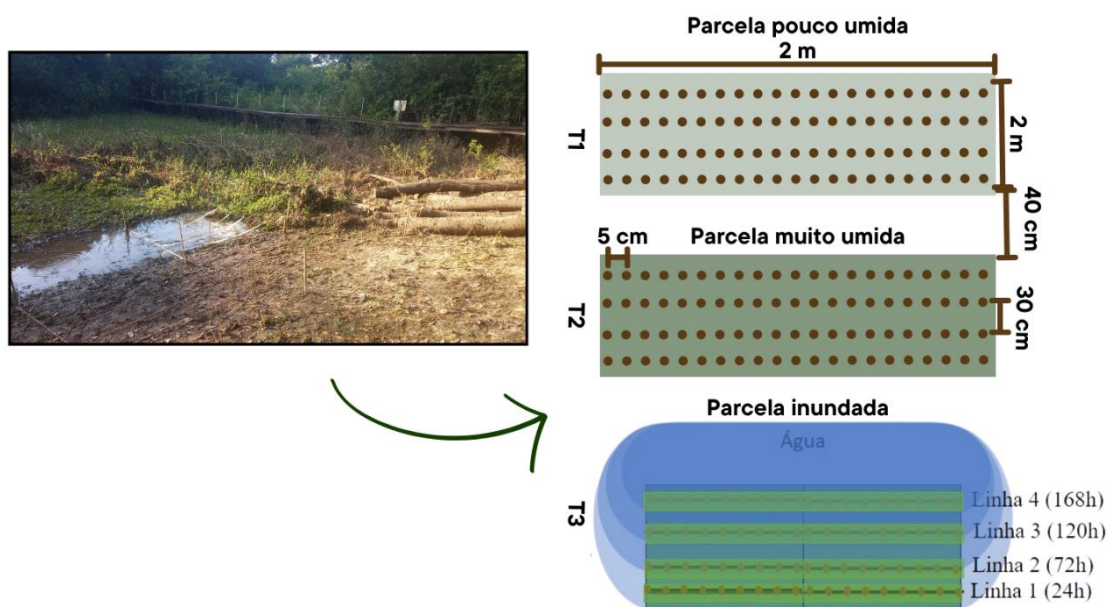
A área escolhida para o desenvolvimento das parcelas foi na Pousada Sinimbu, propriedade particular localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso, o qual fica a margem esquerda do Rio Paraguai, possuindo área de barranco com submersão temporária do pulso de inundação, sendo que a mesma se encontra afetada pela fragmentação da encosta do barranco, sob as coordenadas geográficas (S 16°3'4.21", O 57°41'5.28"). (Figura 6).

Para este experimento foram feitas 3 parcelas com o tamanho de 2 x 2 m (4m²), com espaçamento de 40 cm entre as parcelas, foram feitos ao todo 3 tratamentos com 4 repetições cada, em que cada parcela conteve 4 linhas sendo estas as suas repetições, com a distância de 30 cm entre as repetições. O primeiro tratamento (T1) semeadura direta em covas em solo pouco úmido (SD-SPU), o segundo tratamento (T2) semeadura direta em covas em solo muito úmido (SD-SMU), o terceiro tratamento (T3) semeadura direta em covas em solo com ciclo hidrológico (submerso) (SD-CH). A umidade do solo nas parcelas foi

medida com o auxílio de um tensiômetro de solo, com a unidade de medida de vacuômetro em kPa, determinando assim, solo muito úmido: 10 – 20 kPa (solo com excelente condição de umidade e boa aeração) e solo pouco úmido: 40 – 70 kPa (solo com limitada condição de umidade e excelente aeração) (Marouelli, 2008). Para o plantio, as sementes foram dispostas nas parcelas sendo essas com e sem a submersão temporária, utilizando-se a técnica de semeadura direta em cova com serapilheira, com sementes da espécie de *I. vera* Willd., as sementes foram colocadas em pontos determinados nas linhas dentro das parcelas, para facilitar a identificação das plântulas quando essas emergissem e, assim, otimizar espaço das parcelas. As covas foram feitas com uma profundidade de aproximadamente 2 cm, com o espaçamento de 5 cm entre elas (Figura 6). Desse modo, em cada parcela, foram-se semeadas 100 sementes, 1 semente por cova e 25 sementes por repetição, totalizando 300 sementes semeadas.

Houve outro experimento em conjunto no terceiro tratamento (T3), esse com o ciclo hidrológico, em que cada linha (repetição) da parcela foi um tratamento específico, uma vez que cada linha conteve um tempo de submersão. Sendo assim, o tratamento (T1) com 24 horas, tratamento (T2) com 72 h, o tratamento (T3) com 120 h e o tratamento (T4) com 168 h de submersão após a semeadura. Cada linha possui diferentes alturas do solo em relação ao nível do rio e as horas de inundação foram naturais, sem intervenção, uma vez que essas foram semeadas em campo e durante o período de estiagem que ocorre posteriormente ao pulso de inundação do Pantanal (Figura 6). Após o período da pesquisa, algumas mudas foram retiradas da área da investigação, sendo transplantadas em outras áreas degradadas e utilizadas em outro experimento.

Figura 6. Esquematização do experimento 1.



Fonte: Próprio autor.

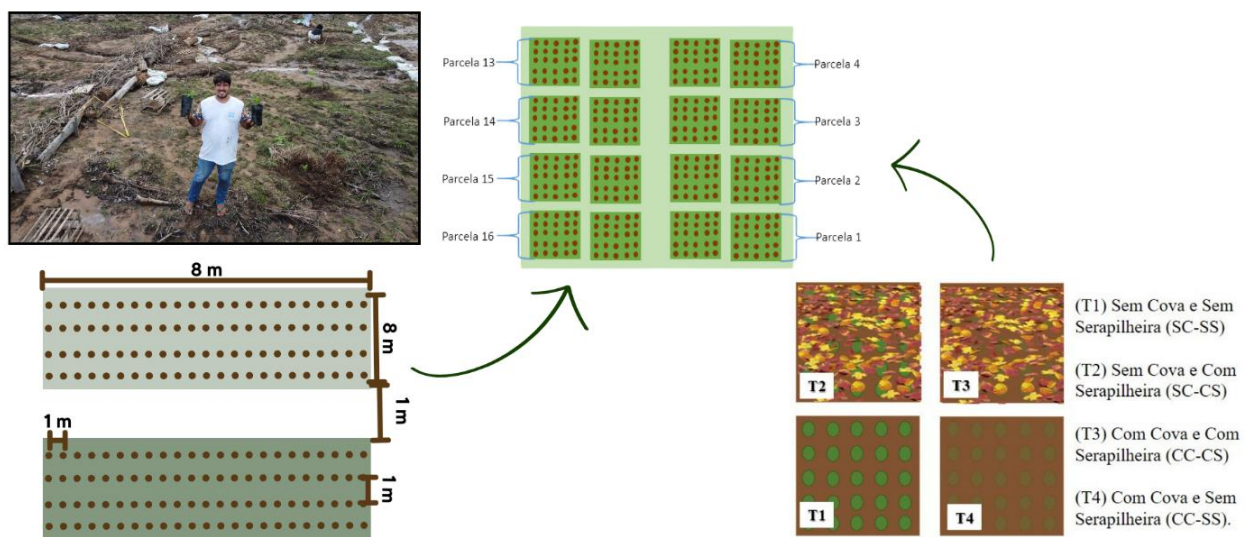
4.2.2. EXPERIMENTO 2: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A área escolhida para o desenvolvimento das parcelas foi em uma região particular no Assentamento Bom Jardim, na zona rural da cidade, localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso. Essa região se encontrava afetada pelo desmatamento e com o solo gradeado por maquinário, sendo uma área onde se localizam nascentes do Córrego Sangradouro, possuindo pontos muito úmidos com água emergindo sempre e pontos altos pouco úmidos. Sob as coordenadas geográficas (S 16°6'55.16", O 57°37'26.63"). (Figura 9).

Para este experimento, as semeaduras foram realizadas em 16 parcelas, estas com o tamanho de 8 x 8 m (64m²), com espaçamento de 1 m entre elas, foram ao todo 4 tratamentos com 4 repetições cada. Sendo o primeiro tratamento (T1) Sem Cova e Sem Serapilheira (SC-SS), o segundo tratamento (T2) Sem Cova e Com Serapilheira (SC-CS), o terceiro tratamento (T3) Com Cova e Com Serapilheira (CC-CS) e o quarto tratamento (T4) Com Cova e Sem Serapilheira (CC-SS). As sementes foram colocadas em pontos determinados dentro das parcelas, para facilitar a identificação das plântulas quando estas emergissem e, assim, otimizar espaço das parcelas. A semeadura em covas foi feita a uma profundidade de aproximadamente 2 cm, onde em cada parcela

foram-se semeadas 25 sementes da espécie, sendo 1 semente por cova, com o espaçamento de 1 m entre elas, vertical e horizontalmente, totalizando 400 sementes semeadas e no outro modo de semeadura se repetiu os mesmos procedimentos, porém com a diferença que se foi apenas colocada a semente sobre o solo, “assemelhando a dispersão natural ou a lanço”. (Figura 7). Após o período da pesquisa, algumas mudas foram retiradas da área da investigação e utilizadas em outro experimento. Essa metodologia foi adaptada de Ancioto (2021).

Figura 7. Esquematização do experimento 2.



Fonte: Do próprio autor.

4.2.3. EXPERIMENTO 3: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A área escolhida para o desenvolvimento das parcelas foi na Pousada Sinimbu, propriedade particular localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso. É uma área de barranco com submersão temporária do pulso de inundação, onde a primeira área se encontra afetada pela fragmentação da encosta do barranco com solo exposto e a segunda encontra-se arborizada, modelo de bosque com solo sombreado, sob as coordenadas geográficas (S 16°3'4.21", O 57°41'5.28").

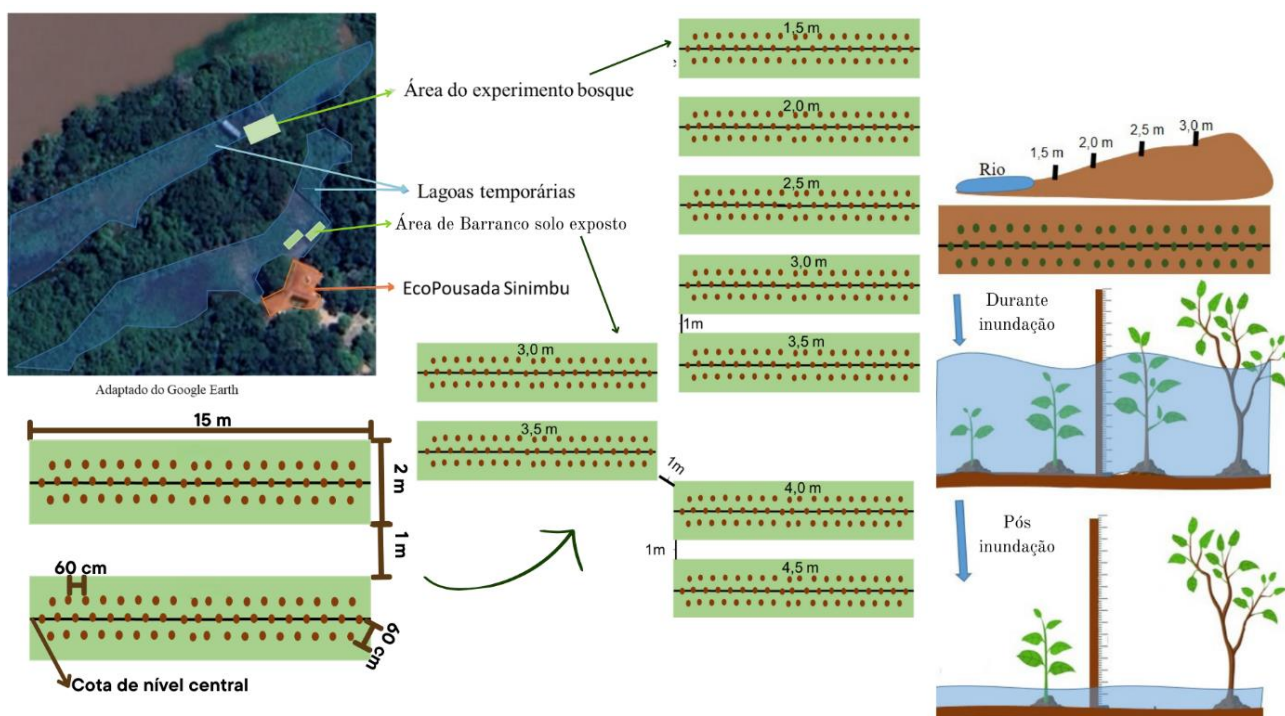
Este experimento foi realizado em duas áreas distintas, porém ambas sofrem com o pulso de inundação do Pantanal, onde foram se utilizadas mudas

de *I. vera* Willd. de diferentes tamanhos, essas produzidas nos experimentos anteriores, onde foram dispostas em parcelas.

A primeira área, está em uma encosta de barranco e está solo exposto, foi desenvolvida em 4 isolinhas, cada uma com 15 x 2 m (30 m²), com a distância de 1m entre elas, em que cada isolinha possui um nível de altura em relação ao nível do rio, começando pela mais alta com 4 m e seguindo 3,5 m, 3 m e 2,5 m. A segunda área, essa diferente da primeira, encontra-se arborizada, modelo de bosque, com muita cobertura e sombreamento do solo, foi-se desenvolvido em 5 isolinhas, cada com 15 x 2 m (30 m²), com a distância de 1 m entre elas, onde cada isolinha possui um nível de altura em relação ao nível do rio, começando pela mais alta com 3,5 m e seguindo 3,0 m, 2,5 m, 2,0 m e 1,5 m, em direção ao rio. (Figura 8).

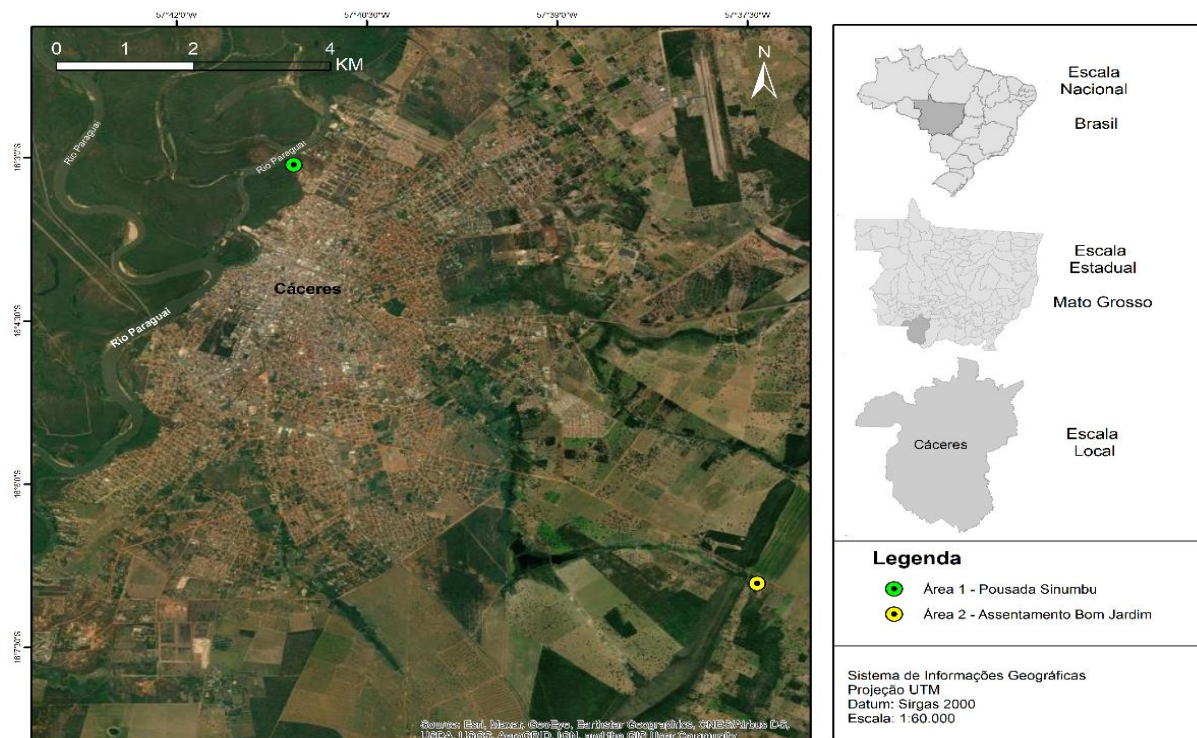
Em todas as isolinhas, após a retirada central da cota do nível, houve o transplântio das mudas, sendo estas de tamanhos variados, em que as mesmas foram transplantadas com a distância de 60 cm entre elas, de forma alternada, não ficando distante da linha central para não haver diferença de nível. Essa metodologia foi adaptada de Fernandez (2010).

Figura 8. Esquematisação do experimento 3.



Fonte: Do próprio autor.

Figura 9. Localização das áreas experimentais, Cáceres – MT, Brasil.



5. RESULTADOS ALCANÇADOS

Como resultados, obtiveram-se dois artigos, um especificamente sobre a avaliação de diferentes técnicas de semeaduras para a emergência do Ingá-Banana (*I. vera* Willd.) em áreas úmidas degradadas e o segundo sobre a tolerância de mudas do Ingá-Banana (*I. vera* Willd.) a diferentes níveis de inundação no Pantanal, como avanço no estudo de metodologias para a restauração de ambientes inundáveis sazonalmente.

Em resumo, os dois artigos fornecem informações essenciais principalmente sobre a importância do estudo antecipado com espécies nativas do local de onde haverá a realização da restauração ambiental. Assim, conforme detalhado em ambos os artigos, os resultados se mostraram satisfatórios, uma vez que, em nenhum dos experimentos houve o resultado de 0% de emergência das sementes. Resulta-se assim, que a semeadura direta em solo muito úmido e sem longas horas de submersão é a mais eficiente, devido que longos períodos de submersão podem inviabilizar a emergência da mesma, e apesar do seu grande poder germinativo, o método de semeadura direta em cova com ou sem serapilheira encontra-se sendo o mais eficiente para a restauração, pois garante

o desenvolvimento seguro para a emersão e crescimento da muda. Ademais, independente da área que será transplantada, áreas com níveis entre 1 m a 3 m em relação ao nível do rio, foram identificadas como inadequadas para o transplante de mudas dessa espécie, pois a mesma não suporta passar por grande período de estresse causados por longos períodos de inundação em sua fase de muda.

Artigo 1: Preparado de acordo com as normas da **Revista Thema** editado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul). (ISSN Eletrônico 2177-2894).

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE SEMEADURAS PARA A EMERGÊNCIA DO INGÁ-BANANA (*Inga vera* Willd.) EM ÁREAS DEGRADADAS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

EVALUATION OF SOWING TECHNIQUES FOR THE EMERGENCE OF INGÁ-BANANA (*Inga vera* Willd.) IN DEGRADED WETLANDS IN THE PANTANAL, MATO GROSSO

RESUMO

A restauração ecológica com diferentes técnicas de semeadura vem sendo apontada como efetiva para a recomposição de ambientes naturais. Esta pesquisa tenta responder qual metodologia de semeadura apresenta a maior taxa de emergência e qual efeito do pulso de inundação, sobre a emergência de *I. vera*. A pesquisa foi realizada no Pantanal de Cáceres - MT, com experimentos em parcelas, utilizando tratamentos de umidades do solo e semeaduras com e sem cova e com e sem serrapilheira. A cada sete dias foram avaliados o tempo médio de emergência e porcentagem de emergência no programa Excel e a posterior teste de normalidade, análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey no programa Biostat. Sendo os resultados, em nenhum dos experimentos houve o resultado de 0% de emergência das sementes, tendo o máximo de 100% e outros o mínimo registrado de 30%. A semeadura direta sem longas horas de submersão foi o tratamento mais eficiente em relação à emergência, devido que longos períodos de submersão pode inviabilizar a emergência da mesma e apesar do seu grande poder germinativo o método de semeadura direta em cova com ou sem serrapilheira encontra-se sendo o mais eficiente para a restauração.

Palavras-chave: Germinação; Semeaduras; Ingazeiro.

ABSTRACT

*Ecological restoration using different seeding techniques has been shown to be effective in restoring natural environments. This research tries to answer which seeding method has the highest emergence rate and what effect the flood pulse has on the emergence of *I. vera*. The research was carried out in the Pantanal of Cáceres - MT, with experiments in plots, using soil moisture treatments and sowings with and without holes and with and without leaf litter. The average emergence time and emergence percentage were evaluated every seven days using the Excel program, followed by a normality test, analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test using the Biostat program. The results showed that none of the experiments resulted in 0% seed emergence, with a maximum of 100% and others with a minimum of 30%. Direct sowing without long hours of submergence was the most efficient treatment in terms of emergence, since long periods of submergence can make emergence unfeasible and despite its great germination power the direct sowing method in a pit with or without leaf litter is the most efficient for restoration.*

Keywords: Germination; Sowing; Ingazeiro.

1. INTRODUÇÃO

O Pantanal abrange uma vasta planície sazonalmente inundável situada na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (Alho, 2008). Nos últimos anos, aproximadamente um terço desta área foi consumida por chamuscas, resultando em mais de quatro milhões de hectares de floresta, savana e arbustos devastados (Libotani, 2020).

Diante da crescente necessidade de restauração de áreas degradadas, torna-se evidente a urgência por resultados provenientes de estudos que abordam técnicas de reflorestamento eficazes. Essas técnicas devem ser caracterizadas pela rapidez de implementação, custos reduzidos e exigência de pouca mão-de-obra, especialmente quando envolvem o uso de espécies arbóreas nativas (Ancieto 2021). De acordo com Durigan *et al.* (2010), o Brasil destaca-se como o único país a promulgar uma legislação específica sobre técnicas restaurativas. Nesse contexto, a semeadura direta ou a produção de mudas emerge como uma das formas de restauração ecológica, caracterizada por sua abordagem de baixo custo e ação rápida.

Segundo a WWF (2017):

O uso da técnica de semeadura direta tem crescido nos últimos anos como alternativa ao tradicional plantio de mudas. Permite significativa redução dos custos de restauração florestal. Deve-se fazer uma seleção adequada das espécies, considerando características fisiológicas das sementes e o grupo ecológico ou funcional da espécie. Com esse método é possível, por exemplo, selecionar espécies de fácil germinação e recobrimento, que garantam a boa ocupação da área a ser restaurada. A semeadura direta também pode ser utilizada com o plantio de espécies que promovem adubação verde, favorecendo a fertilidade do solo e consequentemente o estabelecimento de outras espécies. O sucesso da semeadura direta deve-se a fatores, como época de plantio (umidade, luminosidade), exigências nutricionais (fertilidade do solo, associações simbióticas), tratamentos pré-germinativos, tamanho das sementes, densidade de semeadura, etc. A falta de conhecimento sobre esses aspectos constitui a principal limitação dessa técnica. Embora muitas iniciativas de sucesso comprovem o potencial da semeadura direta, mais estudos são necessários para a sua adoção em larga escala.

Partindo da premissa da importância da restauração ecológica com espécies arbóreas nativas, a família *Fabaceae* (= *Leguminosae*) apresenta uma grande distribuição geográfica. Um dos gêneros dessa família, é o *Inga*, ao qual

pertence a espécie *Inga vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., sendo nativa do Brasil, no entanto, não possui ocorrência endêmica. Está distribuída por todas as regiões brasileiras, sendo abundante em áreas sazonalmente inundadas nas margens dos rios (Matarello, 2016; Ikeda-Castrillon *et al.*, 2016).

Segundo WWF (2017), “a restauração ecológica auxilia a manter o suprimento de água, o estoque de carbono, a fertilidade dos solos, além da presença de polinizadores, possibilitando a manutenção das paisagens e a existência de áreas de lazer e contemplação.”

Logo, partindo do cenário do qual se é observado ultimamente do pantanal sofrendo com as grandes degradações o objetivo deste estudo foi avaliar qual a influência dos diferentes métodos de semeadura e do pulso de inundação na taxa de emergência da espécie *Inga vera* Willd., como metodologia para a restauração ecológica de áreas degradadas inundáveis sazonalmente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada no Pantanal Mato-grossense, no município de Cáceres - MT. Mais precisamente, os experimentos foram realizados em duas propriedades particulares, com diferentes ambientações sendo uma com área de bosque com solo sombreado e outra desmatada com solo exposto, realizadas nos anos de 2022 e 2023.

A pesquisa foi organizada por parcelas, em que a cada sete dias os experimentos eram avaliados por meio de observação da emergência ou alterações nas semeaduras. Os experimentos foram observados pelos seguintes: período experimento 1 (13 semanas) e o experimento 2 (18 semanas). Assim, os conjuntos dos dados gerados a partir desses métodos possibilitaram a análise dos mesmos, em que foi calculado o tempo médio de emergência (TME) e porcentagem de emergência (%E) sendo utilizado o programa *Excel - Microsoft* e para realizar a comparação das médias utilizou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste *Tukey*, através do programa *Biostat*.

2.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES

A coleta dos frutos de *I. vera* foi realizada no dia 17 de abril do ano de 2022, em diferentes matrizes localizadas no lado esquerdo do rio Paraguai à jusante, no entorno do município de Cáceres-MT, correspondendo às coordenadas geográficas do (Ponto 1. 16° 9'40.40"S, 57°46'4.91"O) ao (Ponto 6. 16° 5'38.52"S, 57°42'26.54"O) (Fig. 1).

Figura 1 - Pontos de coleta das sementes de *I. vera* Willd, Cáceres - MT, Brasil.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Ao longo do rio, as matrizes foram identificadas e demarcadas, seguindo Nogueira e Medeiros (2007) os quais afirmam que se deve haver uma distância mínima de 100 m entre elas, as coletas dos frutos foram realizadas manualmente. Após a coleta, os frutos foram triados no Laboratório de Educação Ambiental, Restauração Ecológica e Agroecologia/ Lab. EDUCARE - UNEMAT, sendo separados os de boa qualidade visível, logo foram despulpados e suas sementes foram selecionadas. Os frutos e as sementes foram selecionados visualmente a partir da coloração verde, não estando fungado e não possuindo algum tipo de predação, totalizando 700 sementes da espécie. A coleta dos frutos e das sementes não foram uniformes entre as matrizes e as sementes foram armazenadas em sacos plásticos diferentes, evitando geladeira ou lugares quentes e secos, devido à natureza recalcitrantes das sementes. Durante o armazenamento, duas vezes ao dia, as sementes foram umedecidas com água com auxílio de um borrifador, antecedendo o processo de semeadura, pois segundo Câmara (2011), sementes de *I. vera* Willd. perdem a viabilidade de germinação com até 15 dias após a retirada da fruta ou até mesmo antes, caso sequem.

2.2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL 1

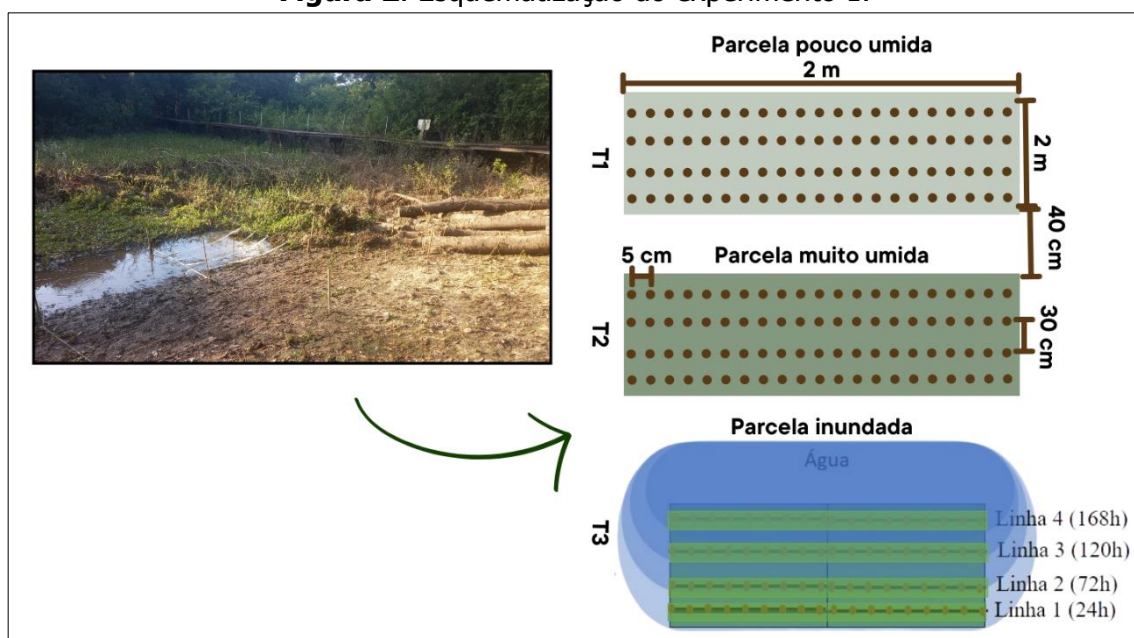
A área escolhida para o desenvolvimento das parcelas foi na Pousada Sinimbu, propriedade particular localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso, o qual fica a margem esquerda do Rio Paraguai, possuindo área de barranco com submersão temporária do pulso de inundação. A região se encontra afetada pela fragmentação da encosta do barranco, sob as coordenadas geográficas (S 16°3'4.21", O 57°41'5.28").

Para este experimento foram feitas 3 parcelas com o tamanho de 2 x 2 m (4m²), com espaçamento de 40 cm entre as parcelas, foram feitos ao todo 3 tratamentos com 4 repetições cada. Cada parcela conteve 4 linhas, sendo estas as suas repetições, com a distância de 30 cm entre as repetições. O primeiro tratamento (T1), semeadura direta em covas em solo pouco úmido (SD-SPU), o segundo tratamento (T2), semeadura direta em covas em solo muito úmido (SD-SMU) e o terceiro tratamento (T3) foi de semeadura direta em covas em solo com ciclo hidrológico (submerso) (SD-CH). A umidade do solo nas parcelas foi medida com o auxílio de um tensiômetro de solo, com a unidade de medida de vacuômetro em kPa, determinando assim, solo muito úmido: 10 – 20 kPa (solo com excelente condição de umidade e boa aeração) e solo pouco úmido: 40 – 70 kPa (solo com limitada condição de umidade e excelente aeração) (Marouelli, 2008). Para o plantio, as sementes foram dispostas nas parcelas sendo estas com e sem a submersão temporária, utilizando-se a técnica de semeadura direta em cova com serapilheira, com sementes da espécie de *I. vera* Willd., as sementes foram colocadas em pontos determinados nas linhas dentro das parcelas, para facilitar a identificação das plântulas quando estas emergissem e otimizar espaço das parcelas. As covas foram feitas a uma profundidade de aproximadamente 2 cm, com o espaçamento de 5 cm entre elas (Fig. 2). Assim, em cada parcela foram-se semeadas 100 sementes, 1 semente por cova e 25 sementes por repetição, totalizando 300 sementes semeadas.

Houve outro experimento em conjunto no terceiro tratamento (T3) este com o ciclo hidrológico, em que cada linha (repetição) da parcela foi um tratamento específico, uma vez que cada linha conteve um tempo de submersão,

sendo assim, o tratamento (T1) com 24 horas, tratamento (T2) com 72 h, o tratamento (T3) com 120 h e o tratamento (T4) com 168 h de submersão após a semeadura. Cada linha possui diferentes alturas do solo em relação ao nível do rio e as horas de inundação foram naturais, sem intervenção, uma vez que estas foram semeadas em campo e durante o período de estiagem do qual é após o pulso de inundação do Pantanal (Fig. 2). Após o período da pesquisa algumas mudas foram retiradas da área da pesquisa, sendo transplantadas em outras áreas degradadas e utilizadas em outro experimento.

Figura 2. Esquematização do experimento 1.



Fonte: Próprio autor.

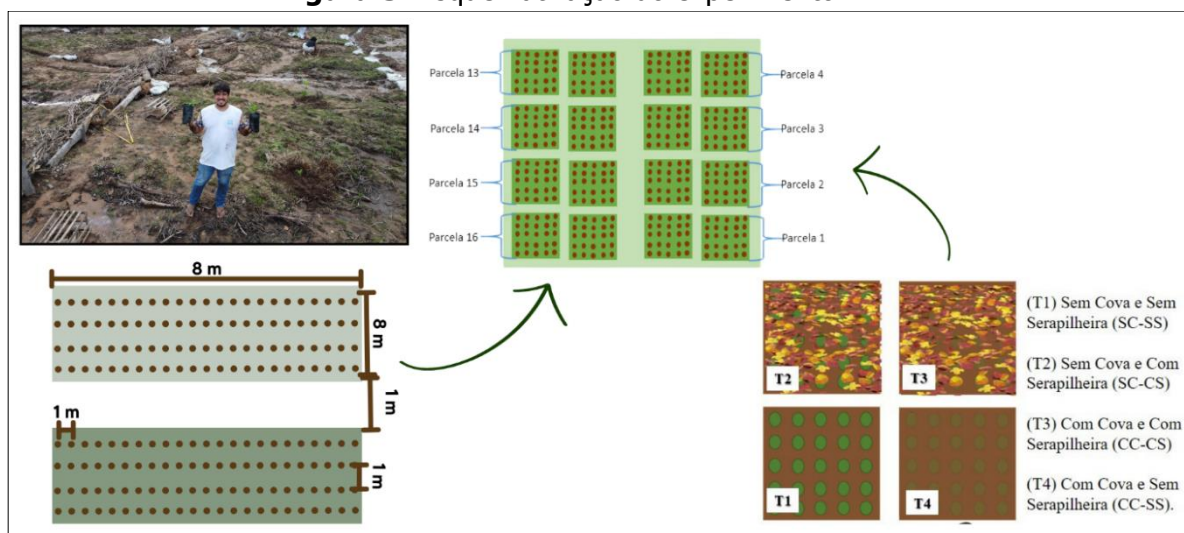
2.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL 2

A área escolhida para o desenvolvimento das parcelas foi em uma área particular no Assentamento Bom Jardim, na zona rural da cidade, localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso. Esta se encontrava afetada pelo desmatamento e com o solo gradeado por maquinário, sendo uma área em que se localizam nascentes do Córrego Sangradouro, possuindo pontos muito úmidos com água emergindo sempre e pontos altos pouco úmido. Sob as coordenadas geográficas (S 16°6'55.16", O 57°37'26.63").

Para este experimento, as semeaduras foram realizadas em 16 parcelas, estas com o tamanho de 8 x 8 m (64m²), com espaçamento de 1 m entre elas,

foram ao todo 4 tratamentos com 4 repetições cada. Sendo o primeiro tratamento (T1) Sem Cova e Sem Serapilheira (SC-SS), o segundo tratamento (T2) Sem Cova e Com Serapilheira (SC-CS), o terceiro tratamento (T3) Com Cova e Com Serapilheira (CC-CS) e o quarto tratamento (T4) Com Cova e Sem Serapilheira (CC-SS). As sementes foram colocadas em pontos determinados dentro das parcelas, para facilitar a identificação das plântulas quando estas emergissem e otimizar espaço das parcelas. A semeadura em covas foi feita a uma profundidade de aproximadamente 2 cm, no qual, em cada parcela, foram-se semeadas 25 sementes da espécie, sendo 1 semente por cova, com o espaçamento de 1 m entre elas, vertical e horizontalmente, totalizando 400 sementes semeadas e no outro modo de semeadura repetiu os mesmos procedimentos, porém com a diferença que se foi apenas colocada a semente sobre o solo, “assemelhando a dispersão natural ou a lanço”. (Fig. 3). Após o período da pesquisa, algumas mudas foram retiradas da área da análise e utilizadas em outro experimento. Esta metodologia foi adaptada de Ancieto (2021).

Figura 3. Esquematização do experimento 2.



Fonte: Do próprio autor.

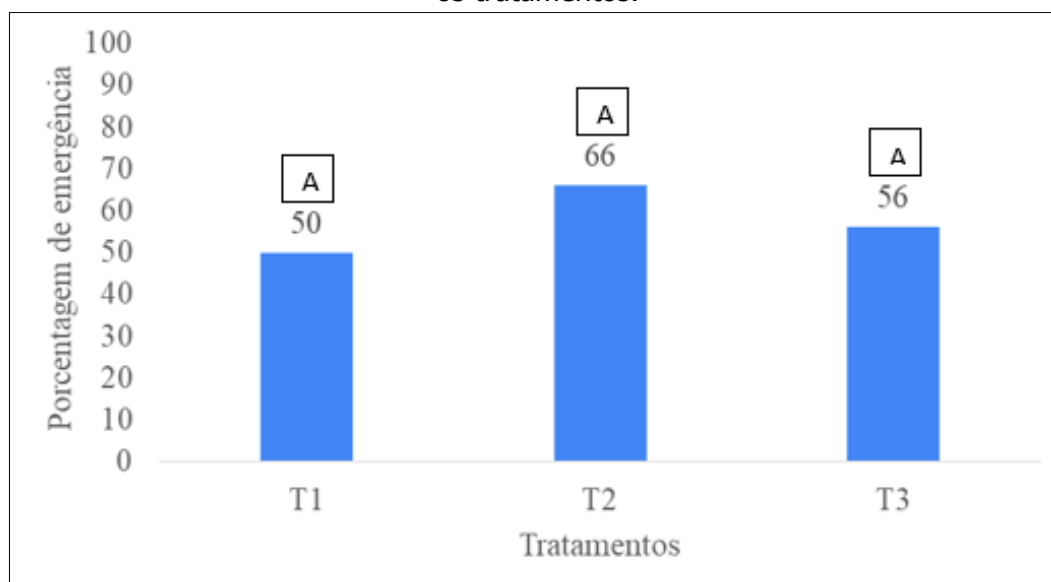
3. RESULTADOS

3.1. EMERGÊNCIA EM DIFERENTES UMIDADES DO SOLO

A partir da análise dos dados deste experimento observou-se que, o tratamento mais eficaz evidenciado pela maior porcentagem de emergência registrada foi, o T2 - semeadura direta em covas em solo muito úmido (SD-SMU),

alcançando a taxa de 66% (Fig. 4). Já o tratamento T1 - semeadura direta em covas em solo pouco úmido (SD-SPU) teve 50% de emergência. No entanto, não foi constatado em nossos resultados diferenças estatísticas entre os tratamentos, Tukey ($p > 0,05$).

Figura 4 - Médias de porcentagem de emergência de sementes de *I. vera* Willd entre os tratamentos.



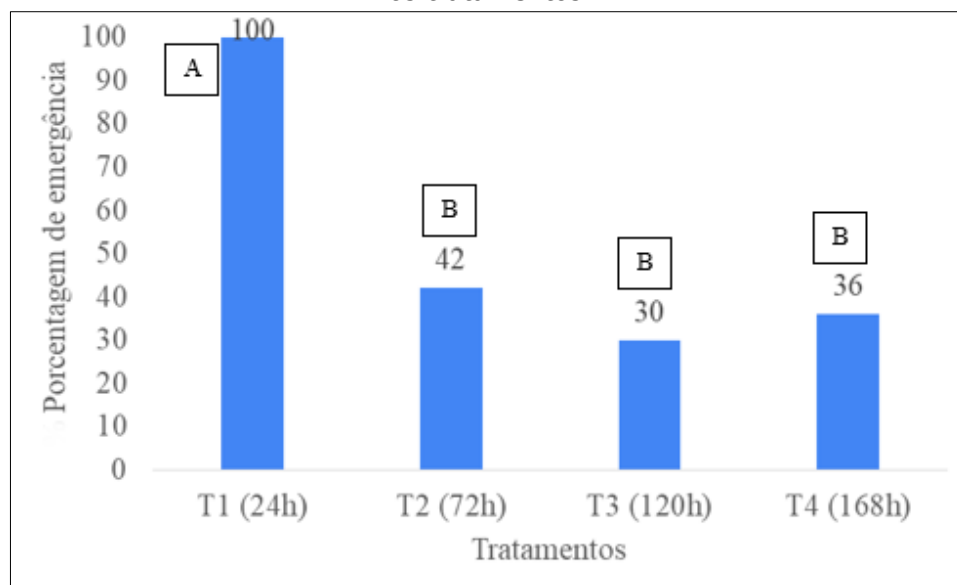
T1 - semeadura direta em covas em solo pouco úmido (SD-SPU), **T2** - semeadura direta em covas em solo muito úmido (SD-SMU) e **T3** - semeadura direta em covas em solo com ciclo hidrológico (SD-CH).
 *Os valores das médias das colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.2. EMERGÊNCIA EM DIFERENTES TEMPOS DE INUNDAÇÃO

Ao analisar a influência do pulso de inundação sobre a emergência das sementes, entre os tratamentos com diferentes horas de submersão, como apresentado na (Fig. 5), por meio das análises, obtivemos o tratamento T1 (24h), esse com 100% de emergência, em seguida os tratamentos T3 (120h) com 30% de emergência e o T4 (168h) com 36% de emergência. Os tratamentos 2, 3 e 4 não possuem diferença significativa entre si, Tukey ($p > 0,05$), havendo diferença apenas no (T1) com as demais.

Figura 5 - Médias de porcentagem de emergência de sementes de *I. vera* Willd entre os tratamentos.



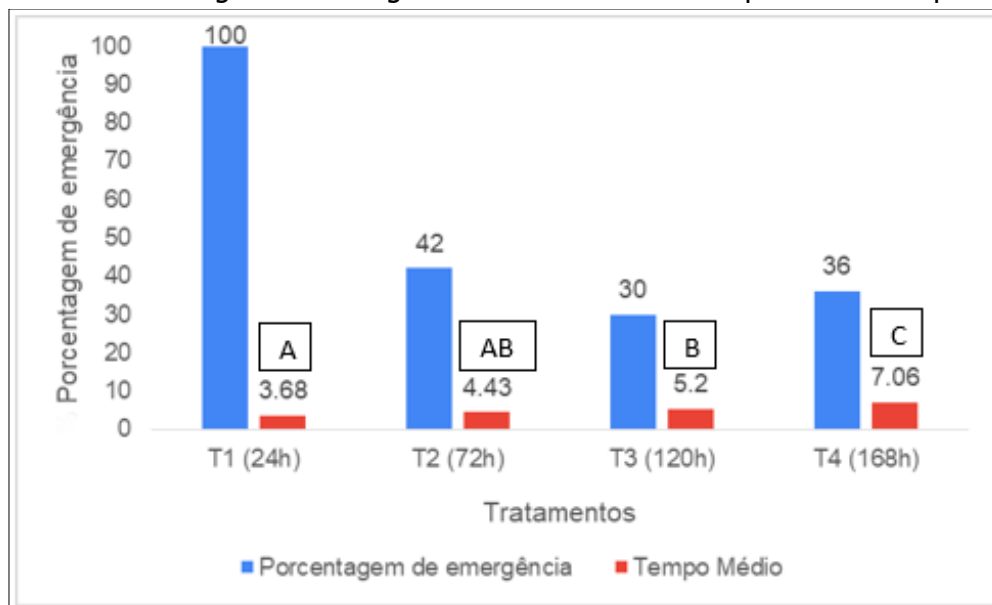
Tratamentos: **T1** - 24 horas, **T2** - 74 horas, **T3** - 120 horas e **T4** - 168 horas submersos.

*Os valores das médias das colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Em relação ao tempo médio, os tratamentos apresentaram diferenças entre si, variando entre 3 a 7 semanas, em que estatisticamente houve diferença significativa entre eles, *Tukey* ($p > 0,05$). Sendo assim, como podemos observar na (Fig. 6), o T1 apresentou o melhor rendimento entre os tratamentos, apresentando o menor tempo médio com 3,68 semanas e com a melhor porcentagem de emergência com 100%. Contudo, como observado nos T2, T3 e T4, eles apresentaram os piores rendimentos, os quais possuem os tempos médios de 4,43, 5,20 e 7,06 semanas respectivamente, com as porcentagens de 42%, 30% e 36%. Estatisticamente, há diferença significativa entre eles, *Tukey* ($p > 0,05$). Desse modo, podemos atentar ao fato de que a semeadura direta com cova do qual se houve a inundação de 24 horas é o melhor método para a germinação do *I. vera* Willd. em áreas onde há o pulso de inundação no período da estiagem.

Figura 6 - Porcentagem de emergências entre as linhas comparado ao tempo médio.



*Os valores das médias das colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste *Tukey* ($p > 0,05$).

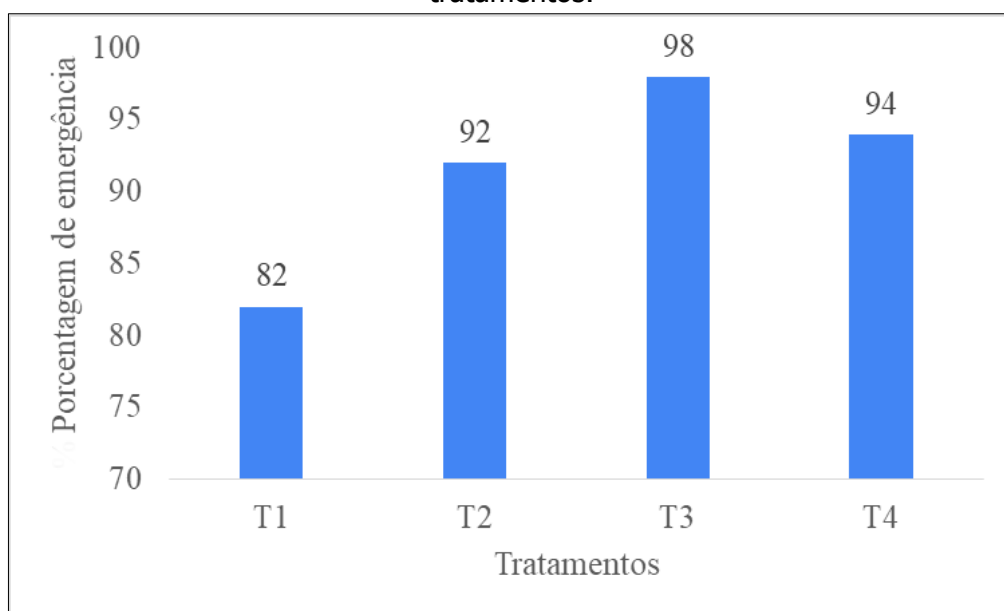
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

3.3. EMERGÊNCIA EM DIFERENTES MÉTODOS DE SEMEADURA

Neste experimento foram analisadas a emergência das sementes da espécie de *I. vera* em quatro diferentes métodos de semeadura, sendo eles apresentados nesta pesquisa como tratamentos, sendo assim, o **T1** - Sem Cova e Sem Serapilheira (SC-SS), **T2** - Sem Cova e Com Serapilheira (SC-CS), **T3** - Com Cova e Com Serapilheira (CC-CS) e o **T4** - Com Cova e Sem Serapilheira (CC-SS). Este experimento proporcionou resultados positivos, uma vez que por meio das análises dos dados os tratamentos apresentaram resultados superiores a 80% de emergência em campo.

O tratamento que se mostrou mais eficaz, com a melhor porcentagem de emergência, foi o T3 (CC-CS) com 98% de emergência, seguido dos T4 (CC-SS) e T2 (SC-CS) com 94% e 92% de emergências, sendo observado na (Figura 5). O tratamento com a menor porcentagem de emergência foi o T1 (SC-SS) com 82%. (Fig. 7). Apesar de não ter sido constatado nos resultados obtidos que houve diferenças estatísticas significativas pelo teste *Tukey* ($p > 0,05$) entre os tratamentos, podemos afirmar por meio das análises que a falta de proteção a semente na semeadura em campo diminui a sua porcentagem de emergência.

Figura 7 - Porcentagem de emergência de sementes de *I. vera* Willd. entre os tratamentos.



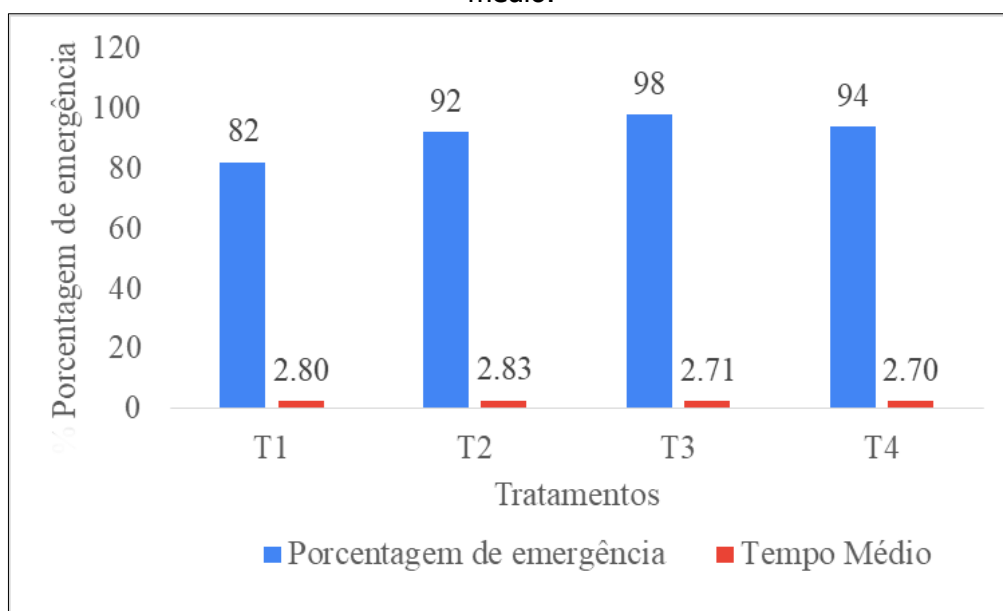
T1 - Sem Cova e Sem Serapilheira (SC-SS), **T2** - Sem Cova e Com Serapilheira (SC-CS), **T3** - Com Cova e Com Serapilheira (CC-CS) e **T4** - Com Cova e Sem Serapilheira (CC-SS).

*Os valores das médias das colunas não diferem entre si, significativamente, pelo teste *Tukey* ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Assim como apresentado na (Fig. 8), em relação ao tempo médio, os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa entre eles, *Tukey* ($p > 0,05$), ambos com o tempo médio de 2 semanas. Contudo, podemos avaliar que o T3 (CC-CS) e o T4 (CC-SS) possuem os melhores rendimentos entre os tratamentos, apresentando os menores tempos médios com 2.71 e 2.70 semanas, com 98% e 94% de emergência, respectivamente. Sendo assim, podemos dizer que a semeadura com cova, independentemente de ser com ou sem serapilheira são os melhores métodos para emergência do *I. vera* em campo.

Figura 8 - Porcentagem de emergências entre as parcelas comparado ao tempo médio.



T1 - Sem Cova e Sem Serapilheira (SC-SS), **T2** - Sem Cova e Com Serapilheira (SC-CS), **T3** - Com Cova e Com Serapilheira (CC-CS) e **T4** - Com Cova e Sem Serapilheira (CC-SS).

*Os valores das médias das colunas não diferem entre si, significativamente, pelo teste *Tukey* ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

4. DISCUSSÃO

Em relação às sementeiras, corroborando com as conclusões de Moreira (2020) e Souza (2013), a utilização da sementeira direta de espécies florestais surge como uma abordagem viável em diversos estudos para a recuperação de áreas degradadas, já consolidada no cenário brasileiro. A combinação das duas técnicas de sementeira se apresenta como uma alternativa para um processo de recuperação mais eficiente, levando em consideração os distintos padrões de germinação e estabelecimento de cada espécie. Engel & Parrotta (2001) ressaltam que, apesar dos riscos associados, a sementeira direta pode ser bem-sucedida como uma alternativa aos métodos mais caros de restauração. Segundo Azevedo *et al.* (2007), o uso de leguminosas para restauração de áreas traz muitas vantagens, graças à grande presença da espécie no Brasil e a facilidade de obtenção de sementes, mas uma das principais características dessas espécies para o uso na restauração de áreas degradadas é a sua capacidade de se associar a microrganismos do solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio.

Por meio da sementeira direta em áreas úmidas, podemos inferir que, dado que a umidade do solo impede a secagem das sementes por esta ser

recalcitrante, se criam condições de temperatura mais moderadas em comparação com o ambiente externo. Além disso, essa abordagem fornece água para a diluição dos nutrientes do solo, facilitando sua absorção para o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Em contrapartida, áreas com o solo exposto, seco ou pouco úmido, apresentam temperaturas mais elevadas ou equivalentes às do ambiente externo, o que pode resultar na dessecação das sementes de comportamento recalcitrante, tornando-as incapazes de germinar. Mesmo em casos de germinação, a falta da umidade pode impedir o desenvolvimento e estabelecimento das plântulas, contribuindo para a desertificação e aeração do solo.

Lieberg (1990) em sua pesquisa com *Inga affinis*, espécie da mesma família, obteve a taxa de 71% de emergência das sementes germinadas, essas semeadas sob a terra. Em suas parcelas com semeadura, Fagundes (2016) observou um melhor desenvolvimento da espécie. Além disso, Pantoja (1997), em sua pesquisa realizada em condições de campo, constatou que o *I. edulis* apresentou uma maior porcentagem de germinação em relação a outras espécies utilizadas no estudo. Por outro lado, Silva *et al.* (2015) relata que a semeadura direta de sementes seguida de cobertura com serapilheira é uma técnica de germinação viável, pois permite maiores taxas de emergência e maior número de mudas após o processo de semeadura e ao reposicionar a serapilheira pode aumentar a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes no sistema, corroborando com os resultados encontrados por esta pesquisa.

Segundo Brutti (2018), de todos os recursos que uma espécie de planta precisa para crescer e prosperar, a água é o mais importante. O desequilíbrio em seu fluxo, mesmo uma pequena quantidade pode afetar os processos celulares. A falta de água no solo reduz a disponibilidade de absorção de nutrientes, ainda que estes tenham quantidade suficiente. As plantas precisam que os nutrientes se dissolvam nas soluções do solo para que assim estes possam se mover para locais onde serão absorvidos e metabolizados nas plantas.

Apesar das sementes do *I. vera* serem recalcitrantes e segundo Lieberg e Joly (1993) elas poderem germinar e crescer debaixo d'água, os resultados

obtidos nesta pesquisa demonstraram este não ser um bom método para a germinação. Uma vez que as sementes de *I. vera* apresentaram não suportar longos períodos de submersão, influenciando negativamente, assim incapacitando o processo do desenvolvimento embrionário para a germinação e emergência. Ademais, Lieberg (1990) em sua pesquisa com o *Inga affinis*, obteve uma taxa de germinação reduzida quando essa foi totalmente imersa em água em comparação a outros métodos. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), não há dúvida de que a água é um fator decisivo no processo de germinação, podendo ser benéfico ou não para a espécie. Essa propriedade de poder germinativo do *I. vera* Willd. pode esclarecer positivamente a sua ocupação bem-sucedida em quase todas as altitudes nas matas ciliares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A semeadura direta realizada em covas, sem a necessidade de longas horas de submersão em área úmida, obteve o melhor resultado. Isso se deve ao fato de que o pulso de inundação pode inviabilizar a emergência, mesmo que a espécie possua a característica de poder germinar e se desenvolver durante a inundação.

Apesar do seu poder germinativo e de não haver diferença estatística sobre as porcentagens de emergência entre os diferentes métodos de semeaduras, o método de semeadura em cova com ou sem serapilheira encontra-se sendo o método mais seguro para a realização da restauração em relação a semeadura a lanço, pois garante a germinação da semente e seu estabelecimento durante o seu desenvolvimento nas áreas úmidas.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade do Estado do Mato Grosso, em especial ao Laboratório de Educação Ambiental, Restauração Ecológica e Agroecologia – EDUCARE e o Viveiro Educador, do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal – CELBE, bem como aos proprietários das localidades pelas áreas em que ocorreram os experimentos. Agradecemos também a CAPES pela bolsa de estudo.

7. REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4 suppl, p. 957–966, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- ANCIETO, A. F. B. et al. Avaliação de técnicas de semeadura direta e da transposição de serapilheira para a emergência e estabelecimento da Manduvi (*Sterculia apetala* (jacq). Karts.) em trabalho de restauração ecológica numa área de nascentes degradadas no Pantanal Mato-grossense. 2021. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. 1 – 16, 2021 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12185>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão Guandu: uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, v.3, n. 2, p. 81-86. 2007. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12587940/feijao-guandu-fapese>>. Acesso em: 23 out. 2023.
- BRUTTI, L. Suelos: la falta de humedad afecta la absorción de nutrientes. 2018. **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**. Disponível em: <https://intainforma.inta.gob.ar/suelos-la-falta-de-humedad-afecta-la-absorcion-de-nutrientes/>. Acesso em: 23 de Jun. 2022.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- CÂMARA, A. T. R. **Armazenamento de Sementes Pré-Germinadas de *Inga Vera Willd.*** 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99770/camara_atr_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 jun. 2023.
- DURIGAN, G. et al. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 471–485, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300011>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. 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: 23 out. 2023.
- FAGUNDES, N. C. A. et al. **Crescimento de mudas de *Inga vera willd* (fabaceae) em diferentes modelos de restauração em uma vereda impactada em chapada gaúcha, Minas Gerais, Brasil**. 2016. 67º Congresso Nacional de Botânica (67º CNBOT). 2016. Disponível em: <https://dtihost.sfo2.digitaloceanspaces.com/sbotanicab/67CNBot/resAnexo1-1074-0842-197cfc461726b0ae1355caf4ca451483.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2023.

IKEDA-CASTRILLON, S. K. et al. Avaliação da diversidade arbórea das ilhas do rio Paraguai na região de Cáceres, Pantanal Matogrossense, Brasil. **Acta botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 672–684, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300021>. Acesso em: 22 abr. 2023.

LIEBERG, S. A. **Tolerância a inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* DC.** 1990. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 1990. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1575239>. Acesso em: 9 out. 2023.

LIEBERG, S.A., JOLY, C.A. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): germinação e tolerância de plântulas à submersão. **Revista Brasil. Bot**, v. 16, n. 2, p. 175–179. 1993.

LIBONATI, R. et al. Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. **Nature**, v. 588, n. 7837, p. 217–219, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346717066_Rescue_Brazil's_burning_Pantanal_wetlands#fullTextFileContent. Acesso em: 21 abr. 2023.

MARQUELLI, W. A. Tensiômetros para o Controle da Irrigação em Hortaliças. **Circular Técnica da Embrapa Hortaliças**. Brasília – DF, 2008. p. 15.

MARTARELLO, D. C. I, et al. Fenologia e distribuição de *Inga vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn. em uma planície de inundação neotropical. In: 67º Congresso Nacional de Botânica (67º CNBOT), 2016, Vitória. **Anais... Sociedade Botânica do Brasil (SBB)**. Vitória, Universidade Federal do Espírito Santo, 2016. p. 25-30.

MOREIRA, I. J. R. Técnicas de recuperação de áreas degradadas com a utilização de plantio de mudas e semeadura direta utilizando leguminosas nativas do Cerrado: uma revisão de literatura. 2020. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/27976/1/2020_IsabellaJanesRorizMoreira_tcc.pdf. Acesso em: 23 out. 2023.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Coleta de Sementes Florestais Nativas. **Circular Técnica: EMBRAPA**. Colombo - PR, 2007.

PANTOJA, R. F. R. et al. Avaliação da semeadura direta no campo de cinco espécies leguminosas arbóreas. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e 7º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1997, Belém. **Resumos... Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, FCAP, 2000. p. 222.

SILVA, K. A. et al. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 811 - 820, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000500004>. Acesso em: 19 out. 2023.

SOUZA, R. P. Semeadura direta de espécies florestais nativas, como alternativa de restauração ecológica para a região de Dourados, Mato Grosso do Sul. 2013. 34 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados,

Dourados, 2013. Disponível em:
<http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/872>. Acesso em: 26 out. 2023.

WORLD WILDLIFE FUND – WWF. Relatório Brasil – Restauração Ecológica no Brasil: desafios e oportunidades. Brasília – DF. **Ed. Jade Office**. 2017.

Artigo 2: Preparado de acordo com as normas da **Revista Thema** editado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul). (ISSN Eletrônico 2177-2894).

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DE MUDAS DO INGÁ-BANANA (*Inga vera* Willd.) A DIFERENTES NÍVEIS DE INUNDAÇÃO NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

EVALUATION OF THE TOLERANCE OF INGÁ-BANANA SEEDLINGS (*Inga vera* Willd.) TO DIFFERENT FLOODING LEVELS IN THE WETLANDS MATO-GROSSENSE

RESUMO

O Pantanal sofre anualmente com a degradação causadas pelas queimadas e os desmatamentos, uma remediação é a restauração, por meio da produção de mudas de espécies arbóreas nativas locais. Assim, partindo deste cenário que se é observado no Pantanal, analisamos qual é o efeito do ciclo hidrológico sobre a sobrevivência de mudas do *I. vera*, como metodologia de restauração ecológica com o transplântio de mudas em áreas degradadas. A pesquisa foi realizada no município de Cáceres – MT, nos anos de 2022-2023. Foi realizada em parcelas de diferentes níveis em relação ao nível do rio, em área de barranco de solo exposto e bosque, com mudas de diferentes tamanhos, observadas por de 07 meses. Para a análise dos dados foi calculado o Tempo de Submersão e Porcentagem de sobrevivência, sendo utilizado o programa *Excel - Microsoft* e para a comparação utilizou a análise de variância (ANOVA) e o teste *Tukey*, do programa *Biostat*. Independente da área que será transplantada, cotas de níveis acima de 1,0 m em relação ao nível do rio não são bons locais para se fazer o transplântio de mudas desta espécie, devido a mesma não suportar o estresse causado por longos períodos de inundação enquanto muda.

Palavras-chave: Ingá; Submersão; Restauração Ecológica; Enchente.

ABSTRACT

*Every year, the Pantanal suffers from degradation caused by burning and deforestation. One way to remedy this is through restoration and the production of seedlings of locally native tree species. Thus, based on this scenario observed in the Pantanal, we analyzed the effect of the hydrological cycle on the survival of *I. vera* seedlings, as a methodology for ecological restoration by transplanting seedlings in degraded areas. The research was carried out in the municipality of Cáceres - MT, in the years 2022-2023. It was carried out on plots at different levels in relation to the level of the river, in an area of exposed soil and woodland, with seedlings of different sizes, observed for 7 months. For data analysis, the Submergence Time and Survival Percentage were calculated using the Excel - Microsoft program and for comparison, the analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test, from the Biostat program, were used. Regardless of the area that will be transplanted, water levels below 1.0 m in relation to the river level are not good places to transplant seedlings of this species because it cannot withstand the stress caused by long periods of flooding while it is still a seedling.*

Keywords: *Inga*; Submersion; Ecological Restoration; Flood.

1. INTRODUÇÃO

O Pantanal, menor bioma por extensão territorial do país, é a maior planície alagável do mundo, que apesar de sua beleza natural exuberante, o bioma vem sendo muito impactado pela ação humana, principalmente pela atividade agropecuária, especialmente nas áreas de planalto adjacentes do bioma (Brasil, 2023). Essas áreas vêm sofrendo anualmente com altas taxas de degradação, causadas principalmente pelas queimadas e os desmatamentos.

Segundo Gunderson (2000), um ecossistema é considerado degradado quando esse foi perturbado em uma escala que afetou sua estabilidade. Isso leva à perda de sua potencialidade de regressar ao seu estado de equilíbrio outra vez. Reis *et al.* (2014), ressalta que a restauração de áreas degradadas se torna um ato essencial para manter um padrão mínimo de vida sustentável no planeta, em que harmonização da produção e das áreas protegidas é essencial para o desenvolvimento positivo desse cenário.

A restauração no Pantanal não é uma tarefa fácil, a área úmida do Pantanal mato-grossense possui uma paisagem heterogênea, com inundações periódicas que modificam suas condições ambientais (Da Frota, 2017). O regime de inundações é o fator ecológico fundamental do Pantanal, já que determina os pulsos dos principais processos abióticos e bióticos, assim como os ciclos operativos dos processos produtivos, quer seja pecuária, turismo ou a navegação. O Regime de inundações determina o tipo e composição específica das comunidades integrantes das diversas unidades da paisagem (Adámoli, 1995).

A distribuição das chuvas é marcadamente sazonal no Pantanal, onde o trimestre mais chuvoso é de janeiro a março, entre os meses de outubro e março ocorre a intensificação das chuvas, em que se dá a formação de cheias na região. De maio a setembro a incidência de chuva diminui, determinando o período da seca (Paranhos Filho *et al.*, 2014; Carvalho, 1986).

Com a necessidade da restauração das áreas úmidas degradadas, para esta ação, mudas precisam ser cultivadas para desenvolver assim medidas de

remediação ecológica para esses ecossistemas danificados. Desse modo, é de grande importância a produção de mudas de espécies arbóreas nativas, sendo essas de ocorrência da área que será alvo da restauração. Segundo Júnior (2011) "O sistema de produção de mudas de espécies florestais tem se mostrado uma atividade fundamental no processo de ocupação e recuperação em áreas degradadas [...]". Ikeda-Castrillon *et al.* (2015) também revisaram a importância do uso de espécies arbóreas nativas para restaurar áreas degradadas.

Sendo uma espécie arbórea popularmente conhecida não só no Pantanal, como Ingá do Brejo, Ingá Banana, Ingá Quatro Quinas, Ingazeiro, entre outros nomes (Delgado, 2016), a espécie recentemente foi sinonimizada por Pennington (2000) em *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D., sendo uma planta da família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, com cerca de 40 gêneros e aproximadamente 400 espécies, distribuídas na América tropical e subtropical (Maumont, 1993; Lorenzi, 1992; Joly, 1993).

O *I. vera* Willd. é uma espécie frutífera importante na recuperação de matas ciliares degradadas. No entanto, apresenta sua propagação dificultada pelo fato de suas sementes serem recalcitrantes, ou seja, não tolerarem a perda de água (Stein, 2007). É uma espécie de grande importância para compor o reflorestamento, pois além de fornecer sombra para outras espécies da flora também possui seu desenvolvimento rápido. Assim, a mesma torna-se pioneira. Segundo Almeida (2013), a espécie possui um potencial fixador de nitrogênio devido à simbiose com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, podendo verificar os microrganismos fixadores de nitrogênio em diferentes habitats, variando de floresta primária e secundária, até em áreas de pastagem e floresta de várzea.

Partindo do cenário do qual se é observado ultimamente do Pantanal, do qual vem sofrendo com as grandes degradações, analisamos qual é o efeito do pulso de inundação, em diferentes níveis do solo em relação ao nível do rio sobre a sobrevivência de mudas do *I. vera*, como metodologia de restauração ecológica com o transplântio de mudas em áreas úmidas degradadas sazonalmente inundáveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada no Pantanal Mato-grossense, no município de Cáceres – MT, mais precisamente em uma propriedade privada. O experimento foi organizado em parcelas e foi observado pelo período de 07 meses. Assim, os conjuntos dos dados gerados a partir desses métodos possibilitaram o uso de análises, em que para a análise dos dados foi calculado o Tempo de submersão e Porcentagem de sobrevivência (%) sendo utilizado o programa *Excel - Microsoft* e para realizar a comparação, utilizou-se a análise de variância (*ANOVA*) e o teste *Tukey*, através do programa *Biostat*.

2.1. OBTENÇÃO DAS MUDAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

As mudas utilizadas nesta pesquisa foram mudas cultivadas de outros experimentos, sendo esses experimentos de germinação que após o período das pesquisas, elas foram transplantadas para saquinhos plásticos especialmente utilizado para produção de mudas. Posteriormente, foram realocadas no Viveiro Educador, o qual é um anexo do Laboratório de Educação Ambiental, Restauração Ecológica e Agroecologia, da Universidade do Estado do Mato Grosso, em que foram mantidas até o dia do transplante nas áreas dessa pesquisa.

2.2. CARACTERIZAÇÃO E MODELO EXPERIMENTAL DAS ÁREAS

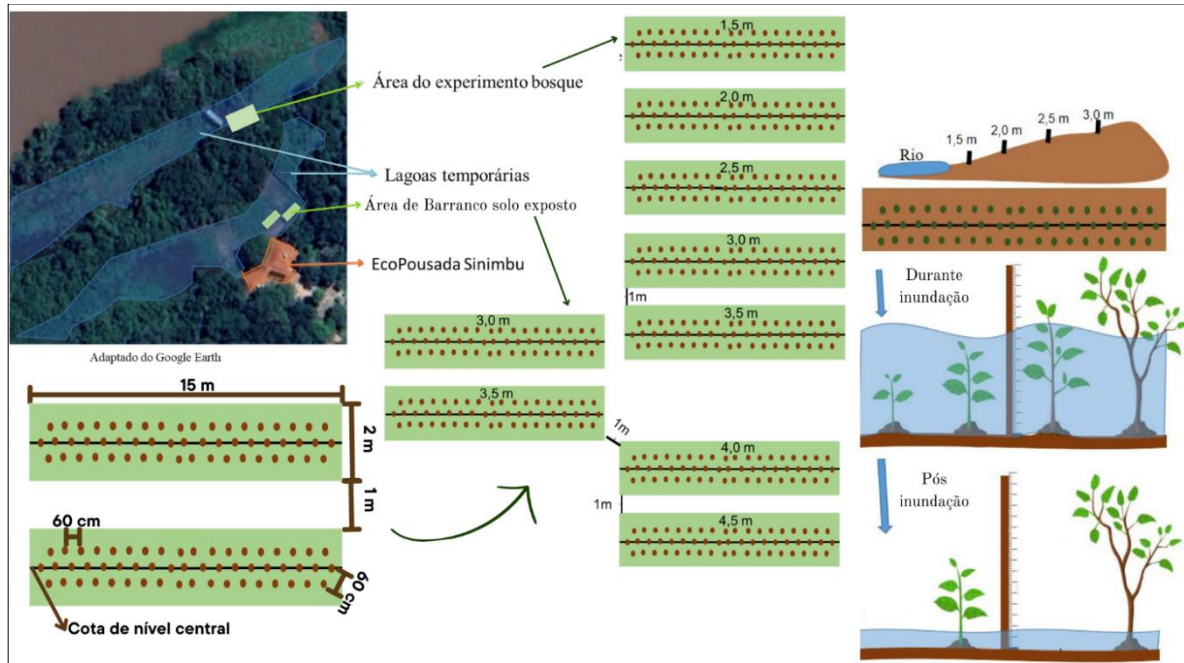
A área escolhida para o desenvolvimento das parcelas foi na Pousada Sinimbu, propriedade particular localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso, área de barranco com submersão temporária do pulso de inundação, em que a primeira área se encontra afetada pela fragmentação da encosta do barranco com solo exposto e a segunda encontra-se arborizada, modelo de bosque com solo sombreado, sob as coordenadas geográficas (S 16°3'4.21", O 57°41'5.28").

Este experimento foi conduzido em duas áreas distintas, ambas sujeitas ao pulso de inundação do Pantanal. Utilizaram-se mudas de *I. vera Willd.* de diferentes tamanhos, produzidas nos experimentos anteriores, que foram dispostas em parcelas para a realização do estudo.

A primeira área, situada em encosta de barranco com solo exposto, foi dividida em 4 isolinhas de 15 x 2 m (30 m²) cada, com uma distância de 1 m entre elas. Cada isolinha apresenta diferentes níveis de altura em relação ao nível do rio: a mais alta com 4 m, seguida por 3,5 m, 3 m e 2,5 m, respectivamente. Por outro lado, a segunda área, de característica arborizada e com um modelo de bosque, possui grande cobertura e sombreamento do solo. Nessa área, foram desenvolvidas 5 isolinhas, também com 15 x 2 m e uma distância de 1 m entre elas. Os níveis de altura em relação ao nível do rio começam com 3,5 m na mais alta, seguindo-se por 3,0 m, 2,5 m, 2,0 m e 1,5 m em direção ao rio (Fig. 1).

Em todas as isolinhas após a retirada central da cota do nível, houve o transplântio das mudas, sendo estas de tamanhos variados. As mesmas foram transplantadas com a distância de 60 cm entre elas, de forma alternada, não ficando distante da linha central para não haver diferença de nível. Essa metodologia foi adaptada de Fernandez (2010).

Figura 1. Esquematisação do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

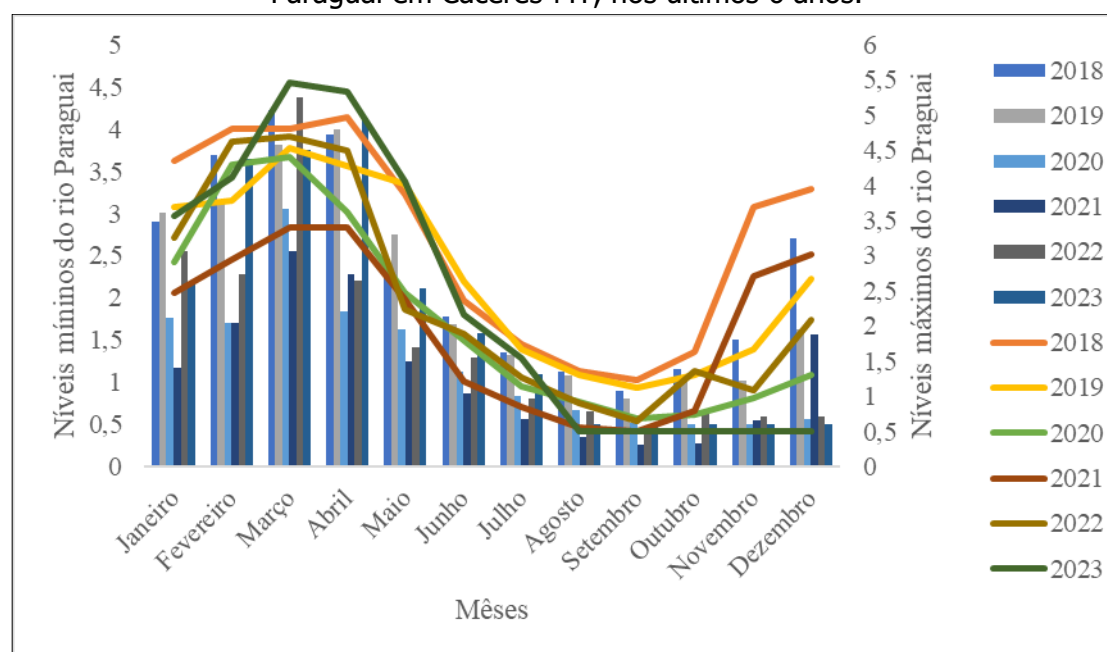
Primeiro devemos nos atentar às mudanças e efeitos climáticos que aconteceram nos anos anteriores, em que segundo o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2023 a), após três anos consecutivos, o fenômeno *La Niña*, que se caracteriza pelo resfriamento das águas do Pacífico Equatorial, chegou ao final de meados de março de 2023. Resultando assim que o ano de 2022 foi considerado o 20º mais quente desde 1961. O fenômeno *La Niña* costuma provocar irregularidades climáticas, porém são esperadas mais chuvas nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil (Embrapa, 2023).

Entre novembro de 2022 e janeiro de 2023, cinco episódios do sistema de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) foram identificados pelo INMET, além da presença do canal de umidade e outros eventos climáticos a respeito. Em dezembro de 2022, a presença desses eventos climáticos contribuiu para a ocorrência de chuvas volumosas nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, com volumes que ultrapassaram 300 mm e muito dos acontecimentos recentes podem ser atribuídos a isso (Inmet, 2023 a e b; Embrapa, 2022)

Chegamos, então, à inundação do Pantanal e à submersão das mudas do experimento. Como resultado desses eventos climáticos, no ano de 2023, o Rio

Paraguai registrou seu pulso de inundação de acordo com os padrões observados nos últimos anos. O início das chuvas e das enchentes ocorreu no mês de novembro de 2022, atingindo seu pico máximo em março de 2023. No entanto, no ano de 2023, o rio alcançou o maior nível registrado nos últimos 6 anos, atingindo a marca de 5,47 m (Fig. 2). Esse aumento excepcional pode ser atribuído aos efeitos do fenômeno climático *El Niño*, como mencionado anteriormente.

Figura 2 – Níveis mínimos (barra) e máximos (linhas) de cada mês registrados no rio Paraguai em Cáceres-MT, nos últimos 6 anos.



*Dados acrescentados até o mês de dezembro de 2023.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, com os eventos climáticos acontecendo, no ano de 2023, a enchente do Rio Paraguai em Cáceres se manteve por mais tempo e consequentemente a isso, devemos levar em consideração este tempo, uma vez que se mostrou atípico em relação aos anos anteriores.

Logo, em relação aos resultados de ambas as áreas como já esperado, foi obtido então que, as isolinhas com níveis mais altos e com menos tempo de inundação tiveram as maiores taxas de sobrevivências sendo a 1 na área de barranco com solo exposto com 60% e também a 1 na área de bosque com 47,5% de sobrevivência e as com níveis mais baixos, sendo as 4 na área de

barranco e a 5 na área de bosque, ambas com 0% de sobrevivência das mudas. (Tab. 1).

Tabela 1 – Valores dos níveis máximos de inundação, duração em dias da inundação e porcentagem de sobrevivência das mudas nas isolinhas (Bosque e Solo exposto).

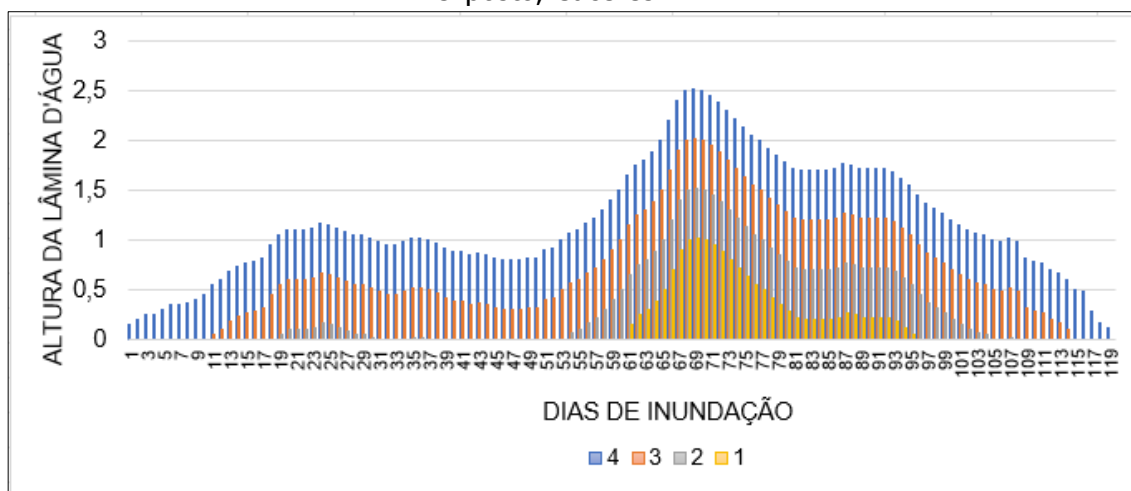
Tratamento	Isolinha	Nível máximo de inundação	Duração de inundação (dias)	Mudas sobreviventes (%)
Bosque	1 (3.5 m)	1.0	66.0	47.5
Bosque	2 (3 m)	2.0	104.0	30.0
Bosque	3 (2.5 m)	2.5	119.0	20.0
Bosque	4 (2 m)	3.0	138.0	5.0
Bosque	5 (1.5 m)	3.5	164.0	0.0
Solo exposto	1 (4.5 m)	1.0	35.0	60.0
Solo exposto	2 (4 m)	1.5	66.0	35.0
Solo exposto	3 (3.5 m)	2.0	104.0	10.0
Solo exposto	4 (3 m)	2.5	119.0	0.0

Fonte: Elaborada pelo autor.

Sendo assim, entre as isolinhas da área de Barranco com o solo exposto como já mencionado, o melhor resultado registrado foi da 1, onde a mesma com 4,5 m em relação ao nível do rio passou 35 dias inundada, tendo o pico de altura da lâmina d'água com 1 m e obteve a taxa de 60% de sobrevivência das mudas. (Fig. 3).

As isolinhas 2, 3 e 4 registraram porcentagem inferiores a 50%, sendo respectivamente 35%, 10% e 0% de sobrevivência das mudas, em que as mesmas com 4 m, 3,5 m e 3 m em relação ao nível do rio passaram 66, 104 e 119 dias inundadas, respectivamente, tendo o pico de altura da lâmina d'água com 1,5 m, 2 m e 2,5 m.

Figura 3 – Nível e dias de inundação das isolinhas na área de Barranco com solo exposto, Cáceres-MT.

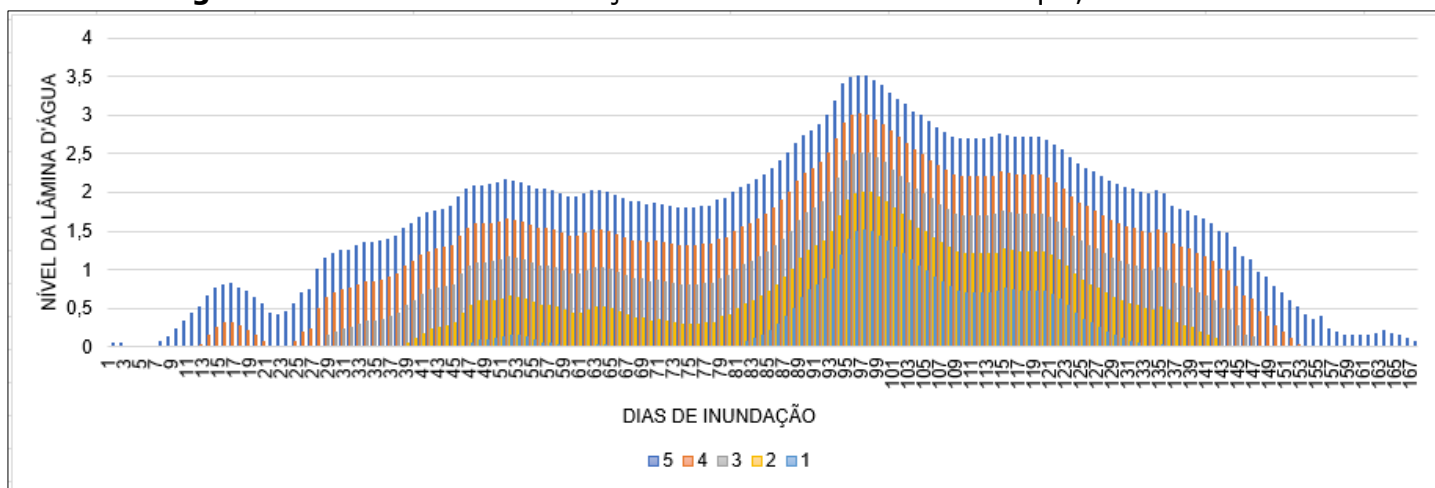


Fonte: Elaborada pelo autor.

Já entre as isolinhas da área de bosque também como já esperado devido a luminosidade presente, o melhor resultado registrado foi de 1, porém com resultados abaixo de 50%, em que a mesma com 3,5 m em relação ao nível do rio passou 66 dias inundada, tendo o pico de altura da lâmina d'água com 1 m e obteve a taxa de 47,5% de sobrevivência das mudas. (Fig. 4).

As isolinhas 2, 3, 4 e 5 registraram porcentagem inferiores ou igual a 30%, sendo respectivamente 30%, 20%, 5% e 0% de sobrevivência das mudas, em que resultaram com 3 m, 2,5 m, 2 m e 1,5 m em relação ao nível do rio passaram 104, 119, 138 e 164 dias inundadas, tendo o pico de altura da lâmina d'água com 2 m, 2,5 m, 3 m e 3,5 m.

Figura 4 – Nível e dias de inundação das isolinhas na área de Bosque, Cáceres-MT.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Observou-se que, mesmo com a presença de sombreamento e cotas mais baixas em relação ao nível do rio, as isolinhas da área de bosque apresentaram 20,5% dos resultados, enquanto a área de solo exposto registrou uma média de 27,25%. Embora os resultados tenham sido melhores na área de solo exposto, a diferença não foi significativa. Isso nos levou a considerar que a iluminação, essencial para o processo de fotossíntese das plantas, é dificultada na área de bosque, tanto pelo sombreamento das árvores quanto pelas características da água turva do Rio Paraguai. Esse último fator resulta em menos luz alcançando as plantas, dificultando principalmente as trocas gasosas subaquáticas. Isso consequentemente levou à morte das mudas nas parcelas mais baixas, que permaneceram submersas por mais tempo.

Assim, semelhantemente a algumas parcelas feitas nesta pesquisa, sendo elas as mais altas, resultados similares foram encontrados por Cunha (2003). Em sua pesquisa houve a submersão total por 75 dias, sem sombreamento e com a água a 40 cm acima das plantas, o resultado então obtido foram também de sobrevivência das mudas condicionadas a esta experiência.

Assim como Sousa (2008), que avaliou as respostas de espécies de leguminosas arbóreas nativas na fase inicial de desenvolvimento e seu potencial para implantação em áreas de várzeas com diferentes condições de drenagem, constatou-se que apenas algumas espécies estudadas, incluindo o *I. vera*, demonstraram boa capacidade para suportar as inundações periódicas e os encharcamentos prolongados. Apesar do estresse hídrico, o *I. vera* não apresentou distúrbios visíveis em seu metabolismo, mantendo um crescimento normal em todos os tratamentos e respondendo favoravelmente à baixa oxigenação do solo.

Corroborando com a premissa de que a espécie em si sobrevive a inundações e submersões de curto e médio prazo e em locais médios e altos em relação ao nível do rio, Damasceno-Junior *et al.* (2005) em sua pesquisa registrou que nas partes médias e mais altas das margens do rio Paraguai na região de Corumbá-MS se compõe, principalmente, por *I. vera*, uma das espécies mais abundantes. Ademais, Artusi *et al.* (2020), Mello (2013), Lobo e Joly (2000) e

Silva *et al.* (2007) em suas pesquisas, apresentaram que a espécie *I. vera* também demonstrou maior tolerância à inundação em relação às outras espécies, sendo bastante registrada nos locais das pesquisas. Dado que esta espécie está muito bem adaptada às condições dessas áreas de matas com inundações temporárias.

Segundo De Oliveira e Joly (2010), para a reintrodução de mudas de espécies nativas e a condução de espaços naturais, é essencial entender os comportamentos e estratégias que permitem às espécies resistirem em ambientes sujeitos a elevados estresses fisiológicos. Com isso, as inundações podem ser um dos principais fatores que causam o aumento da resposta ao estresse e quando as plantas são expostas a este estresse, elas passam primeiro por um estágio de alarme em que as estruturas e funções envolvidas nas atividades vitais perdem a estabilidade (Ayres, 2006; Larcher, 2000).

A inundação ou submersão, caracterizadas pela grande concentração de água, podem sufocar as raízes das plantas terrestres. Esse fenômeno, embora natural, pode reduzir os níveis de oxigênio no solo, impedindo as trocas gasosas entre as raízes (Larcher, 2000). Não apenas nas raízes, mas a submersão total das plantas também prejudica a fotossíntese. Esse fenômeno reduz o acesso à luz, diminuindo sua intensidade, e aos gases atmosféricos, como oxigênio e dióxido de carbono, devido à redução de sua disponibilidade. Consequentemente, a respiração é prejudicada. Quando a fotossíntese é reduzida ou interrompida, pode levar ao não desenvolvimento e até mesmo à morte do organismo (Vervuren *et al.*, 1999; Nabben, 1999). Resultados semelhantes foram observados por Botelho (1996), Cunha (2003) e Tribuzy (1998). Eles concluíram que o crescimento das mudas foi parcial ou totalmente interrompido mesmo em diferentes tempos e alturas durante o período de submersão total da espécie. Além disso, observou-se clorose nas folhas, ausência de crescimento de novas raízes e até morte celular.

Assim como Cunha (2003) em sua pesquisa, os sobreviventes a submersão total em ambas pesquisas se adaptaram às condições normais do ambiente em relação à disponibilidade do O₂, após o período de submersão,

voltando a se desenvolverem. Embora tenham sido feitos grandes progressos na investigação sobre a tolerância às cheias, incluindo a nível molecular, pouco se sabe sobre o stress pós-cheias (Voesenek *et al.*, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tolerância de uma espécie a habitats temporariamente inundados é complexa, envolvendo uma combinação de estratégias adaptativas para reparar os danos causados pelo estresse das inundações e submersões. No caso da espécie *I. vera* Willd., independentemente de seu estágio de desenvolvimento, é considerada tolerante às inundações, com algumas exceções.

A partir da análise dos resultados das isolinhas em ambas as áreas, conforme esperado, observou-se que, independentemente da área de transplante, alturas do solo entre 1 m e 3 m em relação ao nível do rio não são adequadas para o transplante de mudas desta espécie. Independentemente do tamanho das mudas, especialmente no Pantanal, elas não suportam o estresse causado por longos períodos de inundação e submersão durante a época da cheia. Isso ocorre porque o rio pode subir e ultrapassar níveis de 3,0 m de altura, resultando na permanência dessas áreas inundadas por longos períodos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade do Estado do Mato Grosso, em especial ao Laboratório de Educação Ambiental, Restauração Ecológica e Agroecologia – EDUCARE e seu anexo Viveiro Educador, do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal – CELBE. Assim como também agradecemos aos proprietários das localidades pelas áreas onde ocorreram os experimentos. Por fim, também estendemos nosso agradecimento a CAPES pela bolsa de estudo.

5. REFERÊNCIAS

ADÁMOLI, J. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. In: **Resumos do 1º Encontro sobre Sensoriamento Remoto aplicado a Estudos no Pantanal - Livro On-line**, 09 a 12 de outubro de 1995, Corumbá-MS, 1995. p. 15-17. Disponível em: <http://mtc->

m16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m16@80/2006/05.17.11.42/doc/index.htm.
Acesso em: 13 abr. 2023

ALMEIDA, G. S. et al. Capacidade de nodulação em *Inga* sp. de ocorrência na Amazônia ocidental. 2013. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**. Goiânia - GO. V. 9. N. 17. 491 p. 2013. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3039>. Acesso em 12 de abr. 2023.

ARTUSI, Á. C.; DELEVATTI, H. A. de A.; TEIXEIRA, C. dos S.; MILESI, S. V.; KISSMANN, C.; SAUSEN, T. L. Respostas morfológicas ao alagamento em espécies arbóreas de florestas ribeirinhas subtropicais brasileiras. **Iheringia, Série Botânica**, v. 75, 2020. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/757>. Acesso em: 9 de out. 2023.

AYRES, J. M. **As matas de várzea do Mamirauá**. 3. ed. Mamirauá: Sociedade Civil Mamirauá, 2006.

BOTELHO, M. N. Estudo de características adaptativas à submersão de plantas jovens de Ingá (*Inga vera* Willd.), Virola (*Virola surinamensis* (Roland, ex Rottb.) Warb.) e Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). 1996. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/34187>.

BRASIL - **Ministério do Meio Ambiente**. Pantanal. Brasília - DF, Brasil. 2023. Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/biomas/pantanal.html>. Acesso em: 11 de Abr. 2023.

CARVALHO, N. O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: 1º SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONOMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 05). 1986. p. 43 – 49.

CUNHA, R. L. Fotossíntese, assimilação do nitrogênio e metabolismo anaeróbico em plantas de ingá (*Inga vera* Willd.) durante períodos de submersão total e pós-submersão. 2003. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

DA FROTA, A. V. B. et al. Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências naturais**, v. 12, n. 2, p. 239–254, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v12i2.387>. Acesso em: 12 abr. 2023.

DAMASCENO-JUNIOR, G. A.; SEMIR, J.; SANTOS, F. A. M.; LEITÃO-FILHO, H. F. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, V. 200, issue 2, p. 119-135, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2004.09.002>. Acesso em: 27 set. 2023.

DE OLIVEIRA, V. C.; JOLY, C. A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. **Trees**

(**Berlin, Germany: West**), v. 24, n. 1, p. 185–193, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00468-009-0392-2>. Acesso em: 10 set. 2023.

DELGADO, L. G. M.; SILVA, R. B.; SILVA, M. R. EFEITO DO MANEJO HÍDRICO NA TRANSPIRAÇÃO DE MUDAS DE INGA DO BREJO (*Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn.). **V JORNACITEC. Anais...** 2016. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VJTC/VJTC/paper/view/731>. Acesso em: 13 abr. 2023

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **EMBRAPA**. Impactos de La Niña no Sul de Mato Grosso do Sul. Brasília-DF, Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69477654/artigo-impactos-de-la-nina-no-sul-de-mato-grosso-do-sul>. Acesso em: 18 ago. 2023

GUNDERSON, L. H. Ecological resilience--in theory and application. **Annual review of ecology and systematics**, v. 31, p. 425–439, 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/221739>. Acesso em: 12 abr. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - **INMET**. Estado do clima no Brasil em 2022. Brasília-DF, Brasil. 2023 a. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Estado-do-clima-no-Brasil-em-2022-OFICIAL.pdf#page=1&zoom=auto,-99,842>. Acesso em: 12 abr. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - **INMET**. O que é Zona de Convergência do Atlântico Sul? Entenda agora!. Brasília-DF, Brasil. 2023 b. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/zona-de-convergencia-do-atlantico-sul-ZCAS>. Acesso em: 16 ago. 2023.

IKEDA-CASTRILLON, S. K; DA SILVA, C. J.; FERNANDEZ, J. R. C. & IKEDA-KYOKO, A. Avaliação da diversidade arbórea das ilhas do rio Paraguai na região de Cáceres, Pantanal Mato-grossense, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 25. n. 3. 686 – 698 p. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300021>. Acesso em: 13 abr. 2023.

JUNIOR, E. F. F. et al. Substratos de resíduos orgânicos para produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis* Mart.) no Vale do Juruá - Acre. **Enciclopédia Biosfera, Recuperado de Centro Científico Conhecer**. v. 7. n. 13. 959 - 969 p. 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4183>. Acesso em: 14 abr. 2023.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11 ed. São Paulo: Nacional, 1993.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000.

LOBO, P. C. & JOLY, C. A. "Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil". In "Matas ciliares: conservação e recuperação". CAPÍTULO, 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), p. 143 - 157, 2000.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MAUMONT, S. Seed-coat anatomy of the non-pleurogrammic seeds in the tribe ingeae (leguminosae, mimosoideae). **Brittonia**, v. 45, n. 3, p. 249, 1993. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2807111?seq=5>. Acesso em 14 abr. 2023.

MELLO, F. N. A. **Aclimação em mudas de espécies nativas típicas de Florestas Paludosas e suas implicações para restauração**. 2013. 30 f. Monografia (Bacharel em Biologia) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

NABBEN, R. H. M.; BLOM, C. W. P. M.; VOESENEK, L. A. C. J. Resistance to complete submergence in *Rumex* species with different life histories: the influence of plant size and light. **The new phytologist**, v. 144, n. 2, p. 313–321, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00519.x>. Acesso em: 11 set. 2023.

PARANHOS FILHO, A. C. et al. Análise da variação da cobertura do solo no Pantanal de 2003 a 2010 através de sensoriamento remoto. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. spe, p. 69–76, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019010000305>. Acesso em: 12 abr. 2023.

REIS, A. et al. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509–519, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509814591>. Acesso em: 12 abr. 2023.

SILVA, A. C. et al. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 2, p. 257 – 269, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000200010>. Acesso em: 11 out. 2023.

SOUSA, J. V. Desenvolvimento inicial de leguminosas arbóreas nativas em várzea sob diferentes condições de drenagem na regeneração de matas ciliares. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2008.

STEIN, V. C. et al. Germinação in vitro e ex vitro de *Inga vera* Willd. subsp. affinis (DC.) T.D. Penn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1702–1708, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600015>. Acesso em: 10 abr. 2023.

TRIBUZY, E. S. Metabolismo do carbono e do nitrogênio em plantas de ingá (*Inga vera* Willd.) submetidas a diferentes alturas e tempos de submersão. 2019. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

VERVUREN, P. J. A.; BEURSKENS, S. M. J. H.; BLOM, C. W. P. M. Light acclimation, CO₂ response and long-term capacity of underwater photosynthesis in three terrestrial plant species. **Plant, cell & environment**, v. 22, n. 8, p. 959 – 968, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.1999.00461.x>. Acesso em: 13 set. 2023.

VOESENEK, L. A. C. J. et al. Flooding stress signaling through perturbations in oxygen, ethylene, nitric oxide and light. **The new phytologist**, v. 209, n. 1, p. 39–43, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nph.13775>. Acesso em: 11 set. 2023.

6. CONCLUSÃO GERAL

Este estudo abordou a eficiência das diferentes técnicas de semeaduras quanto à germinação de sementes em campo, além da tolerância da espécie enquanto muda à inundação. Após análise dos experimentos, constatou-se que a semeadura direta em covas, sem longas horas de submersão em área úmida, foi mais adequada. Durante a cheia no pulso de inundação, a submersão prolongada pode inviabilizar a germinação e emergência das sementes, apesar de a espécie possuir a capacidade de germinar durante a inundação. Apesar do seu grande poder germinativo, o método de semeadura em cova, esse com ou sem serapilheira, encontra-se sendo o método mais adequado para o campo, pois garante a germinação da semente, a emergência e seu estabelecimento durante o seu desenvolvimento.

Dada a complexidade da tolerância de uma espécie a habitats temporariamente inundados, que implica uma interação de diversas estratégias adaptativas para reparar os danos decorrentes das inundações e submersões, a espécie *I. vera* é amplamente reconhecida por sua tolerância às inundações em todos os estágios de desenvolvimento, embora haja algumas exceções. No entanto, a partir da análise dos resultados das parcelas em ambas as áreas, observou-se que níveis de altura do solo entre 1 m e 3 m em relação ao nível do rio não são adequados para o transplântio de mudas desta espécie, independentemente do seu tamanho. Esse fenômeno é especialmente problemático no Pantanal, onde a espécie não suporta o estresse causado por longos períodos de inundação e submersão durante a época da cheia. O rio pode subir a esse nível, ultrapassando alturas de até 3 m, o que resulta em áreas inundadas por mais tempo.

Em suma, esta pesquisa também contribui com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especificamente com a ODS 17, cujo objetivo da mesma é a vida terrestre, promovendo a proteção, recuperação e a promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, além de gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade.

7. REFERENCIAL GERAL

ADÂMOLI, J. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. In: **Resumos do 1º Encontro sobre Sensoriamento Remoto aplicado a Estudos no Pantanal - Livro On-line**, 09 a 12 de outubro de 1995, Corumbá-MS, p. 15 - 17, 1995. Disponível em: <http://mtc-m16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m16@80/2006/05.17.11.42/doc/index.htm>. Acesso em: 13 abr. 2023

ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4 suppl, p. 957 – 966, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005>. Acesso em: 20 abr. 2023.

ALMEIDA, G. S. et al. Capacidade de nodulação em *Inga* sp. de ocorrência na Amazônia ocidental. 2013. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**. Goiânia - GO. v. 9, n. 17, 491 p. 2013. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3039>. Acesso em 12 de abr. 2023.

ANCIETO, A. F. B. et al. Avaliação de técnicas de semeadura direta e da transposição de serapilheira para a emergência e estabelecimento da Manduvi (*Sterculia apetala* (jacq). Karts.) em trabalho de restauração ecológica numa área de nascentes degradadas no Pantanal Mato-grossense. 2021. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. 1 – 16, 2021 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12185>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Estudos de germinação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. 1997. **Científica**. n. 25, 379 - 391 p. 1997.

BONJOVANI, M. R. **Taxa respiratória em sementes recalcitrantes de *Inga vera* ssp. Affinis (dc.) T.d. Pennington**. 2011. Tese (doutorado). Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista - UNESP. Botucatu – SP. 122 p. 2011.

BRASIL - **Ministério do Meio Ambiente**. Pantanal. Brasília - DF, Brasil. 2023. Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/biomas/pantanal.html>. Acesso em: 11 de abr. 2023.

CÂMARA, A. T. R. **Armazenamento de Sementes Pré-Germinadas de *Inga Vera* Willd.** 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99770/camara_atr_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 jun. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. 2008. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília/DF. **Colombo: Embrapa Florestas**. v. 3, 297 – 303 p. 2008.

CRUZ-NETO O; MACHADO I. C; DUARTE J. A. e LOPES A.V. **Synchronous phenology of hawkmoths (Sphingidae) and *Inga* species (Fabaceae–Mimosoideae): implications for the restoration of the Atlantic forest of northeastern Brazil.** *Biodiversity and Conservation*. n. 20, 751 – 765 p. 2011.

DA FROTA, A. V. B. et al. Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências naturais**, v. 12, n. 2, p. 239 – 254, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v12i2.387>. Acesso em: 12 abr. 2023.

DA SILVA, J. dos S. V.; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, p. 1703 - 1711, 1998. Número Especial.

DAWS, M. I; GARWOOD, N. C; PRITCHARD, H. W. Traits of recalcitrant seeds in a semideciduous tropical forest in Panamá: someecological implications. 2005. **Functional Ecology**. v. 19. n. 5. 874 – 885 p. 2005.

DELGADO, L. G. M.; SILVA, R. B.; SILVA, M. R. EFEITO DO MANEJO HÍDRICO NA TRANSPIRAÇÃO DE MUDAS DE INGÁ DO BREJO (*Inga vera* Willd. Subsp. affinis (DC.) T.D. Penn.). **V JORNACITEC. Anais...** 2016. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VJTC/VJTC/paper/view/731>. Acesso em: 13 abr. 2023

DURIGAN, G. et al. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**. v. 34, n. 3, 471 – 485 p. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300011>. Acesso em: 22 abr. 2023.

FERNANDEZ, JOSÉ RICARDO CASTRILLON. **Germination, storage, production of seedling and tolerance to flood of *Vochysia divergens* pohl.** 2010. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR. São Carlos - SP. 105 p. 2010.

FRANCO, MARIO. ***Inga (Inga vera Willd).*** 2012. Disponível em: <https://www.meucantinhoverde.com/2012/01/inga-inga-vera-willd.html>. Acesso em: 25 mar. 2022.

GUNDERSON, L. H. Ecological resilience--in theory and application. **Annual review of ecology and systematics**. v. 31, 425 – 439 p. 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/221739>. Acesso em: 12 abr. 2023.

IKEDA-CASTRILLON, S. K; DA SILVA, C. J.; FERNANDEZ, J. R. C. & IKEDA-KYOKO, A. Avaliação da diversidade arbórea das ilhas do rio Paraguai na região de Cáceres, Pantanal Mato-grossense, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 25, n. 3, 686 – 698 p. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300021>. Acesso em: 13 abr. 2023.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11 ed. São Paulo: Nacional, 1993.

LIBOTANI, R. et al. Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. 2020. **Nature**. V. 588. 217 - 219 p. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>. Acesso em 13 abr. 2023

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1992. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum. v 1. 352 p. 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2000. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum. v. 2. ed. 3. 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2002. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum. v. 1. ed. 4. 368 p. 2002.

MARQUELLI, W. A. Tensiômetros para o Controle da Irrigação em Hortaliças. **Circular Técnica da Embrapa Hortaliças**. Brasília – DF. 15 p. 2008.

MATARELLO, D. C. I, et al. Fenologia e distribuição de *Inga vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn. em uma planície de inundação neotropical. In: 67º Congresso Nacional de Botânica (67º CNBOT), 2016, Vitória. **Anais... Sociedade Botânica do Brasil (SBB)**. Vitória, Universidade Federal do Espírito Santo. 25 - 30 p. 2016.

MAUMONT, S. Seed-coat anatomy of the non-pleurogrammic seeds in the tribe ingeae (leguminosae, mimosoideae). **Brittonia**. v. 45, n. 3, 249 p. 1993. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2807111?seq=5>. Acesso em 14 abr. 2023.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Coleta de Sementes Florestais Nativas. Circular Técnica: **EMBRAPA**. Colombo – PR. 2007.

PENNINGTON, T. D. The genus *Inga*. 1997. **Royal Botanic Gardens**. Kew, 1997.

PARANHOS-FILHO, A. C. et al. Análise da variação da cobertura do solo no Pantanal de 2003 a 2010 através de sensoriamento remoto. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. spe, 69 – 76 p. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019010000305>. Acesso em: 12 abr. 2023.

REIS, A. et al. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, 509 – 519 p. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509814591>. Acesso em: 12 abr. 2023.

SANCHOTENE, M. C. C. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. 1989. **FEPLAN**. Porto Alegre – RS. 309 p. 1989.

STEIN, V. C. et al. Germinação in vitro e ex vitro de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1702–1708, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600015>. Acesso em: 10 abr. 2023.

VILELA, L. C. **Análise fisiológica de embriões de *Inga vera* Willd. Subsp. Affinis (dc.) T. D. Pennington armazenados em meio osmótico.** 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

WORLD WILDLIFE FUND – WWF. Relatório Brasil – Restauração Ecológica no Brasil: desafios e oportunidades. Brasília: Ed. Jade Office. 2017.