



Decomposition of yellow ipê [*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos] seeds in the litter (serrapilheira)

Decomposição das sementes de ipê amarelo [*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos] na serrapilheira

Anna Hester Marotti Magalhães¹, Kévila Kelma Nascimento Silva dos Passos^{*1}, Katiúcia Dias Fernandes², Hisaiás de Souza Almeida³

Abstract: Studies aiming to understand native species seeds permanence in the seed bank of a forest may enhance the knowledge about forest ecology and the ecological restoration of degraded and/or disturbed environments. Therefore, the work aimed to evaluate *Handroanthus chrysotrichus* reproductive strategy in a forest environment. The seeds collected from the parent plants were sorted, classified, and categorized as: a) Viable; b) Predated; c) Aborted; d) Dark; e) Undefined. In the field, the seeds had the following treatments: a) seeds under litter; b) seed under the ground. Monthly experiment consisted of the following treatments: a) C - Control; b) SLP - seeds stored in the litter and that are predated; c) SLD - seeds stored in the litter and show signs of decomposition; d) SLI - seeds stored in the litter and that are intact; e) SSP - seeds stored in the soil and that are predated; f) SSD - seeds stored in the soil and that show signs of decomposition; and g) SSI - seeds stored in the soil and that are intact. For the statistical analysis of the results, the non-parametric Kruskal-Wallis and the Chi-Square tests were used. The *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos species is an "R" strategist plant; The high decomposition and predation of its seeds, when dispersed in the soil or litter, prevent its permanence in the seed bank; The investment of the species in seeds with polyembryony is a survival strategy.

Key words: Seed bank. Germination. *Handroanthus chrysotrichus*. Yellow-Ipê. Temperature.

Resumo: Compreender a permanência e desempenho de sementes de espécies nativas no banco de sementes de uma floresta pode subsidiar o conhecimento sobre ecologia florestal e a restauração ecológica de ambientes degradados e/ou ou perturbados. Assim, objetivou-se avaliar a estratégia reprodutiva de *Handroanthus chrysotrichus* em ambiente florestal. As sementes coletadas das plantas matrizes foram triadas, classificadas e categorizadas em: a) Viáveis; b) Predadas; c) Abortadas; d) Escura; e) Indefinidas. Para cada repetição, foram utilizadas seis placas de Petri, contendo 10 sementes cada, selecionadas aleatoriamente, totalizando 60 sementes por categorias, para avaliar a qualidade das categorias. No campo, as sementes tiveram os seguintes tratamentos: a) sementes sob a serrapilheira; b) semente sob o solo. Cada tratamento foi composto por 6 repetições, com 3 potes cada, contendo 10 sementes *H. chrysotrichus*. Por mês, um lote de três réplicas de sementes foi removido do campo para germinação em câmara de germinação (fotoperíodo alternado de 12 horas, à temperatura de 30 °C e 20 °C). Assim, cada mês o experimento constou dos seguintes tratamentos: a) C - Controle; b) SLP - sementes armazenadas no lixo e que são predadas; c) SLD - sementes armazenadas na serrapilheira e que apresentem sinais de decomposição; d) SLI - sementes armazenadas na serrapilheira e que estejam intactas; e) SSP - sementes armazenadas no solo e que são anteriores; f) SSD - sementes armazenadas no solo e que apresentam sinais de decomposição; e g) SSI - sementes armazenadas no solo e intactas. Para a análise estatística dos resultados, foram utilizados os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Qui-Quadrado. O *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) A espécie Mattos é uma planta estrategista "R"; A alta decomposição e a predação de suas sementes, quando dispersas no solo ou serrapilheira, impedem sua permanência no banco de sementes; O investimento da espécie em sementes com poliembrião é uma estratégia de sobrevivência.

Palavras-chave: Banco de sementes. Germinação. *Handroanthus chrysotrichus*. Ipê-amarelo. Temperatura.

*Corresponding author

Submitted for publication on 22/02/2022, approved on 24/05/2022 and published on 23/11/2022

¹Bachelor in Biological Science, Federal University of Itajubá, Itajubá, Brazil - anna.hester.magalhaes@gmail.com/kevilakelma@gmail.com

²PhD in Environment and Water Resources. Institute of Natural Resources, Federal University of Itajubá, Itajubá, Brazil - katiuciadf@gmail.com

³PhD in Ecosystems Ecology, Federal University of Alfenas. Professor at the Natural Resources Institute, Federal University of Itajubá, Itajubá, Brazil - hisaias@unifei.edu.br

INTRODUCTION

Ipês are of great economic interest in reforestation programs for vegetation restoration and in the afforestation of cities, such as parks, squares and avenues (SANTOS *et al.*, 2005; MARTINI *et al.*, 2011; da SILVA *et al.*, 2020; de SOUSA, 2020). In addition, some species have therapeutic and pharmacological uses (JANUÁRIO; SILVÉRIO-LOPES, 2014). The species *Handroanthus chrysotrichus* belongs to the family Bignoniaceae. It is a deciduous and heliophilous tree (LOHMANN, 2010), found in Dense Ombrophilous Forest (Atlantic Rain Forest) and in gallery forest areas in the Cerrado domain (FORZZA, 2014; LOHMANN, 2020).

Seed dispersal is anemochoric, generally discontinuous and unstable, however its annual production releases a large amount of seeds (LORENZI, 2008). Thus, there is a dynamic system, with entry of seeds through seed rain and with transient or persistent dispersal, being able to reconstitute a vegetation (SCHORN *et al.*, 2013). This dynamic system is called “seed bank” or “seed reservoir” in the soil, which are all viable seeds fallen on the substrate or aggregated to the litter in a given area (CARMONA, 1992).

These seed banks in the soil are important because they promote the replacement of plants eliminated naturally or due to diseases, soil movement or erosion, burning, drought, variable temperatures, flooding, and also due to animal consumption, including anthropic actions (CARMONA, 1992). It is also an indicator of regeneration and sustainability (BARGOENA *et al.*, 2020).

The low representativity of *H. chrysotrichus* seeds in the seed bank occurs because the species presents fragile seeds, making it susceptible to various factors that interfere with its germination. Therefore, studies aiming to understand native species seeds permanence in the seed bank of a forest, such as the Yellow-Ipê can enhance the knowledge about forest ecology and the ecological restoration of degraded and/or disturbed environments.

INTRODUÇÃO

Os ipês são de grande interesse econômico em programas de reflorestamento para a recomposição da vegetação e na arborização de cidades, como parques, praças e avenidas (SANTOS *et al.*, 2005; MARTINI *et al.*, 2011; da SILVA *et al.*, 2020; de SOUSA, 2020). Além disso, algumas espécies têm atividades terapêuticas e farmacológicas (JANUÁRIO; SILVÉRIO-LOPES, 2014). A espécie *Handroanthus chrysotrichus* pertence à família Bignoniaceae. É uma árvore decídua e heliófila (LOHMANN, 2010), encontrada em Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Atlântica) e em áreas de mata de galeria no domínio do Cerrado (FORZZA, 2014; LOHMANN, 2020).

A dispersão das sementes é anemocórica, geralmente descontínua e instável, porém sua produção anual libera quantidade avantajada de sementes (LORENZI, 2008). Existe, assim, um sistema dinâmico, com entrada de sementes por meio da chuva de semente e com dispersão transitória ou persistente, sendo capazes de recompor uma vegetação (SCHORN *et al.*, 2013). Esse sistema dinâmico é denominado de “banco de semente” ou “reservatório de semente” no solo, que são todas as sementes viáveis caídas no substrato ou agregado à serrapilheira em uma determinada área (CARMONA, 1992).

Esses bancos de sementes no solo são importantes, pois promovem a substituição de plantas eliminadas naturalmente ou em virtude de doenças, movimentação do solo ou erosão, queimada, estiagem, temperaturas variáveis, inundação e, ainda, devido ao consumo animal, incluindo as ações antrópicas (CARMONA, 1992). É também um indicador de regeneração e sustentabilidade (BARGOENA *et al.*, 2020).

A baixa representatividade da semente *H. chrysotrichus* no banco de semente ocorre devido à espécie apresentar sementes frágeis, tornando-se então suscetível a diversos fatores que interferem na sua germinação. Assim, estudos que visam compreender a permanência de sementes de espécies nativas no banco de sementes de uma floresta, como as do Ipê-amarelo, podem subsidiar o conhecimento sobre a ecologia florestal e a restauração ecológica de ambientes degradados/perturbados.

Although *H. chrysotrichus* has characteristics of a pioneer species with preference for environments with direct light and high germination potential, its seeds do not remain in the seed bank of forest environments. It is believed that part of the seeds produced by *H. chrysotrichus* are destined for predation (FERREIRA *et al.*, 2017). In this sense, the work aimed to evaluate the reproductive strategy of *H. chrysotrichus* in a forest ecosystem.

Embora *H. chrysotrichus* possua características de uma espécie pioneira com preferência a ambientes com luz direta e alto potencial germinativo, suas sementes não permanecem no banco de sementes de ambientes florestais. Acredita-se que parte das sementes produzidas por *H. chrysotrichus* são destinadas à predação (FERREIRA *et al.*, 2017). Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a estratégia reprodutiva de *H. chrysotrichus* em um ecossistema florestal.

MATERIAL AND METHODS

Fruit collection

The sampling of *H. chrysotrichus* fruits was carried out in five matrix plants, occurred at the end of September and beginning of October, in the city of Itajubá and Piranguinho, state of Minas Gerais. The fruits showed signs of maturation, with brown coloration and longitudinal dehiscence (beginning of seed dispersal). In addition, the fruit was picked directly from the branches. The Piranguinho matrix plant is located at coordinates 22° 24' 18.7"S 45° 32' 01.7"W. The matrix plants of the municipality of Itajubá are located at the following coordinates: 22°24'49.0"S 45°27'03.0"W; 22°24'48.8"S 45°27'01.5"W; 22°25'25.0"S 45°27'37.1"W and 22°25'49.2"S 45°30'29.8"W. The selection of these matrices was due to the genetic diversity of the species in evidence, regardless of the state of the matrices.

Screening and biometric characterization of seeds

After collection, the seeds were removed from the fruits and sorted in the Botany laboratory of the Federal University of Itajubá (UNIFEI), main campus in the city of Itajubá, Minas Gerais. The first step was to analyze color, shape, and external surface, as well as the presence of damage.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos frutos

A amostragem dos frutos de *H. chrysotrichus* foi realizada em cinco plantas matrizes entre os meses de setembro e outubro nos municípios de Itajubá e Piranguinho, estado de Minas Gerais. Os frutos apresentavam sinais de maturação, com coloração marrom e deiscência longitudinal (início da dispersão das sementes) e foram colhidos diretamente dos galhos. A planta matriz de Piranguinho fica localizada nas coordenadas 22° 24' 18.7"S 45° 32' 01.7"W. Já as matrizes do município de Itajubá localizam-se nas seguintes coordenadas: 22°24'49.0"S 45°27'03.0"W; 22°24'48.8"S 45°27'01.5"W; 22°25'25.0"S 45°27'37.1"W e 22°25'49.2"S 45°30'29.8"W. A seleção dessas matrizes deveu-se a diversidade genética da espécie em evidência, independente do estado das matrizes.

Triagem e caracterização biométrica das sementes

Após a coleta, as sementes foram removidas dos frutos e triadas no laboratório de Botânica da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), campus sede no município de Itajubá em Minas Gerais. O primeiro passo foi analisar cor, forma e superfície externa, bem como presença de avarias.

Thus, the seeds were classified into five categories: a) Predated - seeds with holes marks, scraping or bite; b) Dark - seeds without damage marks and with the embryo present, and with very dark coloring, when compared to the viable ones; c) Undefined - those in which there were doubts and could be classified in an intermediary position between the viable and predated categories; d) Good or viable - light brown seeds with evident embryo when evaluated against the light; e) Aborted - seeds without damage but with absent embryo when evaluated against the light. After sorting, a calculation of how many seeds were in each category was made. For this, 50 seeds were counted and weighed on a precision analytical balance (0.0001 g), and the number of seeds per kg was estimated.

Quality of sorting

After sorting, all categories of seeds were placed to germinate in a germination chamber, type B.O.D (Biochemical Oxygen Demand), with alternating photoperiod of 12 hours and temperature of 30 °C and 20 °C, day and night, respectively. For each category, six Petri plates containing ten seeds in each were used, randomly selected, totaling 60 seeds per category. In the Petri plates, the seeds were equally distributed and were moistened with 6 mL of distilled water on two papers filters, used to maintain the humidity inside the plates of each category (Figure 1). This first step was done to verify the quality of the seeds.

Seed storage in the field

Of the viable seeds, 720 were taken to the field in a fragment under ecological modifications, Deciduous/Semideciduous Seasonal Forest. The seeds in this condition were protected by PVC pots and submitted to the following treatments: a) seeds under the litter and b) seeds under the soil.

Desse modo, as sementes foram classificadas em cinco categorias: a) Predadas - sementes com marcas de furos, raspagem ou mordidas; b) Escuras - as sementes sem marcas de avarias e com embrião presente, todavia, apresentavam coloração escura, quando comparado com as viáveis; c) Indefinidas - aquelas que houve dúvidas, podendo ser classificadas em uma posição intermediária entre viáveis ou predadas; d) Boas ou viáveis - sementes de coloração castanho claro, com embrião evidente, ao serem avaliadas contra a luz; e) Abortadas - sementes sem avarias, mas sem embrião, ao serem avaliadas contra a luz. Após a triagem, uma amostra de 50 sementes por categoria foi pesada, empregando balança analítica de precisão (0,0001 g), e estimado o número de semente por kg.

Qualidade da triagem

Depois da triagem, todas as categorias de sementes foram colocadas para germinar na câmara de germinação, tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand), com fotoperíodo alternado de 12 horas e temperatura de 30 °C e 20 °C, para dia e noite, respectivamente. Para cada categoria foram utilizadas seis placas de Petri, contendo dez sementes em cada, selecionadas aleatoriamente, totalizando 60 sementes por categoria. Na placa, as sementes foram distribuídas igualmente e umedecidas com 6 mL de água destilada sobre dois papéis de filtro, utilizados para manter a umidade no interior das placas, além disso, na câmara de germinação em cada cabine foram colocadas cinco placas de Petri, uma de cada categoria (Figura 1). Esta primeira etapa foi feita para verificar a qualidade das sementes.

Armazenamento das sementes em campo

Das sementes viáveis, 720 foram levadas para condições de campo em fragmento, sob modificações ecológica, de Floresta Estacional Decídua/Semidecídua. As sementes nessa condição foram protegidas por potes de PVC e submetidas aos seguintes tratamentos: a) sementes sob serrapilheira e b) sementes sob o solo.

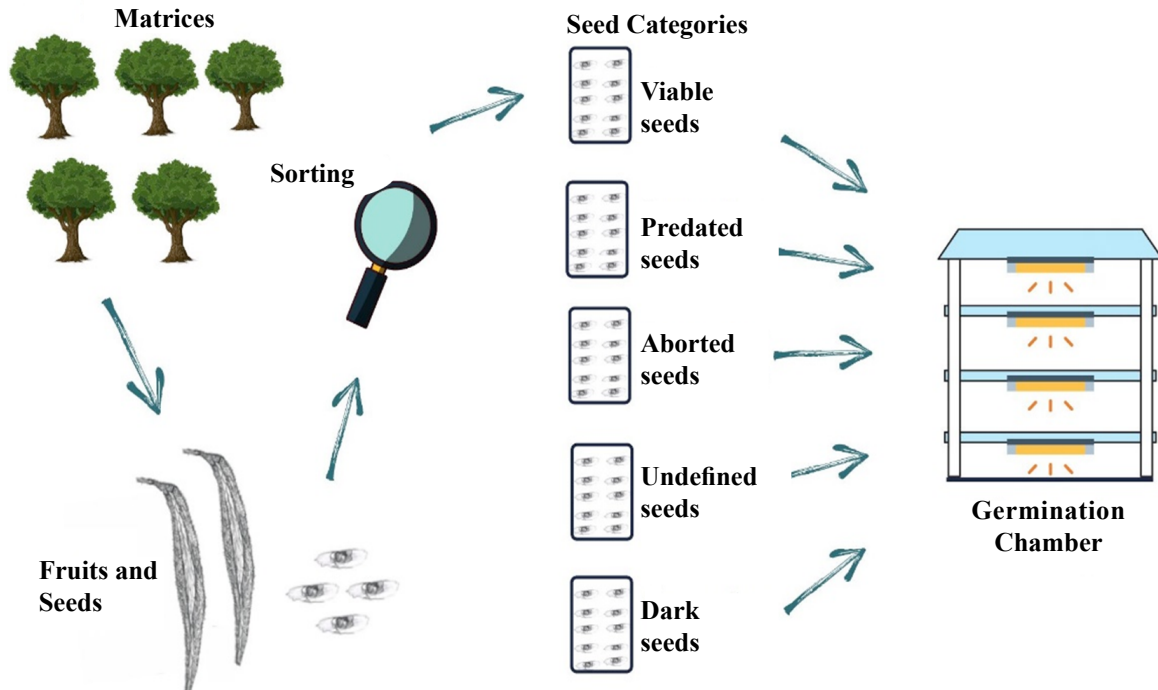


Figure 1 - Schematic of the methodology applied in the laboratory experiment.

Figura 1 - Esquema da metodologia aplicada no experimento em laboratório.

Each treatment consists of six replicates with three pots each, totaling 36 pots. The substrate corresponding to the treatment (litter or soil) from the site) and 20 seeds of *H. chrysotrichus* were added to each pot. In addition to the field treatments, a batch of 360 seeds was kept in the laboratory to be used as a control treatment (Figure 2).

Cada tratamento foi composto por seis repetições com três potes cada, totalizando 36 potes. Em cada pote foi acrescentado o substrato correspondente ao tratamento (serrapilheira ou solo) e vinte sementes de *H. chrysotrichus*. Além dos tratamentos em campo, em laboratório foi mantido um lote com 360 sementes para ser utilizado como tratamento controle (Figura 2).

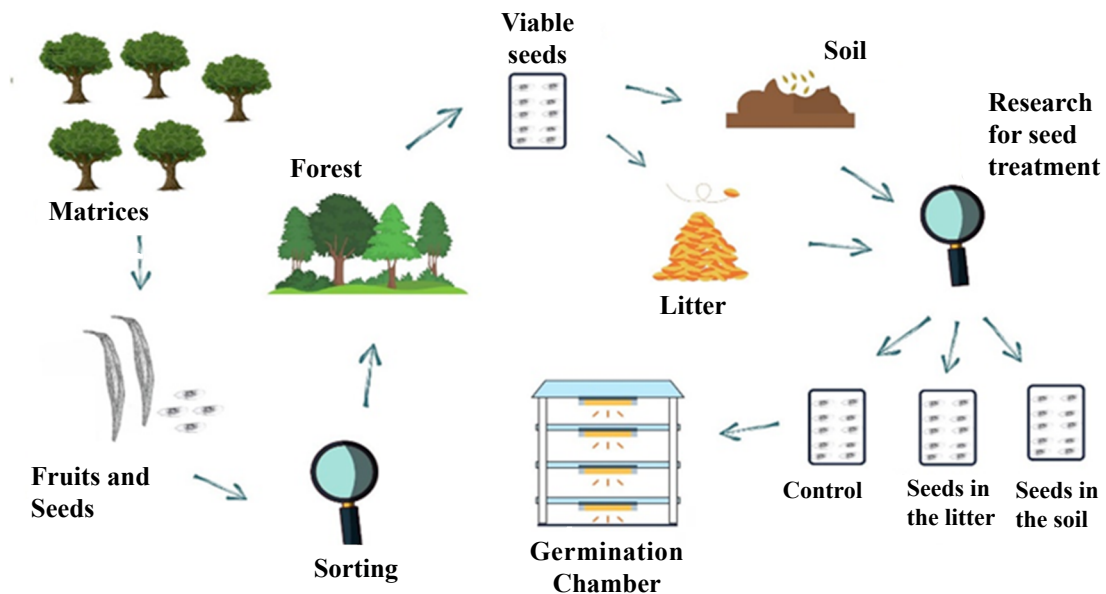


Figure 2 - Schematics of the methodology applied in the field experiments.

Figura 2 - Esquemas da metodologia aplicada nos experimentos em campo.

The experiment lasted six months, and monthly a batch of three replicates was removed from each field treatment and the control. These samples were screened to count: i) total number of seeds; ii) number of preyed seeds - seeds with holes or physical damage marks caused by chewing insects; iii) number of decomposing seeds - whole seeds, but with signs of decomposition; iv) number of germinated seeds - identified by the presence of seedlings and/or radicle emission; v) number of intact seeds - undamaged or germinated seeds. After sorting, the seeds were submitted to the germination process in the laboratory.

Germination of seeds stored in the field

A sample of 60 seeds from the control treatment and all non-germinated seeds from the treatments performed in the field were subjected to a monthly germination test, totaling three treatments: control, seeds from the litter and seeds from the soil (Figure 2). The test took place in a germination chamber with an alternating photoperiod of 12 hours and a temperature of 30 °C and 20 °C, day and night, respectively. Therefore, each monthly test was composed of the following treatments: a) C - Control; b) SLP - seeds stored in the litter and that are preyed; c) SLD - seeds stored in the litter and showing signs of decomposition; d) SLI - seeds stored in the litter and that are intact; e) SSP - seeds stored in the soil and that are preyed; f) SSD - seeds stored in the soil and showing signs of decomposition; g) SSI - seeds stored in the soil and that are intact. After the installation of each experiment, daily evaluations taking the number of seeds that emitted radicle were made, for a period of 15 days.

Data Analysis

To test whether seed germination was influenced by temperature variation in the germination chamber, a linear regression analysis was performed, having as variables the log of the number of good seeds germinated as a function of the average temperature in the sample units (Petri dishes). In addition, to test whether storage time in the laboratory and in the field interfered with seed germination, a Kruskal-Wallis test and chi-square tests were performed, given the non-parametric nature of the data. All analyzes were performed using the Statistica software program, version 7.0.

O experimento teve duração de seis meses, e mensalmente um lote de três repetições era retirado de cada tratamento em campo e do controle. Essas amostras eram triadas para a contagem de: i) número total de sementes; ii) número de sementes predadas - sementes com furos ou marcas de dano físico causado por insetos mastigadores; iii) número de sementes em decomposição - sementes inteiras, porém com sinais de decomposição; iv) número de sementes germinadas - identificadas pela presença de plântulas e/ou emissão de radícula; v) número de sementes intactas - Sementes não danificadas ou germinadas. Após a triagem, as sementes foram submetidas ao processo de germinação em laboratório.

Germinação das sementes armazenadas em campo

Uma amostra de 60 sementes do tratamento controle e de todas as sementes não germinadas originadas dos tratamentos realizados em campo foram submetidas a teste mensal de germinação, totalizando três tratamentos: controle, sementes da serrapilheira e sementes do solo (Figura 2). O teste ocorreu em câmara de germinação com fotoperíodo alternado de 12 horas e temperatura de 30 °C e 20 °C, dia e noite, respectivamente. Desse modo, cada teste mensal foi composto pelos seguintes tratamentos: a) C - Controle; b) SLP - sementes (S) armazenadas na serrapilheira e que estão predadas; c) SLD - sementes armazenadas na serrapilheira e que apresentam sinais de decomposição; d) SLI - sementes armazenadas na serrapilheira e que estão intactas; e) SSP - sementes armazenadas no solo e que estão predadas; f) SSD - sementes armazenadas no solo e que apresentam sinais de decomposição; g) SSI - sementes armazenadas no solo e que estão intactas. A partir da instalação de cada experimento, foram feitas avaliações diárias, tomando-se o número de sementes que emitiram radícula por um período de 15 dias.

Análise de dados

Para testar se a germinação das sementes foi influenciada pela variação na temperatura na câmara de germinação, realizou-se a análise de regressão linear, tendo como variáveis o log do número de sementes boas germinadas em função da temperatura média nas unidades amostrais (placas de Petri). Além disso, para testar se o tempo de estocagem em laboratório e em campo interferiu na germinação das sementes, os testes de Kruskal-Wallis e do qui-quadrado foram realizados, dada a natureza não-paramétrica dos dados. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa de software Statistica, versão 7.0.

RESULTS

Biometry of *Handroanthus chrysotrichus* seeds

When performing the sorting, the seeds were categorized as Good, Undefined, Predated, Dark, and Aborted. There up on, the number of seeds per kg of sample was 551,357.80 seeds. The Figure 3 shows the proportions of seeds per category, of which only 12.8% are considered Good (Figure 3).

RESULTADOS

Biometria das sementes de *Handroanthus chrysotrichus*

Na triagem, as sementes foram categorizadas em Boas, Indefinidas, Predadas, Escuras e Abortadas. Nessa fase, estimou-se 551.357,80 sementes por kg de amostra. Na Figura 3 são apresentadas as proporções de sementes por categoria, dessas apenas 12,8% são consideradas Boas (Figura 3).

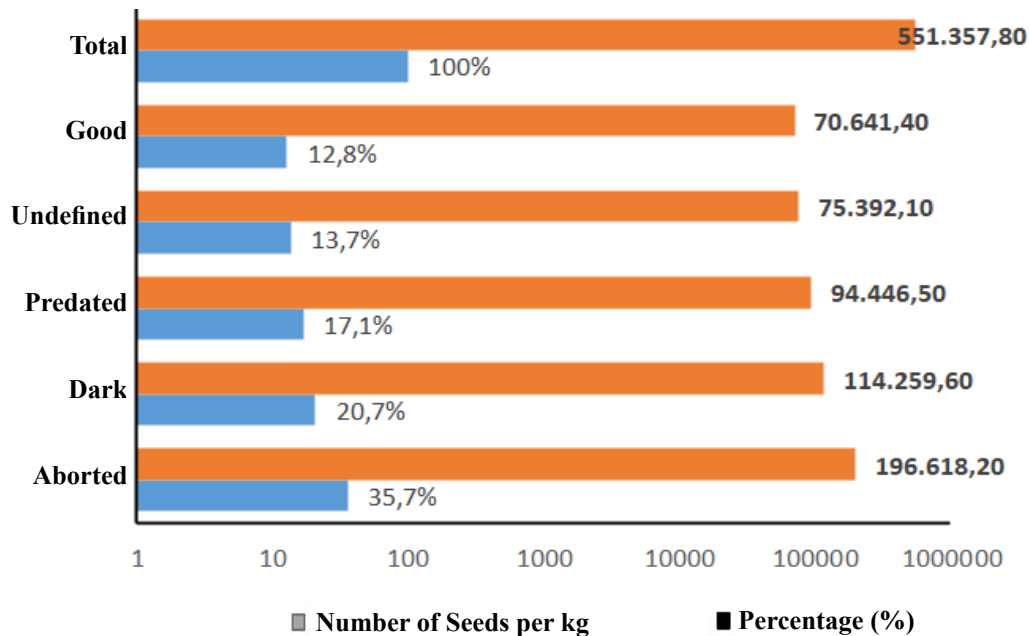


Figure 3 - Number of *H. chrysotrichus* seeds and their percentage obtained in each category. Logarithmic scale.

Figura 3 - Número de sementes de *H. chrysotrichus* e obtidas por categoria. Escala logarítmica.

Germination after sorting

The germination of aborted or dark seeds was very low and was disregarded in the results. According to the Kruskal-Wallis test, it was observed that there was no significant difference in the seed categories studied (N=18) $H= 0.0296167$ and $p= 0.9853$ (Figure 4).

Germinação após triagem

A germinação sementes, de modo geral, foi baixa, sendo as das categorias Abortadas ou Escuras desprezadas. De acordo com o teste Kruskal-Wallis, observou-se que não houve diferença significativa entre as categorias de sementes estudadas (N=18; $H= 0,0296167$ e $p= 0,9853$) (Figura 4).

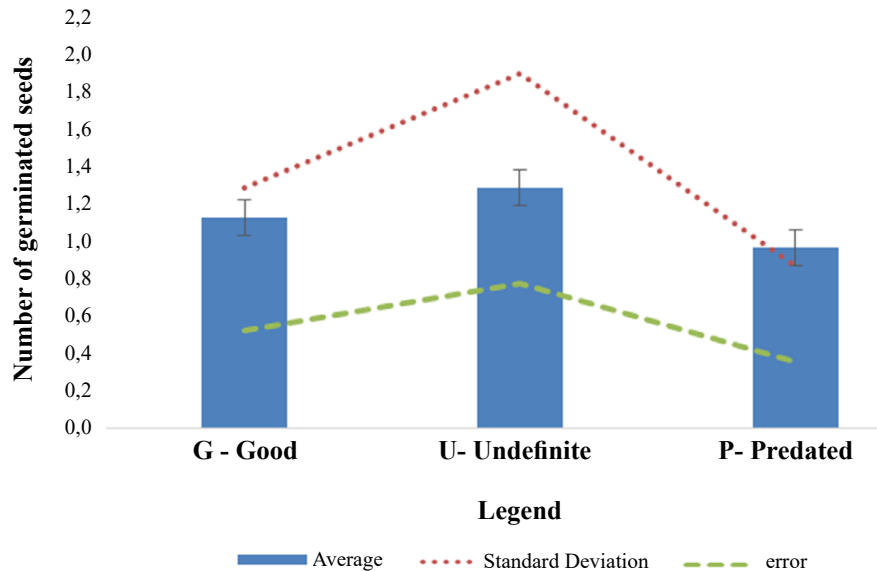


Figure 4 - Number of germinated seeds in each category. G - Good, U - Undefinite and P - Predated.

Figura 4 - Número de sementes germinadas em cada categoria. B - Boas, I - Indefinidas e P- Predadas.

Evaluation of the seeds from the field experiment

No germination occurred in the field, therefore, there are differences in the frequency of predated and decomposed seeds both in litter and soil between the study period (April to September), with $X^2=77.25$ and $p=0.000$. In the months of May ($X^2=36.05$, $p=0.000$), June ($X^2=12.18$, $p=0.011$) and July ($X^2=13.57$, $p=0.000$) statistical differences were observed between the treatments (Figure 5).

In SSD ($X^2 = 14.16$, $p=0.01$) and SSP ($X^2=46.29$, $p=0$), there is a significant difference between the months of storage in the Soil category. As for SLD ($X^2=8.88$, $p=0.11$) and Sr.P. ($X^2= 7.92$, $p =0.16$), no difference is observed between the months of storage in the litter. It was observed that only the seeds in the soil showed significant difference when compared to the seeds in the litter (Figure 6).

Avaliação das sementes do experimento de campo

Não ocorreu nenhuma germinação em campo, por isso, há diferenças na frequência de sementes predadas e decompostas tanto serrapilheira quanto no solo e durante o estudo (abril a setembro), apresentando $X^2=77,25$ e $p=0,000$. Nos meses de maio ($X^2=36,05$, $p=0,000$), junho ($X^2=12,18$, $p=0,011$) e julho ($X^2=13,57$, $p=0,000$) foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Figura 5).

Nos tratamentos SSD ($X^2 = 14,16$, $p=0,01$) e SSP ($X^2=46,29$, $p=0$), há efeito significativo entre os meses de estocagem na categoria Solo. Já para SLD ($X^2=8,88$, $p=0,11$) e Sr.P. ($X^2= 7,92$, $p =0,16$) não se observa diferença entre os meses de armazenamento na serrapilheira. Em relação aos meses, observou-se que apenas as sementes no solo apresentaram diferença significativa quando comparado à serrapilheira (Figura 6).

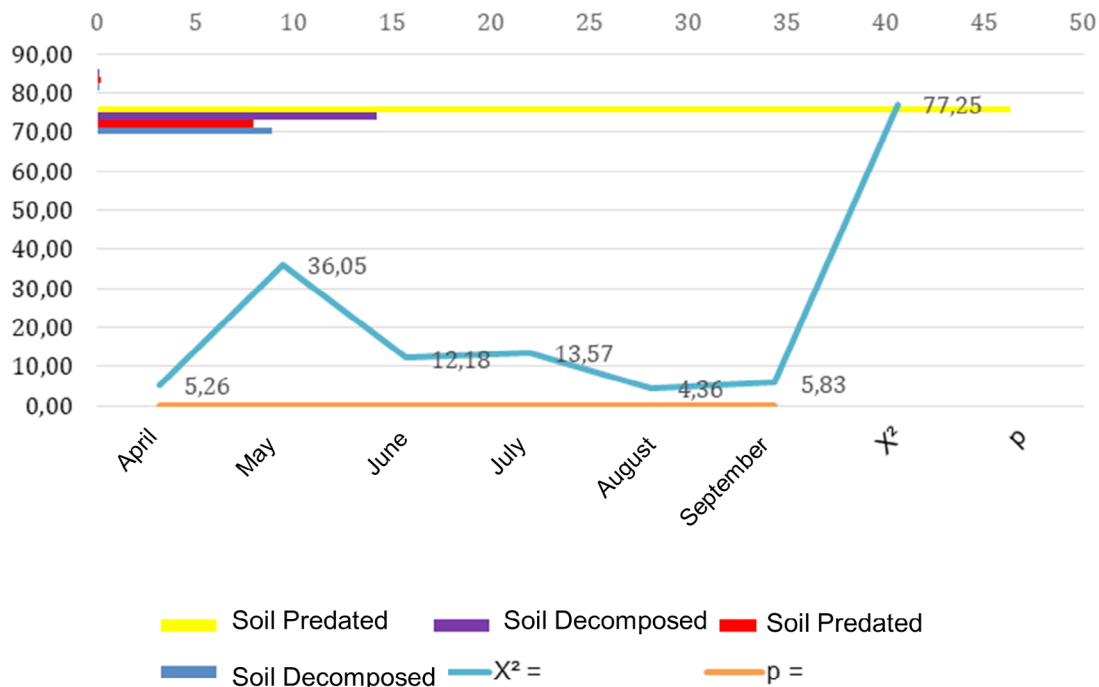


Figure 5 - Frequency of predated and decomposed seeds stored on soil and litter of a fragment of Deciduous/Semideciduous Seasonal Forest, from May to September.

SLP - seeds stored in litter and predated upon; SLD - seeds stored in the litter and decomposed (D); SSP - seeds stored in the soil and predated upon; SSD - seeds stored in the soil and decomposed.

Figura 5 - Frequência de sementes predadas e decompostas armazenadas sobre solo e serrapilheira de um fragmento de Floresta Estacional Decídua/Semidecídua, nos meses de maio a setembro.

SLP - sementes armazenadas na serrapilheira e predadas; SLD - sementes armazenadas na serrapilheira e decompostas (D); SSP - sementes armazenadas no solo e predadas; SSD - sementes armazenadas no solo e decompostas.

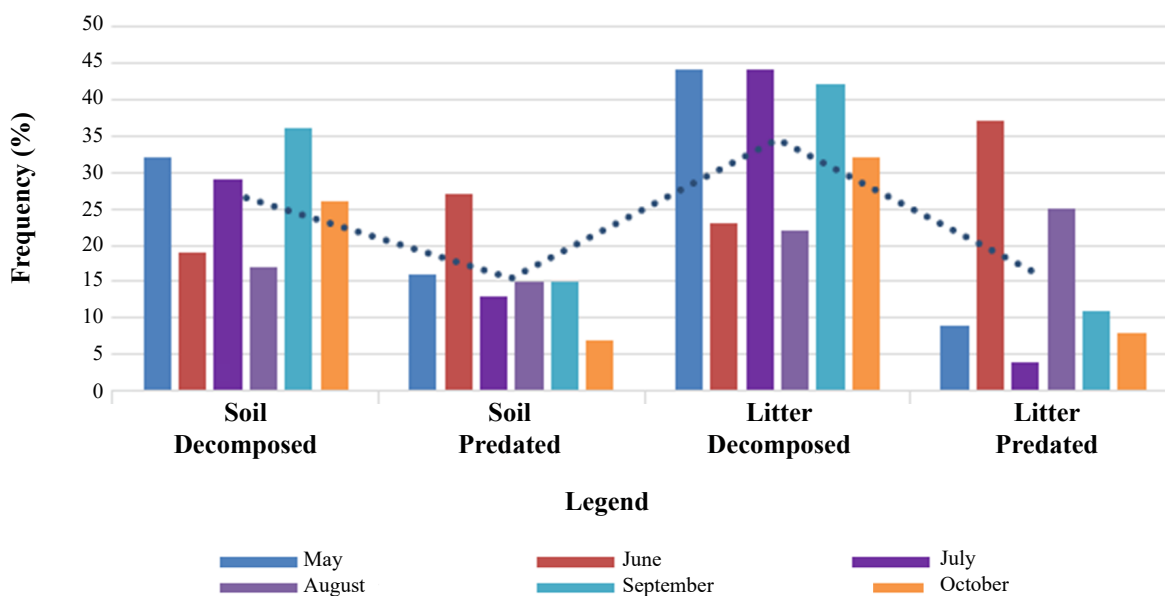


Figure 6 - Frequencies of decomposed - D and predated - P seeds in soil according to months of storage.

Figura 6 - Frequências das sementes decompostas - D e predadas - P em solo de acordo com os meses de armazenamento.

Germination in the laboratory

The number of germinated seeds was higher in those collected in May, June and October (Figure 7).

One of the unexpected factors was the Polyembryony (Figure 6) that affected the seeds of the *H. chrysotichus* species. Although this factor values appeared low, they remained constant throughout the months. Even when germination drops, polyembryony remained constant, according to the results.

While average temperature over the months of evaluation and within the germination chamber ranged from 26.4 °C to 30.4 °C, seed germination was not influenced by temperature variation ($F = 0.11$; $P = 0.75$).

Germinação no laboratório

O número de sementes germinadas foi maior naquelas coletadas nos meses de maio, junho e outubro (Figura 7).

Um dos fatores inesperados foi a Poliembrionia (Figura 6) que acometeu as sementes da espécie de *H. Chrysotichus*. Embora os valores sejam baixos, mantiveram-se constantes ao longo dos meses. Mesmo quando há uma queda germinativa, a poliembrionia se mantém constante, de acordo com os resultados.

A germinação das sementes não se mostrou influenciada pela variação na temperatura ($F = 0,11$; $P = 0,75$), sendo que a temperatura média nos meses de avaliação e dentro da câmara de germinação variou entre 26,4 e 30,4 °C.

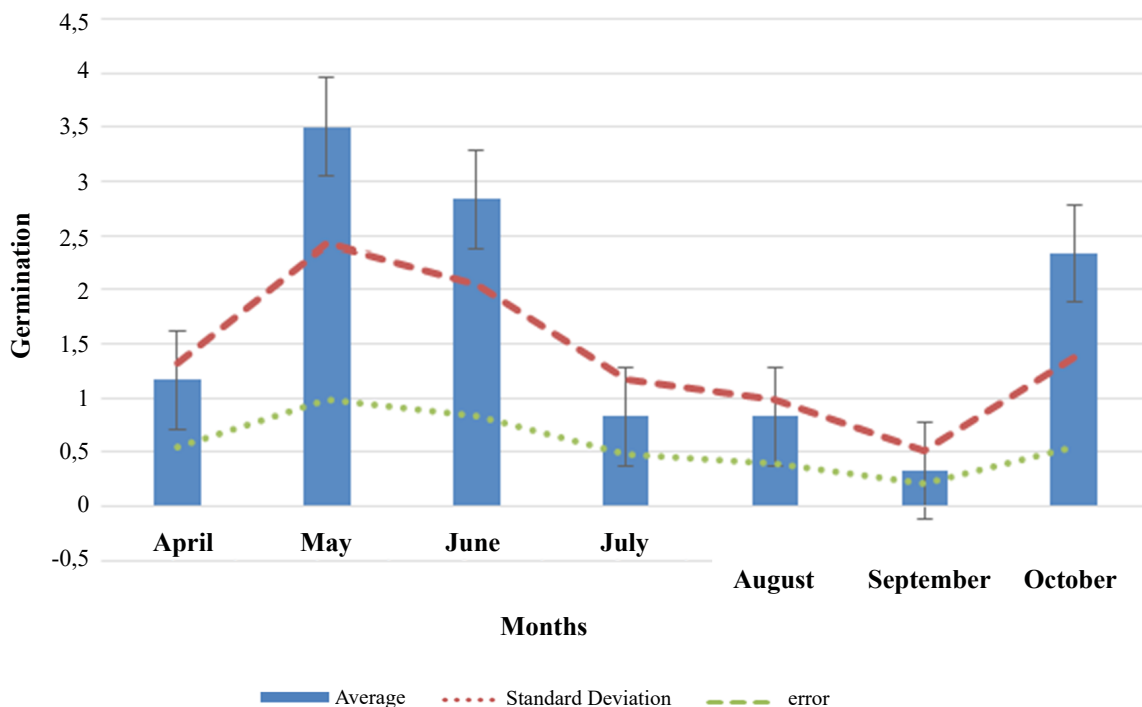


Figure 7 - Germination test using the non-germinated seeds from the field experiment.

Kruskal Wallis test.

Figura 7 - Teste de Germinação utilizando as sementes não germinadas do experimento de campo.

Teste Kruskal Wallis.

On the other hand, visual analysis of the germination curve and temperature points toward a delayed response of seed germination as a function of temperature fluctuation (Figure 8). It is likely that the high dispersion of the data has influenced its significance, making the correlation between the data not perceived by the linear regression.

Por outro lado, a análise visual da curva de germinação das sementes remanescentes do ensaio de campo e da temperatura apontam para uma resposta tardia da germinação das sementes em função da flutuação da temperatura (Figura 8). É provável que a alta dispersão dos dados tenha influenciado na sua significância, fazendo com que a correlação entre os dados não seja percebida pela regressão linear.

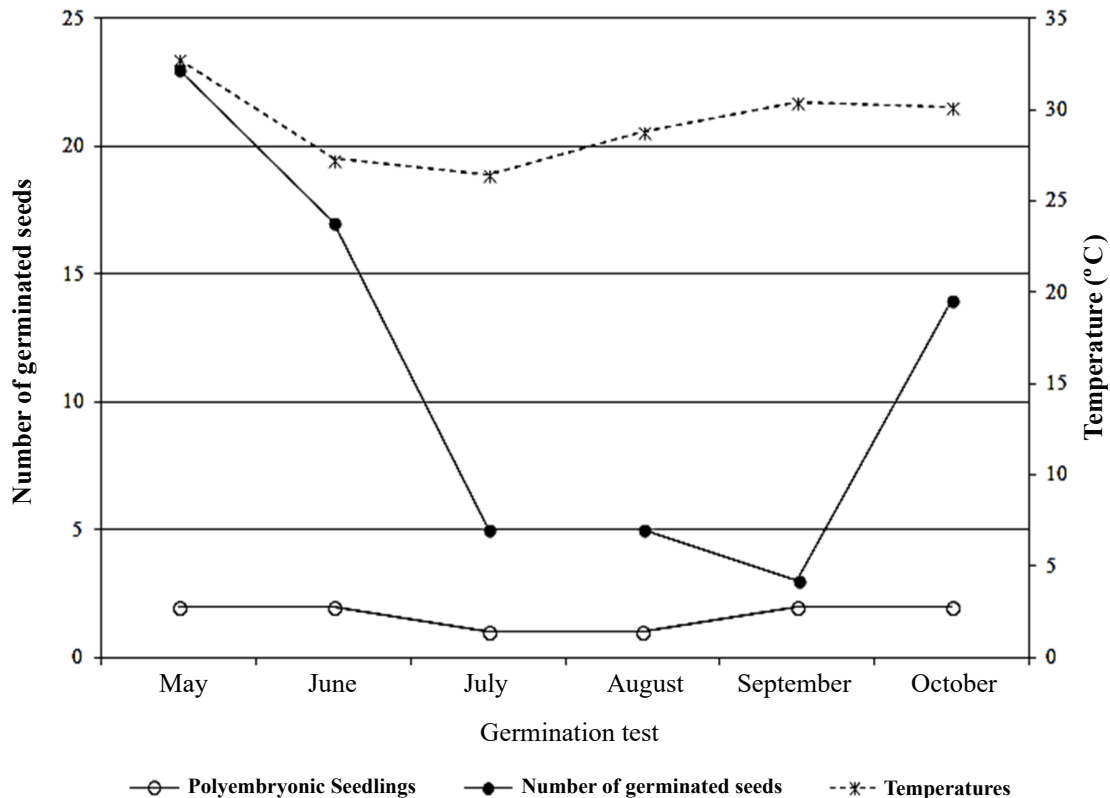


Figure 8 - Analysis graph between germinated seeds, polyembryonic seedlings and average temperature variation in the months of treatment.

Figura 8 - Sementes germinadas e plântulas com poliembrionia em função dos meses temperatura de germinação

DISCUSSION

H. chrysotrichus species produces “Aborted” seeds in great quantity. There was no inequality between the germination treatments, showing that the seeds from the “Predated” category are suitable for germination (Figure 4). It is perceived that *H. chrysotrichus* centers life on high offspring production, minimizing the costs of maintaining survival.

DISCUSSÃO

A espécie *H. chrysotrichus* produz sementes “Abortadas” em maior quantidade. Não houve desigualdade entre os tratamentos de germinação, mostrando que as sementes da categoria “Predadas” estão aptas para cultivo, já que há possibilidade de germinar (Figura 4). Verifica-se que o *H. Chrysotrichus* tem a vida centrada na produção elevada de descendentes, minimizando os custos de manutenção da sobrevivência.

Therefore, those that have the ability to multiply quickly and generate a high number of offspring, are usually associated with the first stages of ecological succession (DAWKINS, 2017). The dispersal of seeds occurs in August and September, this is due to the characterization of low humidity and precipitation and the occurrence of intense winds, a common characteristic of Bignoniaceae family species (GUILHERME *et al.*, 2011).

In some studies in the cerrado biome and in semi-deciduous seasonal forests, it was observed that anemochoric tree species showed fruiting, and fruit ripening in the dry season, usually from April to September, which is a reproductive strategy of wind distributed species. The results of the present study led to new questions about the relationship between the number of goods seeds, aborted seeds and their relationship with the predated ones. It is believed that through its flowers, which are vibrant and intense, and extend throughout its crown, a large number of animals are attracted in search of nectar, flowers, leaves and seeds, using them for food.

According to Martini (2011), flowering can occur in different periods, but the fruiting of *H. chrysotrichus* occurs in late September and mid-October, according to Lorenzi (2008). Predation on the fruits may have induced the species to produce a large amount of aborted seeds as an evolutionary defense strategy. It can also be observed that these seeds can be used as a form of distraction or prevention against predation. However, even if the plant applies this technique, the predator, consequently, has mechanisms to circumvent it.

These organisms are constantly evolving as one develops a barrier to avoid predation the other changes to break this barrier, i.e., the two are coevolving with each other. It was expected that the predation of seeds both in the soil and in the forest litter would be equal, however, it can be seen that the predation on the soil, in month 2 (May), is greater than in the forest litter.

Assim, são aquelas que têm a capacidade de se multiplicar de forma rápida e gerar um alto número de descendentes, geralmente estão associadas às primeiras fases da sucessão ecológica (DAWKINS, 2017). A dispersão das sementes ocorre no período de agosto e setembro, isso se deve pela caracterização de baixa umidade e precipitação e a ocorrência de ventos intensos, característica comum às espécies da família Bignoniaceae (GUILHERME *et al.*, 2011).

Em alguns estudos no bioma do cerrado e em florestas estacionais semi-decíduais, observa-se que as espécies arbóreas anemocóricas apresentaram frutificação, e o amadurecimento do fruto na estação seca, geralmente de abril a setembro, sendo uma estratégia reprodutiva das espécies que são distribuídas pelo vento. Os resultados do presente estudo levaram a novos questionamentos sobre a relação entre o número de sementes abortadas existentes e boas e qual seria a relação delas com as predadas. Acredita-se que através de suas flores, as quais são vibrantes e intensas, e se estende por toda a sua copa, uma grande quantidade de animais são atraídos à procura de néctar, flores, folhas, sementes, utilizando-as para alimentação.

A floração pode ocorrer em diferentes períodos (MARTINI, 2011), porém a frutificação da *H. chrysotrichus* ocorre no período final do mês de setembro e meados de outubro, conforme Lorenzi (2008). A predação nos frutos pode ter induzido a espécie a produzir uma grande quantidade de semente abortadas como uma estratégia evolutiva de defesa da espécie estudada. Pode-se observar também que estas sementes podem ser utilizadas como forma de distração ou prevenção contra a predação. No entanto, mesmo a planta aplicando essa técnica, o predador, consequentemente, possui mecanismos para driblá-la.

Esses organismos estão em constante evolução à medida que um desenvolve barreira para evitar a predação o outro se modifica para quebrar esta barreira, ou seja, os dois são co-evolutivos um do outro. Era esperado que a predação das sementes tanto no solo quanto na serrapilheira fosse igual, porém a predação no solo, em maio, se mostrou superior na serrapilheira.

In the following month, the situation is reversed with greater predation on the litter when compared to the soil, and in month 4 (July) the inverse of month 3 (June) occurs. Thus, there is an oscillation between seeds predated on the ground and in the litter, which shows no clear pattern and indicates a random event (Figure 5). Regarding decomposition, it was observed that there is greater deterioration of seeds in the soil when compared to the litter, regardless of the months.

Both the litter and soil seeds did not germinate under natural conditions in the field. Germination can present difficulties depending on humidity, temperature and oxygen conditions, thus, the seeds that did not germinate in the field possibly did not do so due to unfavorable conditions. Besides this lack of appropriate conditions, fungi can be a natural tool for plant population control (LUCINI; BERNARDO, 2015). De Andrade Sousa (2012) observed that the percentage of non-germinated seeds that presented fungi was higher for seeds without asepsis, being 90.14% for yellow ipê and 69.52% for pink ipê. Therefore, the seeds that touch the ground without vegetation cover (grass or litter) will suffer competition, in which they can be eliminated, either by decomposition (fungus) or by predation (Figure 6). From this analysis, it can be seen that the seeds placed to germinate in the laboratory under favorable conditions for their development, did not germinate due to deterioration and/or predation.

It is also noted that in July and September, the seeds go through dormancy, due to the low number of germinated individuals, leading to the understanding of the arrival of the flowering period and blocking the development of seeds. Therefore, a drop in seed germination is expected to occur, presenting a decrease in germination potential (MARCOLIN et al., 2013), which happened in the experiment, except in the month October (Figure 7).

Em junho a maior predação se deu no solo, voltando a ser maior na serapilheira em julho. Assim, tem-se oscilação entre sementes predadas no solo e na serapilheira, concluindo que não há um padrão claro, indicando um evento aleatório (Figura 5). Em relação à decomposição, observou-se que no solo ocorre maior deterioração das sementes quando comparado com a serapilheira independente dos meses.

Em condições naturais no campo, tanto as sementes de serrapilheira quanto as de solo não germinaram. A germinação pode ser dificultada em razão de alguns fatores: umidade, temperatura e oxigênio, portanto as sementes que não germinaram no campo, pode ter ocorrido a escassez dessas condições. Além desses fatores, os fungos podem ser ferramenta natural de controle de população de planta (LUCINI; BERNARDO, 2015). De Andrade Sousa (2012) observaram que o percentual de sementes não germinadas que apresentou fungos foi maior para as sementes sem asepsia, sendo 90,14% para o ipê-amarelo e 69,52% para o ipê-rosa. Desta maneira, as sementes que tocam o solo sem a cobertura vegetal (gramíneas ou serapilheira) sofrerão competição, na qual podem ser eliminadas, seja pela decomposição (fungos) ou pela predação (Figura 6). A partir dessa análise, ao colocá-las para germinar em laboratório, verificou-se que as sementes, em condições favoráveis para o seu desenvolvimento, não germinaram devido a sua deterioração e/ou pela predação.

Verifica-se, também, que nos meses de julho e setembro as sementes passam pelo período de dormência, devido ao baixo número de indivíduos germinados, levando a compreensão da chegada do período de floração e o bloqueio do desenvolvimento das sementes. Deste modo, é esperado que ocorra uma queda na germinação de sementes, apresentando decréscimo no potencial em germinação (MARCOLIN et al., 2013), o que aconteceu no experimento, exceto em outubro (Figura 7).

In the study by Marcolin *et al.* (2013), it was observed that the seeds of *H. chrysotrichus* have a functional storage of up to 24 months, with no germination if this period is prolonged. According to Lorenzi (2008), the germination rate of *H. chrysotrichus* reaches more than 60% in cases of freshly harvested seeds. The work presented a short storage period, which occurred from April (control) to October, which may not have contemplated the necessary cycle, in cases of terophyte herbaceous species plants, for the analysis of ecosystem resilience. Sampaio *et al.* (2013) mention that there is no statistical difference in storage, but what may change in their germination factor are the environmental conditions, a possible justification in view of the results. Abbade and Takaki (2014) concluded that the germination of *Tabebuia roseoalba* seeds in nursery is abruptly reduced with the storage of seeds in the period of 24 months. Moreover, after four weeks of collection the seeds tend to reach their physiological maturity, which can lead to maximum vigor.

A secondary effect found in the work was polyembryony. Although germination values were low, they remained constant throughout the months, especially when a germination drop occurred (Figure 8). Sampaio *et al.* (2013) show that polyembryony can be caused by temperature, with a greater amount of polyembryony between 35 and 40°C and a lower number between 30 and 35°C, maintaining the same photoperiod. Registering average temperatures fortnightly in the study, temperature variations occur between 30.1°C and 34.7°C in the fall period, and between 27.9°C and 31°C, from July to September, in the winter period.

Polyembryony, a survival strategy of the plant, increases the number of seedlings per seed which extends the expectation of seedling germination of the species. In other words, if a seedling does not germinate, there are others to supply this deficiency (MENDES-RODRIGUES *et al.*, 2012; SOUSA BRAGA *et al.*, 2019). Costa *et al.* (2004) and Sousa Braga *et al.* (2019) found, in works with the Bignoniaceae family, the phenomenon of simultaneous polyembryony with a tetraploid character, and polyploidy may occur. According to Mendes-Rodrigues (2012), polyembryony increases seed survival and viability, which may explain the existence of this correlation associated with this event in Bignoniaceae to the compensation to the rate of aborted seeds, negligible conversion of flowers into fruit, in addition to the quality of the seeds and the low level of pollinators of the species.

No estudo de Marcolin *et al.* (2013), foi observado que as sementes de *H. chrysotrichus* têm um armazenamento funcional de até 24 meses, tornando-se nula a germinação, caso esse período se prolongue. A taxa de germinação de *H. chrysotrichus*, segundo Lorenzi (2008), chega a ser superior a 60% em casos de sementes recém-colhidas. Nesse estudo, verificou-se um curto período de estocagem, de abril (controle) a outubro, que pode não ter contemplado o ciclo necessário, em casos de plantas de espécies herbáceas terófitas, para a análise da resiliência do ecossistema. Sampaio *et al.* (2013) citam que não há diferença estatística em armazenamento, mas o que pode alterar entre os fatores que afetam a germinação são as condições ambientais uma possível justificativa ante aos resultados. Já Abbade e Takaki (2014) concluem que a germinação das sementes de *Tabebuia roseoalba* em viveiro é bruscamente reduzida com o armazenamento das sementes no período de 24 meses. Além disso, as sementes após quatro semanas de coleta, elas tendem a atingir sua maturidade fisiológica, podendo levar as sementes ao vigor máximo.

Um efeito secundário encontrado no trabalho foi a poliembrião. Embora os valores de germinação fossem baixos, mantiveram-se constantes ao longo dos meses, principalmente, quando ocorria queda germinativa (Figura 8). Sampaio *et al.* (2013) mostram que a poliembrião pode ser causada pela temperatura, entre 35 °C e 40 °C, mantendo-se o fotoperíodo. Nesse estudo, as médias das temperaturas quinzenal tiveram variações entre 30,1 °C e 34,7 °C de maio a junho - no outono; e de 27,9 °C e 31 °C de julho a setembro, no inverno.

A poliembrião, estratégia de sobrevivência da planta, aumenta o número de plântulas por semente, amplia a expectativa de germinação de plântulas da espécie, ou seja, se uma plântula não germinar, existem outras para suprir essa carência (MENDES-RODRIGUES *et al.*, 2012; SOUSA BRAGA *et al.*, 2019). Trabalhos com a família *Bignoniaceae*, o fenômeno de poliembrião simultânea com caráter tetraploide, pode levar a poliploidia (COSTA *et al.*, 2004; SOUSA BRAGA *et al.*, 2019). Segundo Mendes-Rodrigues (2012) a poliembrião aumenta a sobrevivência e a viabilidade das sementes, o que pode explicar a existência desta correlação associada a este evento em *Bignoniaceae* à compensação ao índice de sementes abortadas, desprezível conversão de flores em frutos, além da qualidade das sementes e ao baixo nível de polinizadores da espécie.

CONCLUSIONS

Handroanthus chrysotrichus species (Mart. ex DC) Mattos is a “R” strategist plant. The seeds presents high decomposition, soon after being deposited in the litter, which prevents the permanence of the seeds in the seed bank;

The studied species has no seed bank, due to the decay and predation of its seeds in the soil;

The species’ investment in polyembryonic seeds is a survival strategy.

CONCLUSÕES

A espécie *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos é uma planta “R” estrategista. A alta decomposição das sementes logo ao serem depositadas na serrapilheira, impede a sua permanência no banco de sementes;

A espécie estudada não possui banco de sementes, devido à deterioração e à predação de suas sementes no solo;

O investimento da espécie em sementes com poliembrionia é uma estratégia de sobrevivência.

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith-Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v. 38, p. 233-240, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200003>

BARGOENA, L. R.; CAVALHEIRO, A. L.; BIANCHINI, E. Banco de sementes em reflorestamento, borda e interior de remanescente de floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, v. 75, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312020v75e2020008>

CARMONA R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n. 12, p. 5-16, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581992000100007>

FERREIRA, J.; MEIADO, M.; SIQUEIRA, F. J. Efeito da predação de sementes por microlepidópteros na germinação e no desenvolvimento inicial de *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose (Bignoniaceae), uma espécie arbórea endêmica da caatinga e ameaçada de extinção. **Gaia Scientia**, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21707/gaia.v11.n04a09>

GUILHERME, F. A. G.; SALGADO, A. A.; COSTA, E. A.; ZORTÉA, M. Fenologia de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 138-147, 2011.

LOHMANN, L. G. *Handroanthus in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114078>>. Acesso em: 07 dez. 2021

LOHMANN, L. Catálogo de plantas e fungos do Brasil: Bignoniaceae. 2010. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. P.758-772

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2008. v. 1.ed. 5. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 384p.

LUCINI L, BERNARDO L. Comparison of proteome response to saline and zinc stress in lettuce. **Front Plant Sci**. v 16, p. 6-240, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00240>.

MARCOLIN, G.; NAGAOKA, R. E.; PERES, F. S. B. Germinação e poliembrionia em sementes de Ipê-Dourado armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1539-1547, 2013.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Fenologia de *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo) no ambiente urbano de Curitiba (PR). **Soc. Bras. de Arborização Urbana REVSBAU**, v. 6, n. 4, p. 51-67, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v6i4.66488>

MENDES-RODRIGUES, C.; SAMPAIO, D. S.; COSTA, M. E.; CAETANO, A. P. S.; RANAL, M. A.; BITTENCOURT JÚNIOR, N. S.; OLIVEIRA, P. E. Polyembryony increase embryo and seedling mortality but also enhances seed individual survival in *Handroanthus* species (Bignoniaceae). **Flora**, v. 207, p. 264-274, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2011.10.008>

SAMPAIO, D. S.; COSTA, M. E.; RODRIGUES, C. M. Temperature effect in the number of seedlings per seed in cultivated specimens of *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae). **Iheringia. Série Botânica.**, v. 68, n. 2, p. 279-283, 2013.

SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B.; KRÜGER, A.; PELLENS, G. C.; BUDAG, J. J.; NADOLNY, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 49-58, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v43i1.21493>

SILVA, G. T. G.; CABELLO N. B.; BARBOSA, P. H. G.; LIMA, B. L.; SILVA, J. M. S.; CAPELO, F. F. M. Composição florística da arborização urbana de Analândia/Sp, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v15i1.68083>

SOUSA, A. A.; NASCIMENTO, C.; DA SILVA, A. C. D.; BARBOSA, R. N. T. SEAPA. Incidência de fungos associados a sementes de ipê-rosa (*Tabebuia impetiginosa*) e ipê-amarelo (*Tabebuia ochracea*) em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 34-39, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v6i1.622>

SOUSA, B. A. C.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, J. M.; GOMES, G. M.; CONCEIÇÃO, G. Um, dois, três, quatro! Um estudo de caso de poliembrião em *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose, (Bignoniaceae), Maranhão, Brasil. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 2, p. 119-124, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v2n2p119-124>

SOUSA, M. P.; RABBANI, A. R. C.; CREPALDI, M. O. S. A. M. P.; DA SILVA, A. B. F. Avaliação qualitativa da arborização das praças da cidade de Almenara-MG. **Revista de Geografia**, v. 37, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2020.245047>