

---

Ciências Biológicas

---

**Thales Barbosa dos Santos**

**Caracterização ecofisiológica da  
germinação de sementes de *Araucaria  
angustifolia* em campo e laboratório.**



Rio Claro  
2016

Thales Barbosa dos Santos

Caracterização ecofisiológica da germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* em campo e laboratório.

Orientador: Gustavo Habermann

Co-orientador: Lorena Egídio de Castro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Rio Claro  
2016

582.0467 Santos, Thales Barbosa dos  
S237c Caracterização ecofisiológica da germinação de sementes  
de Araucaria angustifolia em campo e laboratório / Thales  
Barbosa dos Santos. - Rio Claro, 2016  
18 f. : il., figs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências  
biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de  
Biotecnologia de Rio Claro

Orientador: Gustavo Harbemann

Coorientadora: Lorena Egídio de Castro

1. Sementes. 2. Pinheiro-do-paraná. 3. Sementes  
recalcitrantes. 4. Umidade. 5. Temperatura. I. Título.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer do fundo do meu coração às pessoas mais importantes da minha vida: meus pais. Celsão e Dona Rose, duas pessoas que deram tudo o que tinham e mais um pouco para criar e educar seu filho, permitindo que eu me tornasse a pessoa que sou hoje. Sou eternamente grato por todo o incentivo e toda ajuda que me deram para que eu conseguisse finalizar mais esse ciclo em minha vida. Sem vocês eu não seria ninguém. Amo vocês!

Gostaria de agradecer ao meu irmão Denis por tudo. Todas as brigas e alegrias que tivemos ao longo do tempo fizeram com que nossa amizade e companheirismo aumentasse cada vez mais! Aprendi muito com você mano! Obrigado por tudo!

Agradeço à minha família inteira: Vô Geraldo, Vó Cida, Vô Valdir, Vó Maria, Tia Eliana, Tia Vanessa, André, Augusto e Pedro! Vocês foram muito importantes no meu desenvolvimento como ser, obrigado por me apoiarem em todas as minhas decisões!

Ao Gustavo Habermann agradeço pela orientação e pela paciência, estando sempre de portas abertas e me mostrando que é possível alcançar o que desejamos através de nossos esforços. Agradeço pelos conselhos e pela troca de experiências, não só relacionado à academia, mas também em diversos pontos da vida.

Agradeço MUITO à Lorena pela paciência e por ter me ajudado a finalizar essa etapa! Sem você não saberia nem por onde começar! Brigadão mesmo!

Agradeço aos meus irmão Tijuanaenses: Muzambo e Zuado por todo o companheirismo e por aguentar dividir a casa comigo! Em especial para o Baiano, que dividiu quarto comigo na maior parte desses anos em Rio Claro e sobreviveu. Tamo junto pra sempre galera!

Não pode faltar agradecimento para todos os amigos que fiz aqui nesses anos de Unesp e os que fiz durante a vida inteira: Gabi, Kadu, Dylon, Exú, Capiroto, Mococa, Zito, Touché, Primo, Padawan, Pirata, Huck, Xera, Déia, Porteira, Samuli, Tcherbi, Mudinho, Pedó, Azê, Lilo, Jig, Biguá, Lila, Pereira, Pira, Fii, Dileve, Caue, Smurf, Diego, Danilo, Samuel, Linderson, Patty, Bruna, Jake, Nathy, Henrique e muitos outros.... Enfim, todas as pessoas que passaram pela minha vida foram muito importantes, todos acrescentaram muito para que eu me tornasse o ser humano que sou hoje! Muito obrigado à todos!

## RESUMO

As sementes de *Araucaria angustifolia* têm grande importância econômica e ecológica. Porém, pouco se sabe a respeito do desempenho germinativo dos pinhões em campo. Sabe-se que suas sementes são recalcitrantes e que a temperatura ideal para germinação está entre 20-25°C. Entretanto a dispersão ocorre entre março e julho, quando as temperaturas são menores que 20°C. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência das condições de temperatura e umidade na germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* em condições naturais e em laboratório. Sementes de *A. angustifolia* foram coletadas em Campos do Jordão, SP. Em campo, logo após a dispersão (março), avaliaram-se duas condições para a germinação: sementes enterradas à  $\pm 7$  cm de profundidade e sementes sobre o solo, no interior de gaiolas de exclusão. Ao longo do experimento, medimos a porcentagem de germinação (%G), as umidades do solo e das sementes, e levantamos dados de precipitação. Sensores de temperatura do ar e do solo registraram a variação diária da temperatura no campo. Em laboratório, as sementes foram postas para germinar em câmaras de germinação do tipo BOD com rampas, simulando as oscilações diárias das temperaturas do ar e do solo coletadas em campo. No campo, a germinação dos pinhões enterrados iniciou-se após 15 dias e atingiu %G máxima (97%) após 60 dias. Já a germinação das sementes sobre o solo iniciou-se após 30 dias e o valor máximo de %G (79%) ocorreu após 75 dias, coincidindo com a precipitação máxima. Em laboratório, não houveram diferenças significativas em relação à germinação entre os dois tratamentos. A partir dos dados obtidos, concluímos que o enterrio de sementes de *Araucaria angustifolia* (considerando possíveis dispersores) proporciona melhores condições para germinação, tanto em relação à umidade quanto à temperatura quando comparado com sementes dispersas sobre o solo.

## ABSTRACT

Seeds of *Araucaria angustifolia* have great economic and ecological importance. However, there are few studies concerning the germination performance of these seeds under field conditions. It is known that its seeds are recalcitrant and the best germination performance is between 20°-25°C. Moreover, seed dispersal occurs between March and July, when temperatures are lower than 20° C. The objective of this study was to evaluate the influence of different conditions of temperature and humidity in germination of *A. angustifolia* seeds, both in natural and laboratory conditions. Mature seeds of *A. angustifolia* were harvested in Campos do Jordão, SP, at the beginning of pine seeds fall (March). In the field, two conditions of germination were tested: seeds buried at a depth of  $\pm 7$  cm and seeds placed on the soil surface, inside exclusion cages. During the experiment, we measure germination percentage (%G), soil and seeds humidity, and also precipitation data was collected. We measured daily soil and air temperature oscillation. At the laboratory, seeds were incubated inside germination chambers, simulating daily temperature oscillation of soil and air observed on field. On field, germination of buried seeds started after 15 days and reached maximum rate %G (97%) after 60 days. Seeds above the soil started germination after 30 days and maximum rate (79%) occurred after 75 days, coinciding with the maximum precipitation. At the laboratory, there were no significant differences in germination percentage among treatments. We concluded that the burial of *Araucaria angustifolia* seeds (considering casual dispersers) provided better conditions for germination, both in relation to humidity and temperature, when compared to seeds left on the surface of the Araucaria forest.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
2.1. Área de estudo.....	8
2.2. Caracterização do microambiente.....	8
2.3. Material vegetal.....	9
2.4. Germinação no campo.....	9
2.5. Germinação em laboratório.....	10
2.6. Delineamento experimental e análise dos dados.....	10
3. RESULTADOS	
3.1. Experimento no campo.....	11
3.2. Experimento laboratorial.....	13
4. DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÃO.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

## 1. INTRODUÇÃO

*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é uma árvore angiosperma conhecida como pinheiro do Paraná ou pinheiro brasileiro, que ocorre naturalmente em regiões de clima ameno, apresentando relação inversa entre altitude e latitude (BACKES, 1988), distribuindo-se em locais de maiores altitudes à medida que as latitudes diminuem. A *Araucaria* é considerada uma espécie-chave destes ecossistemas, uma vez que a dispersão de suas sementes se dá durante o outono e/ou inverno, período de escassez de recursos provenientes de outras árvores, e por isso são utilizadas intensamente como alimento pela fauna (PAISE & VIEIRA, 2005). Aves e mamíferos se alimentam das suas sementes (pinhões), e muitos destes predadores, como cotias e esquilos, acabam atuando como dispersores de sementes, uma vez que enterram os pinhões para alimentação futura, criando assim condições favoráveis para a germinação (IOB & VIEIRA, 2008).

As sementes de *A. angustifolia* são classificadas como sementes recalcitrantes, sendo dispersas com alto teor de umidade e metabolismo ativo, porém muito sensíveis à dessecação (TOMPSETT, 1984, PAMMENTER & BERJAK, 1999). As sementes apresentam curta longevidade no campo, uma vez que ao encontrarem condições favoráveis germinam rapidamente, perdendo a viabilidade na ausência destas condições. Considerando-se o papel dos dispersores, podemos dizer que a sementes recém-dispersas encontrarão dois tipos de condições para germinação: sobre o solo ou enterradas no solo pelos animais. Estas condições estabelecem microambientes com diferenças na disponibilidade de água e na temperatura o que afeta diretamente o desempenho germinativo das sementes (MONNIER et al, 2012).

Tanto a temperatura quanto a umidade do ar apresentam grande variação ao longo do dia. Estas variações estabelecem ciclos de quente/frio e seca/úmido para as sementes, e para muitas espécies, como as espécies pioneiras com dormência, estes ciclos de variações são sinalizadores da germinação, auxiliando assim na quebra de dormência (LIU et al., 2013). Apesar de não possuir dormência, em estudos laboratoriais, realizados com pinhões, Kissmann e Habemann (2014) simularam as temperaturas do ar (maior amplitude térmica) e do solo (menor amplitude térmica) e observaram maior porcentagem e velocidade de germinação para a temperatura do ar, com maior amplitude do que para a temperatura do solo.



Não existem estudos fisiológicos abordando a germinação de *Araucaria angustifolia* em condições naturais. Entretanto, em experimentos realizados em campo com outras espécies recalcitrantes, Leiva e Diaz-Maqueda (2016) observaram que o enterrio das sementes de *Quercus ilex* favorece a germinação pois ela encontra um microclima favorável, impedindo a desidratação das sementes. Além disso, essas sementes não apresentam dormência, portanto não precisam de estímulos de ciclos ambientais para iniciar o processo de germinação.

Diante disso, nosso objetivo foi avaliar como é a germinação em condições naturais no campo, sobre o solo e enterradas abaixo da superfície 7 cm. Além disso também foram realizados testes em laboratório para avaliar apenas o efeito da temperatura na germinação dos pinhões.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O trabalho foi realizado em uma área remanescente de Floresta Ombrófila Mista alto-montana localizada nos entornos do Parque Estadual de Campos do Jordão, na Serra da Mantiqueira (22°45' S e 45°30' W). A área está localizada à 1.450 m de altitude e o clima é classificado segundo Köppen-Geiger como subtropical de altitude, mesodérmico e úmido

### **2.2. Caracterização do microambiente**

Foram coletados dados de temperatura (°C) do ar e do solo (7 cm de profundidade) para a caracterização do microambiente utilizando-se os sensores de temperatura do ar 1400-101 e do solo 1400-103 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA) respectivamente. Os sensores foram conectados a um coletor de dados (LI-1400, LI-COR, EUA), e os registros foram realizados a cada 30 minutos diariamente. A umidade do solo também foi monitorada ao longo do experimento (a cada 15 dias) pelo método gravimétrico (estufa à 105°C até obtenção de massa constante).

Por fim, também foram levantados dados de precipitação disponíveis na base de dados do INMET (<http://www.inmet.gov.br/>) oriundos da estação localizada no Parque Estadual de Campos do Jordão.

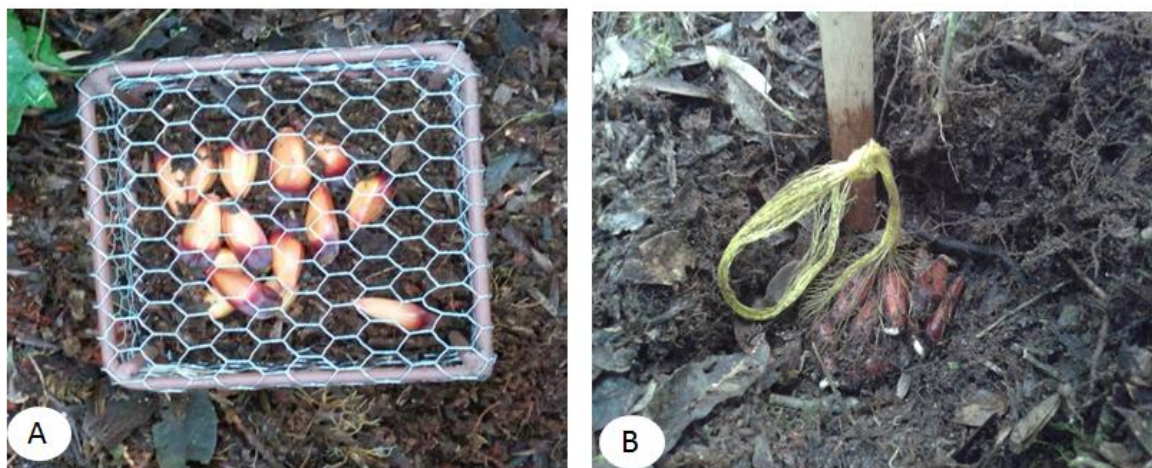
### 2.3. Material vegetal

Para a realização dos testes em campo e em laboratório foram coletados pinhões encontrados no chão logo no início do período da dispersão, no mês de março. Foram selecionadas sementes cheias, as quais não apresentaram sinais visíveis de predação.

### 2.4. Germinação no campo

Em campo, foram avaliadas duas condições para a germinação: sementes enterradas à  $\pm 7$  cm de profundidade e sementes sobre o solo, compostas por 5 repetições (blocos) de 150 sementes. Cada repetição consistia de 10 amostras de 15 sementes. No enterrio, cada amostra de 15 sementes foi colocada em sacos de nylon e os pontos de enterrio foram identificados com estacas sobre o solo (Figura 1B). Para a germinação sobre o solo, as sementes foram colocadas no interior de gaiolas de exclusão (Figura 1A), a fim de tentar reduzir as perdas das amostras por predação.

A cada 15 dias, durante 75 dias, foram retiradas 1 amostra de cada condição, das quais foram avaliadas a porcentagem de germinação, o teor de umidade e registros de ocorrência de predação/ deterioração.

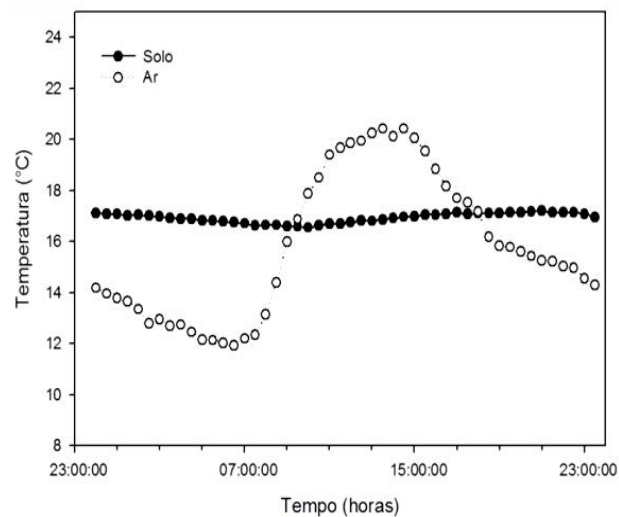


**Figura 1** - Experimentos de germinação no campo (A) sementes colocadas para germinar sobre o solo e (B) sementes enterradas. Experimento com plântulas em laboratório (C).

## 2.5. Germinação em laboratório

A fim de avaliar o efeito da temperatura do ar e do solo na germinação dos pinhões, foi montado um ensaio no qual as sementes foram hidratadas de forma semelhante e postas para germinar nas condições de temperaturas diária do ar e do solo coletadas em campo nos primeiros 30 dias (Figura 2).

A oscilação diária da temperatura do ar foi simulada utilizando câmaras de germinação com rampas e patamares. As sementes foram semeadas em caixas transparentes de plástico (gerbox de 13 x 13 x 4 cm) contendo canaletas feitas manualmente com papel toalha e molhadas com água destilada.



**Figura 2** - Média da oscilação diária das temperaturas do ar e do solo em Campos do Jordão.

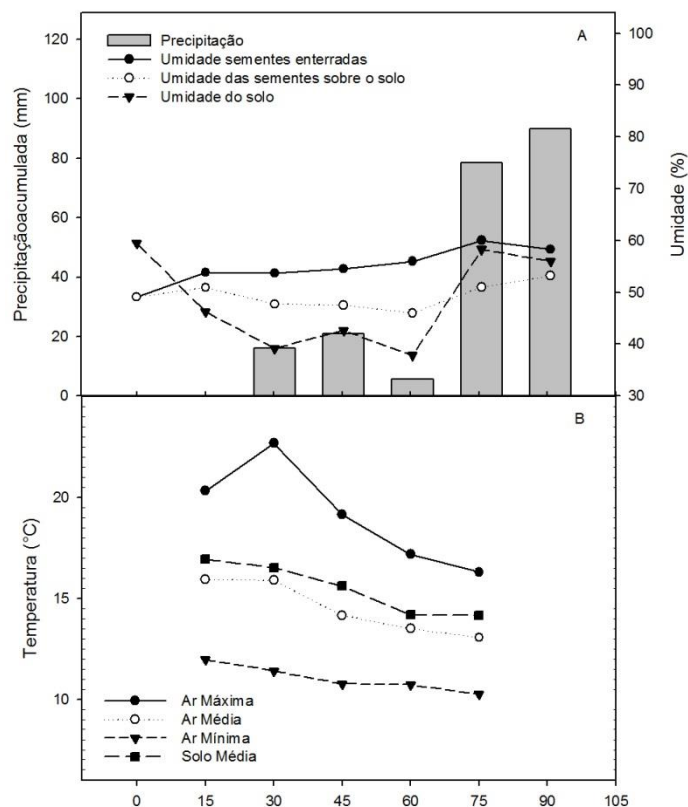
## 2.6. Delineamento experimental e análise dos dados

O delineamento experimental utilizados no experimento de campo e de laboratório foram respectivamente o delineamento em blocos casualizados e delineamento inteiramente casualizado. Para avaliação das diferenças estatísticas os dados de germinação foram submetidos à análise de variância seguida de teste de comparação de médias *Scott- Knott* e para avaliar os padrões de crescimento em altura e número de acículas, realizou-se uma análise de regressão.

### 3. RESULTADOS

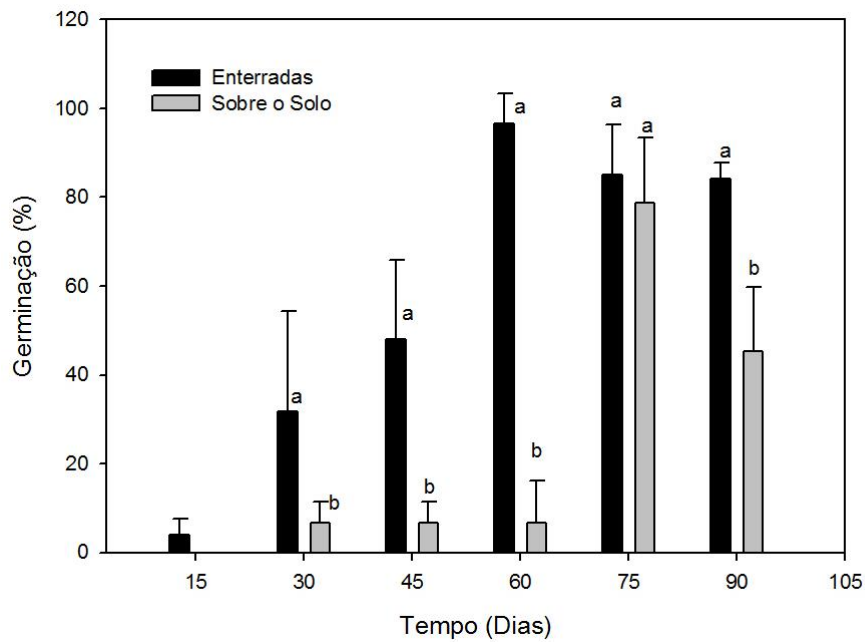
#### 3.1. Experimento no campo

Como era de se esperar, há uma redução gradual tanto na temperatura do ar quanto na temperatura do solo ao longo do tempo (Figura 3B). Após 90 dias a temperatura média do ar foi de 14°C e a temperatura média do solo final foi de 13°C. Em relação à precipitação, os maiores valores foram registrados após 75 e 90 dias (meses de maio e junho) e foram consequentemente acompanhados pelo aumento das umidades do solo e das sementes



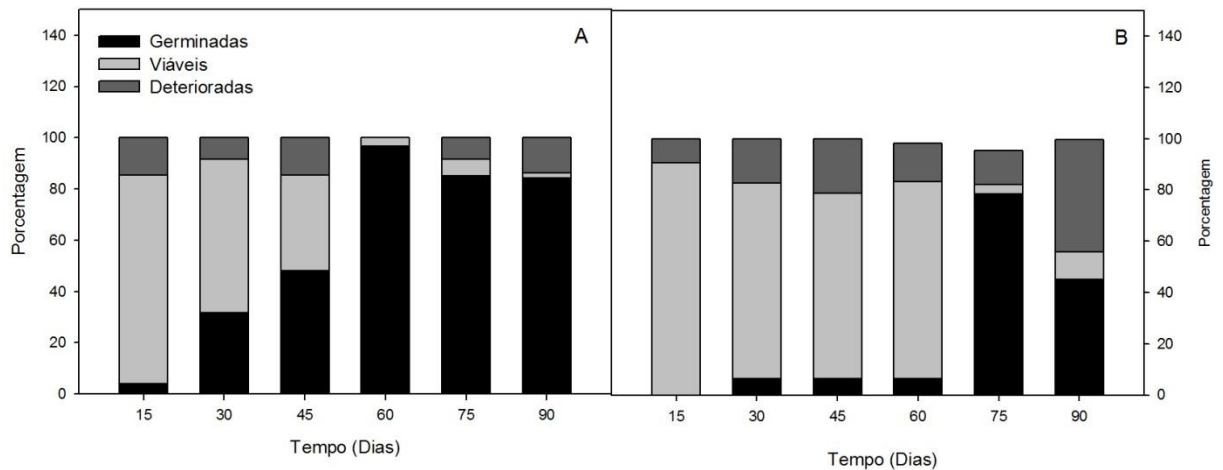
**Figura 3** - Variação da precipitação e umidade do solo e das sementes ao longo do tempo (A) e variação das temperaturas do ar e do solo ao longo do tempo.

A germinação dos pinhões enterrados se deu logo após 15 dias, onde 4% dos pinhões germinaram. Ocorreu aumento gradual da porcentagem de germinação (%G) ao longo das coletas (32% após 30 dias e 48% após 45 dias), sendo que o maior desempenho germinativo ocorreu após 60 dias do início do experimento, onde aproximadamente 97% germinaram. Nas duas últimas coletas, 75 e 90 dias após início do experimento, %G permaneceu em torno de 85%.



**Figura 4** - Germinação de sementes de *A. angustifolia* no campo em 2 condições: dispostas sobre o solo ou e enterradas.

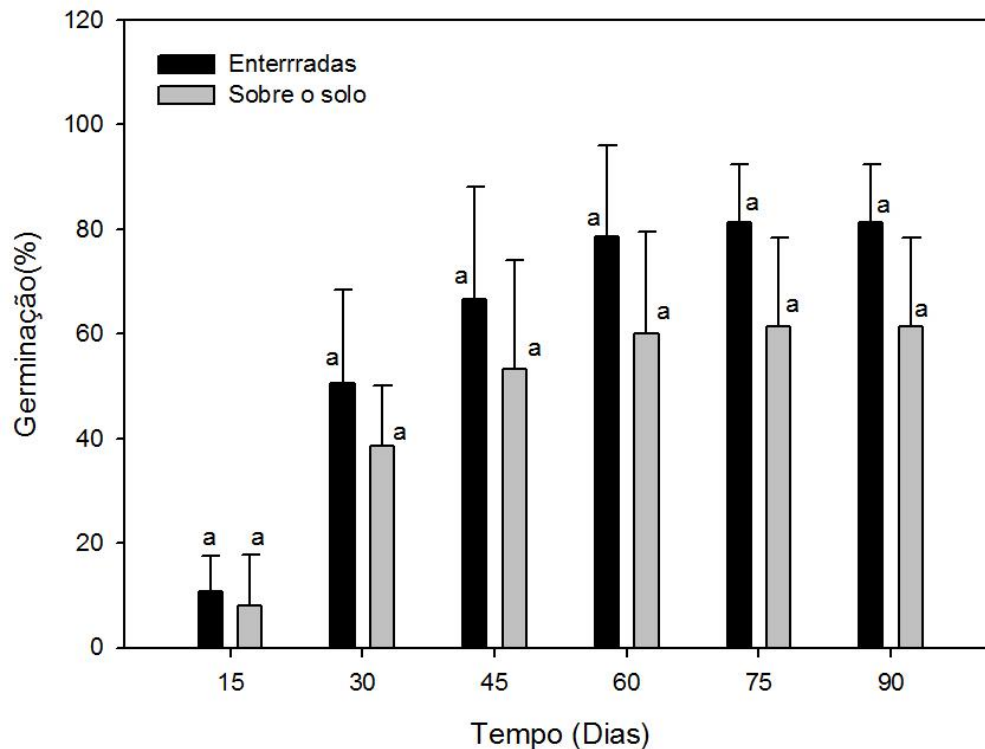
Para os pinhões colocados para germinar sobre o solo, a germinação inicial (7%) ocorreu após 30 dias de experimento e esta porcentagem se manteve constante até 60 dias. Após 75 dias do início do a porcentagem de germinação atingiu o seu valor máximo, 79%, porém esta porcentagem não foi observada na coleta realizada aos 90 dias. Aos 90 houve perda da viabilidade de parte dos pinhões, tanto enterrados quanto sobre o solo (Figura. 5) %G permaneceu constante durante as coletas de 45 dias e 60 dias após início do experimento, atingindo %G máxima de 79% após 75 dias, caindo para 45% após 90 dias. O desempenho germinativo dos dois tratamentos ao longo do experimento em campo pode ser observado na Figura 3. A perda da viabilidade dos pinhões teve início apenas após 75 dias, para ambos os tratamentos (Figura 5).



**Figura 5** - Variação do percentual de sementes germinadas, viáveis e deterioradas em duas condições de germinação no campo (A) enterradas, (B) sobre o solo.

### 3.2. Experimento laboratorial

Sob a mesma condição de umidade e diferentes condições de temperatura, não houve diferença significativa entre sementes colocadas para germinar na temperatura do ar e do solo verificada na condição de campo e ao final do experimento o percentual germinativo foi menor do que o máximo verificado no campo (Figura 6).



**Figura 6** - Germinação de sementes de *A. angustifolia* em 2 condições de temperatura: temperatura do ar e do solo.

#### 4. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que apesar da temperatura máxima do ar ser maior, a temperatura média do solo mantém-se maior ao longo de todo experimento, uma vez que a amplitude térmica do solo é menor (Figura 3). Em estudos laboratoriais Kissmann e Habermann (2014) observaram que a maior porcentagem de germinação foi maior observada sob a temperatura do ar quando comparada com a temperatura do solo, entretanto neste estudo, a temperatura do solo foi próximo à 12,8°C, valor bem inferior à temperatura encontrada no presente estudo, aproximadamente 17°C. Além disso, em testes com temperaturas cardeais, os autores também observaram que as maiores porcentagens de germinação foram em temperaturas próximas a 20°C o que está mais próxima da temperatura que encontramos no solo.

Os resultados em campo demonstraram que sementes enterradas mantiveram maior grau de umidade ao longo do experimento e a germinação de

sementes dispostas sobre o solo só foi pronunciada, com a ocorrência de precipitação (Figuras 3 e 4). Em estudos com sementes de carvalho, Gomes (2004) avaliou diferenças na germinação de sementes enterradas e sobre o solo, e observou menor mortalidade de sementes de carvalho quando estas eram dispersas na serapilheira, quando comparadas com sementes em áreas de campo ou em solo nu. O autor concluiu que as características de um determinado micro-ambiente pode explicar parte da variação no grau de umidade e viabilidade das sementes, o que não é explicado por variáveis mesoclimáticas. Em estudos semelhantes, foram observados que a serrapilheira, e o enterrio por dispersores, protegem as sementes contra a dessecação (GARCIA et al,2002 ; GOMEZ, 2004, KOLLMAN, 2000). No contexto atual de mudanças climáticas globais, este efeito de dispersores e de micro-habitats na estratégia fenológica da espécie destaca a necessidade de considerar os efeitos das condições ambientais locais na regeneração das espécies.

Na figura 5 é possível observar que aos 90 dias houve um aumento na porcentagem de sementes deterioradas, para ambas as condições de germinação, porém mais pronunciado em sementes sobre o solo. Em estudos realizados com uma espécie recalcitrante *Swartzia langsdorffi*, Vaz et al (2016) observou uma aumento na porcentagem de sementes deterioradas próximo à 113 dias, e início da deterioração do diásporo neste mesmo período. Além disso, assim como em nosso estudo, os autores também observaram que apesar da ocorrência de deterioração, os valores de umidade foram mantidos constantes, o que indica que a inviabilidade não ocorre devido à dessecação, mas provavelmente como consequência do metabolismo oxidativo.

A rápida germinação das sementes enterradas pode representar uma vantagem ecológica em termos de sobrevivência, uma vez que as sementes que ficam sobre o solo ficam mais expostas aos predadores e por mais tempo. Ao contrário das sementes ortodoxas, que formam bancos de sementes persistentes, as sementes recalcitrantes não costumam apresentar defesas contra herbivoria como tegumentos duros e compostos fenólicos por isso são mais vulneráveis (BEWLEY & BLACK, 2012). Além disso tem sido demonstrado que as plântulas são menos predadas por herbívoros do que as sementes. Trabalhos como o de Villar-Salvador et al. (2010) tem demonstrado que plântulas em estágios mais avançados não são a preferência dos predadores e segundo o autor, uma possível explicação seria de



que a transferência de nitrogênio e outros nutrientes do cotilédone para o a plântula, tornaria os cotilédones menos atrativos.

Em estudos com *Quercus ilex* Leiva e Diaz-Maqueda (2016) observaram que a germinação e o avanço no desenvolvimento das plântulas apresentavam correlação positiva com as taxas de predação. Neste estudo apenas 48% das plântulas que haviam emergido foram predadas, comparadas com 94% de predação de plântulas que tinham somente o sistema radicular e apenas 98% de predação das sementes não germinadas. Em relação à sobrevivência após a predação, os autores também observaram que 70% das plântulas emergidas sobreviveram à predação, enquanto apenas 17% das plântulas enraizadas sobreviveram e nenhuma semente sobreviveu.

Não se sabe exatamente, qual seria a proporção de pinhões enterrados por dispersores em geral, mas estudos com remoção de pinhões no sul do país, Iob e Vieira (2008) mostraram que cerca de 4% das sementes removidas por pequenos roedores do experimento não foram consumidas, o que sugere um papel potencial destes animais como dispersores de sementes. Apesar de ser pequena esta porcentagem, esse papel torna-se relevante devido à alta produção de pinhões da espécie. Além disso, vários estudos tem demonstrado que a perda de dispersores influencia negativamente o recrutamento e reduz estabelecimento de plântulas (CHAPMAN & CHAMPMAN, 1995; GALETTI et al. 2006).

## **5. CONCLUSÃO**

Podemos concluir que o enterrio de sementes de *Araucaria angustifolia* propicia melhores condições para a germinação, tanto em relação à umidade quanto à temperatura comparado com sementes dispersas sobre o solo, podendo favorecer o estabelecimento das plântulas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKES, Albano. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, v. 56, p. 115-130, 2001.
- BEWLEY, J. Derek et al. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. Springer Science & Business Media, 2012.
- BORDIGNON, Marcelo; MONTEIRO-FILHO, Emygdio LA. O serelepe *Sciurus ingrami* (Sciuridae: Rodentia) como dispersor do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae: Pinophyta). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 3, n. 2, p. 139-144, 2000.
- BRASIL, M. A. Regras para análise de sementes. **Brasília: LANARV/SNAD/MA**, 1992.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho et al. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasil: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994.
- DO AMARANTEI CLENILSO, Cassandro Vidal Talamini; MOTAI, Sehnen; IDEIII, Clarice Aparecida MegguerIII Gilberto Massachi. Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, 2007.
- CHAPMAN, Colin A.; CHAPMAN, Lauren J. Survival without dispersers: seedling recruitment under parents. **Conservation Biology**, v. 9, n. 3, p. 675-678, 1995.
- FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Germination-associated events and the desiccation sensitivity of recalcitrant seeds—a study on three unrelated species. **Planta**, v. 178, n. 2, p. 189-198, 1989.
- FERREIRA, A. G. ***Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze: germinação da semente e desenvolvimento da plântula**. 1977.

- FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A.; ZANON, A. Conservação de sementes de pinheiro-do-paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens. **EMBRAPA-CNPQ. Comunicado técnico**, 1999.
- GALETTI, Mauro et al. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 1, p. 141-149, 2006.
- GARCÍA, Daniel; BAÑUELOS, María-José; HOULE, Gilles. Differential effects of acorn burial and litter cover on *Quercus rubra* recruitment at the limit of its range in eastern North America. *Canadian Journal of Botany*, v. 80, n. 10, p. 1115-1120, 2002.
- GÓMEZ, J.M., 2004. Importance of microhabitat and acorn burial on *Quercus ilex* early recruitment: non-additive effects on multiple demographic processes. *Plant Ecol.* 172, 287–297. <http://dx.doi.org/10.1023/B:VEGE.0000026327.60991.f9>.
- HUECK, Kurt. As florestas da América do Sul. **São Paulo: Polígono**, p. 206-239, 1972.
- INOUE, M. Takao et al. Projeto madeira de Parana. 1984.
- IOB G, VIEIRA EM (2008) Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian *Araucaria* Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. *Plant Ecology* 198, 185–196. doi:10.1007/s11258-007-9394-6
- KISSMANN, Camila; HABERMANN, Gustavo. Different approaches on seed germination to look into global warming effects on *Araucaria angustifolia*. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 39-47, 2014.
- KOLLMANN, Johannes. Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale?. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 3, n. 1, p. 29-51, 2000.
- LEIVA, María José; DÍAZ-MAQUEDA, Ana. Fast-growing seeds and delayed rodent predatory activity in the seeding season: A combined mechanism to escape and survive rodent predation in *Quercus ilex* subsp. *ballota* L. acorns and seedlings. *Forest Ecology and Management*, v. 380, p. 23-30, 2016.

- LIU, Kun et al. Effect of diurnal fluctuating versus constant temperatures on germination of 445 species from the eastern Tibet Plateau. *PloS one*, v. 8, n. 7, p. e69364, 2013.
- MOREIRA-SOUZA, Milene; CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. seeds. ***Scientia Agricola***, v. 60, n. 2, p. 389-391, 2003.
- MONNIER, Yogan et al. Forest microhabitats differentially influence seedling phenology of two co-existing Mediterranean oak species. *Journal of Vegetation Science*, v. 23, n. 2, p. 260-270, 2012.
- PAISE, GABRIELA; VIEIRA, EMERSON M. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. ***Revista Brasileira de Botânica***, v. 28, n. 3, p. 615-625, 2005.
- SANQUETTA, Carlos Roberto et al. Sobrevivência de mudas de *Araucaria angustifolia* perante o controle de taquaras (Bambusoideae) no Paraná, Brasil. 2005.
- SOLÓRZANO-FILHO, Jorge Alberto. **Demografia, fenologia e ecologia da dispersão de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze (Araucariaceae), numa população relictual em Campos do Jordão, SP.** 2001. Tese de Doutorado.
- TOMPSETT, P. B. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. *Annals of Applied Botany, Webesbourne*, v. 105, n. 3, p. 581-586, 1984.
- VAZ, Tatiana AA et al. *Swartzia langsdorffii* Raddi: morphophysiological traits of a recalcitrant seed dispersed during the dry season. *Seed Science Research*, v. 26, n. 1, p. 47-56, 2016.
- VILLAR-SALVADOR, Pedro; HEREDIA, Norberto; MILLARD, Peter. Remobilization of acorn nitrogen for seedling growth in holm oak (*Quercus ilex*), cultivated with contrasting nutrient availability. ***Tree physiology***, v. 30, n. 2, p. 257-263, 2010.