

Influência da época de coleta e da densidade aparente de cones na
qualidade de sementes de *Pinus maximinoi* H. E. MooreInfluence of collection time and cone specific gravity on the quality of
Pinus maximinoi H. E. Moore seedsFabrício Antônio Biernaski¹, Antônio Carlos Nogueira²,
Evandro Vagner Tambarussi³, Ricardo Luis Mayer Weber¹, Letícia Miranda¹,
Marco Aurélio Figura¹ e James Stahl¹**RESUMO**

Pinus maximinoi H. E. Moore é uma espécie tropical que apresenta grande potencial para utilização em plantios de larga escala no Brasil, para produção de madeira para diversos fins. O presente trabalho objetivou avaliar a influência da época de coleta e da densidade aparente de cones na qualidade de sementes de *Pinus maximinoi* para obtenção de sementes com alto potencial germinativo. Amostras periódicas de cones foram coletadas de um Pomar Clonal de Sementes em Telêmaco Borba-PR entre os meses de outubro e dezembro de 2014, sendo avaliada a densidade aparente dos cones, realizada a extração das sementes, o armazenamento e a análise de germinação. Foram observadas altas proporções de sementes vazias (54%), porém sem relação com a época de coleta dos cones. O peso, porcentual de umidade e densidade aparente dos cones decrescem com o avanço das datas de amostragem, enquanto o percentual de germinação e o vigor das sementes aumenta. A densidade aparente dos cones está correlacionada com a maturação fisiológica das sementes, sendo que quanto menor a densidade aparente, maior o percentual de germinação ($R^2=0,96$). Recomenda-se realizar a coleta dos cones quando os mesmos apresentarem densidade aparente abaixo de $1,0 \text{ g/cm}^3$, testando a capacidade de os cones flutuarem em água.

Palavras-chave: Pinus tropical; Coleta de cones; Maturação fisiológica de sementes.

ABSTRACT

Pinus maximinoi H. E. Moore is a tropical species that presents great potential use for large scale plantations in Brazil for wood production for several purposes. The present study aimed to evaluate the influence of the collection time and the apparent density of cones on the quality of *Pinus maximinoi* seeds to obtain seeds with high germination potential. Periodic cone samples were collected from a Clonal Seed Orchard in Telemaco Borba-PR between October and December 2014, and the specific gravity was evaluated, seed extraction, storage and germination analysis was performed. A high proportion of empty seeds (54%) were observed, although unrelated with the cone collection time. Cone weight, humidity percentage and specific gravity decrease with the advance of the sampling dates, while the percentage of seed germination and seed vigor increases. Cone specific gravity is correlated with seed physiologic maturation, and the lower specific gravity the higher the germination percentage ($R^2=0.96$). It is recommended to collect the cones when they have the specific gravity below 1.0 g/cm^3 , testing the ability of the cones to float in water.

Keywords: Tropical pine; Cone collection; Seeds physiological maturation.

INTRODUÇÃO

Em sua região de ocorrência natural, *Pinus maximinoi* apresenta cones variando de 4,5 cm a 10,4 cm de comprimento, ocorrendo em grupos de três ou quatro, produzindo aproximadamente 145 sementes por cone, possuindo em média 75.500 sementes por quilograma (DVORAK et al., 2000). Entretanto pode apresentar baixa produção de sementes quando plantada em ambientes exóticos (ISAZA, 2009).

1. Klabin S.A. Telêmaco Borba, PR, Brasil.

2. Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, PR, Brasil.

3. Setor de Ciências Agrárias e Ambientais – SEAA, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Irati, PR, Brasil.

* Autor correspondente: fbiernaski@klabin.com.br

A baixa produção de sementes é um obstáculo para a utilização desta espécie em larga escala no Brasil. Torna-se importante a maximização da qualidade fisiológica da pequena quantidade produzida, com a finalidade de obtenção de sementes com alto percentual de germinação e vigor.

A obtenção de sementes de alta qualidade está diretamente relacionada ao estudo da maturação das sementes, que objetiva definir o momento ideal de colheita e o estágio de máxima qualidade das sementes, denominado de maturidade fisiológica. A maturidade fisiológica, atingida quando a semente alcança o máximo peso de matéria seca e apresenta acentuada redução no teor de água, é acompanhada por alterações no aspecto externo de frutos e sementes, apresentando máxima germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; LAZAROTTO et al., 2011). Sendo assim, é importante conhecer o ponto de maturação fisiológica para determinar o momento ideal de coleta dos cones, em que as sementes se encontrem maduras, mas ainda sem iniciar o processo de dispersão, para que a produção de sementes não seja perdida para o ambiente (BARNETT, 1976a).

Dependendo da espécie de pinus, diferentes indicadores do ponto de maturação fisiológica podem ser utilizados, como coloração, peso, diâmetro e densidade aparente dos cones (SCHUBERT; RIETVELD, 1970, BHAT et al. 2017, SINGH et al. 2017). Por exemplo, para *Pinus wallichiana* AB Jackson o peso e a densidade aparente dos cones decrescem com o avanço da maturação (BHAT et al. 2017). Segundo Barnett, (1976b) o ponto de maturação para *Pinus taeda* ocorre quando a densidade aparente dos cones atinge 0,88 g/cm³, momento em que maior número de sementes são obtidas por cone e maiores índices de germinação são alcançados. Por sua vez, a máxima germinação em *Pinus halepensis* Mill é obtida quando os cones atingem densidade aparente de 0,91 g/cm³, apresentando o maior teor de massa seca de sementes e o menor teor de umidade de sementes (SINGH et al. 2017). Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da época de coleta e da densidade aparente de cones na qualidade de sementes de *Pinus maximinoi* para obtenção de sementes com alto potencial germinativo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem de cones

A fonte de materiais utilizada para definição de padrões de coleta de cones de *Pinus maximinoi* foi um Pomar Clonal de Sementes (PCS) instalado em 1998 em Telêmaco Borba-PR localizado na Latitude 24° 6' 33,99"S, Longitude 50° 35' 40,78"O, e a 780 m de altitude, apresentando temperatura média anual de 19,5 °C e precipitação média anual de 1600 mm (KLABIN, 2017), com clima Cfa segundo classificação climática de Köppen.

O padrão de coleta de cones foi avaliado comparando valores de densidade aparente de cones com o percentual de germinação de sementes em distintos momentos de coleta. Amostras de cones foram coletadas com auxílio de uma tesoura acoplada em uma haste longa, em intervalos de aproximadamente uma semana, entre os meses de outubro e dezembro de 2014, totalizando oito períodos de amostragem (28/10/2014 a 18/12/2014).

Com a finalidade de obter resultados representativos do pomar, a amostragem de cones foi realizada em quatro clones do PCS, sendo amostradas três árvores por clone, totalizando 12 árvores. Semanalmente cinco cones de cada árvore foram amostrados no terço superior da copa, que foi dividida em quatro quadrantes. Dos cinco cones amostrados de cada árvore, quatro foram utilizados para análise de densidade aparente e em seguida os mesmos foram secos ao ar livre para liberação das sementes e armazenamento das mesmas e um cone foi utilizado para determinação de teor de umidade. Sendo assim, a cada semana foram coletados 60 cones, dos quais 48 cones foram utilizados para análise de densidade aparente e extração das sementes e 12 foram utilizados para determinação de teor de umidade.

A densidade aparente dos cones foi determinada individualmente, imediatamente após a coleta das árvores, dividindo o peso do cone fresco pelo volume do mesmo. O volume foi obtido através do peso da água deslocada após imersão total de cada cone em um recipiente com água sobre uma balança com duas casas decimais de precisão, utilizando como base a NBR 11941/2003 (ABNT, 2003). A porcentagem de umidade de cada cone foi determinada até a penúltima amostragem, antes do início da abertura natural dos cones, pelo método de estufa a 105 °C ± 3 °C, conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Também foram coletados, até a penúltima amostragem, dados de diâmetro e comprimento dos cones com a utilização de paquímetro digital.

O beneficiamento de sementes foi realizado cuidadosamente, extraindo manualmente as sementes dos cones e em seguida as mesmas foram levemente pressionadas manualmente contra uma peneira fina, para retirada das alas. Ao final todas as sementes foram armazenadas, sem a separação de sementes vazias. O armazenamento foi realizado em pacotes plásticos identificados e acondicionados em câmara fria úmida de sementes a 3 °C.

As sementes foram beneficiadas separadamente por árvore e por data de coleta. Em seguida as sementes das três árvores de cada clone foram agrupadas por data de coleta, formando uma amostra composta para as análises de germinação, resultando em quatro amostras por data de coleta, referentes aos quatro clones amostrados. Uma vez que foram realizadas amostragens em oito semanas, ao total foram obtidos 32 lotes de sementes.

Análise de germinação de sementes

A análise de germinação foi realizada no laboratório de biotecnologia da Klabin S.A em Telêmaco Borba-PR. Os 32 tratamentos foram analisados separadamente em um único teste de germinação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com 32 tratamentos e quatro repetições de 25 sementes.

Inicialmente as sementes foram tratadas por três minutos em solução de hipoclorito (diluição de 2% da solução comercial que possui 2,5% de hipoclorito) e em seguida foram lavadas três vezes com água destilada. Na sequência, as sementes foram distribuídas em recipientes tipo Gerbox contendo três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada, 25 sementes por Gerbox. Os recipientes foram identificados e fechados com as respectivas tampas e acondicionados em câmara de germinação a 25 °C \pm 0,5 °C com fotoperíodo de 16 horas de luz, onde permaneceram por 21 dias (BRASIL, 2013).

Contagens diárias de germinação e formação de plântulas foram realizadas. Foi considerada semente germinada a semente que emitiu radícula e considerada plântula após o surgimento de no mínimo cinco milímetros dos cotilédones. Ao final dos 21 dias de teste as sementes não germinadas foram avaliadas individualmente e classificadas como sementes duras (sementes com endosperma que não germinaram) e sementes vazias (sementes sem endosperma).

Os resultados foram tabulados e porcentagens de germinação e de emergência de plântulas foram calculados para cada repetição de tratamento. O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi calculado para cada repetição de cada tratamento, de acordo com metodologia proposta por Maguire (1962). A partir dos dados obtidos de cada repetição foram calculadas, para cada variável, médias agrupando os resultados dos quatro clones em cada período de amostragem, com a finalidade de assegurar a representatividade do PCS amostrado. Em seguida foram realizados testes de homogeneidade de variância e normalidade dos dados, que então foram analisados por meio de ajustes de equações (retas e polinomiais), em função dos períodos de amostragem. As significâncias estatísticas das equações de regressão ajustadas foram calculadas utilizando-se o teste F e seus coeficientes pelo teste t.

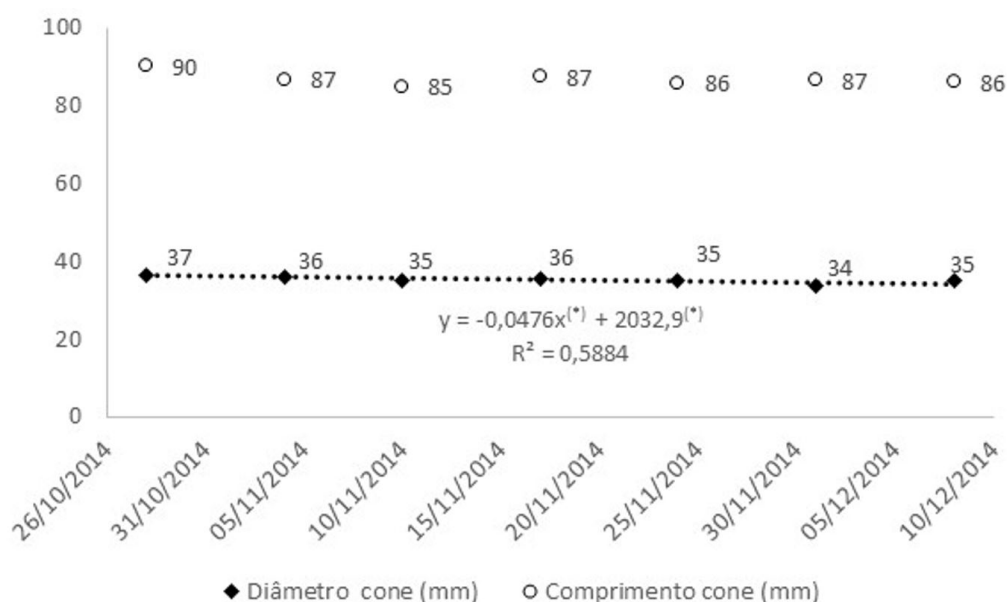
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação dos diâmetros e comprimentos médios dos cones foi pequena ao longo do período de amostragem. O comprimento médio dos cones variou de 85 mm a 90 mm e o diâmetro médio apresentou variação de 34 mm a 37 mm (Figura 1).

Em Telêmaco Borba-PR, *Pinus maximinoi* geralmente produz estróbilos femininos receptivos e dispersão de pólen no mês de agosto e dispersão de sementes no mês de dezembro do ano subsequente, apresentando desta forma um ciclo reprodutivo de 16 meses. Esta pequena variação do tamanho dos cones observadas nas últimas semanas antes da dispersão das sementes evidencia que os mesmos já estavam totalmente formados no período de abrangência da amostragem. Desta forma, a variação do tamanho dos cones não é um bom indicador do ponto de maturação fisiológica das sementes.

O peso médio dos cones apresentou queda ao longo do período da amostragem, sendo reflexo da diminuição do percentual de umidade (Figura 2).

A diminuição do peso e do percentual de umidade dos cones ao longo do período de amostragem evidencia que o ciclo de maturação das sementes está encerrando, tendendo a gerar sementes com baixo teor de umidade e maior teor de massa seca. Este padrão está de acordo com estudos desenvolvidos em diversas espécies, que demonstram que o ponto de maturação fisiológica está relacionado com

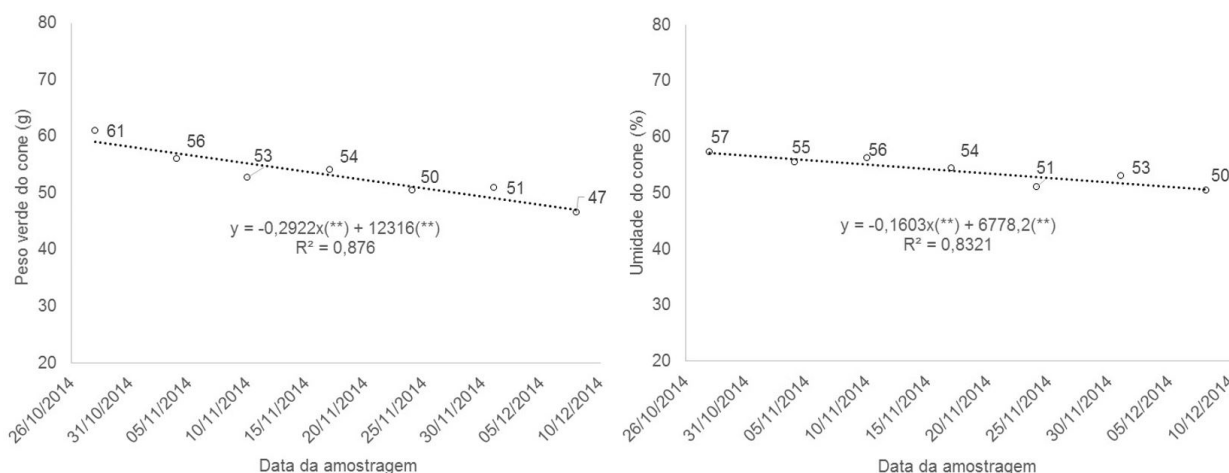


A regressão apresentada no gráfico é significativa a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, sendo (*) coeficientes significativos a nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

The regression shown in the graph is significant at 5% probability by the F test, with significant coefficients at 5% probability (*) by the t test.

FIGURA 1 - COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DE CONES DE *Pinus maximinoi* AMOSTRADOS AO LONGO DO TEMPO EM TELÊMACO BORBA-PR.

FIGURE 1 - MEAN LENGTH AND DIAMETER OF *Pinus maximinoi* CONES SAMPLED THROUGH TIME IN TELÊMACO BORBA-PR.



As regressões apresentadas nos gráficos são significativas a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sendo (**) coeficientes significativos a nível de 1% de probabilidade, pelo teste t

The regressions shown in the graphs are significant at 1% probability by the F test, with coefficients significant at 1% probability (**) by the t test.

FIGURA 2 - PESO MÉDIO DE CONES VERDES E PORCENTAGEM DE UMIDADE DE CONES DE *Pinus maximinoi* AMOSTRADOS AO LONGO DO TEMPO EM TELÊMACO BORBA-PR.

FIGURE 2 - MEAN WEIGHT OF GREEN CONES AND CONES MOISTURE PERCENTAGE OF *Pinus maximinoi* SAMPLED THROUGH TIME IN TELÊMACO BORBA-PR.

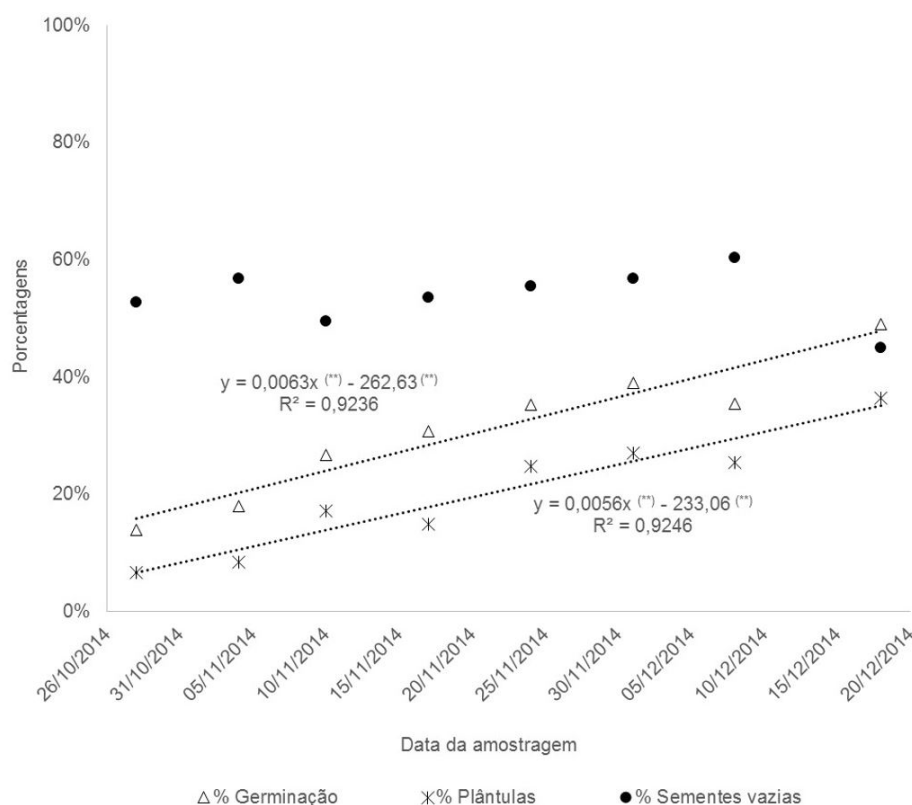
a diminuição da umidade dos frutos e sementes (AGUIAR et al., 2007; 1988; FONSECA et al., 2005; LAZAROTTO et al., 2011; LOPES; SOARES, 2006; RAGAGNIN et al., 1994; SOUZA; LIMA, 1985).

Em média foi verificado 54% de sementes vazias, porém sem relação com as datas de amostragens (R^2 0,0137ns), indicando que as causas da existência de sementes vazias não estão relacionadas à época de coleta dos cones e ao ponto de maturação fisiológica das sementes (Figura 3). Outros trabalhos também relataram a problemática de sementes vazias em *Pinus* spp. (GRIFFIN; LINDGREN, 1985; OWENS et al. 2008; SETIAWATI et al., 1999).

Setiawati et al. (1999), avaliando *Pinus radiata* D. Don, encontraram altas quantidades de sementes vazias (76%) em cruzamentos controlados, sendo que metade das sementes vazias chegaram a conter embriões e em seguida foram abortados e a outra metade não apresentou evidências de fertilização. Griffin e Lindgren (1985) verificaram que cruzamentos aparentados em *Pinus radiata* estavam relacionados com a produção de sementes vazias. Owens et al. (2008) estudando *Pinus albicaulis* Engelm observaram 30% de sementes vazias, atribuindo entre possíveis causas o aborto do embrião após a fertilização devido a autofecundações. Owens e Fernando (2007) observaram em cones de *Pinus monticola* Dougl. Ex D. Don que 30% dos óvulos foram abortados antes da efetiva polinização e 25% abortaram provavelmente por autoincompatibilidade durante o processo de fertilização. Iwaizumi e Takahashi (2012) verificaram que em *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc a autofecundação produziu aproximadamente 10% de sementes cheias enquanto a fecundação cruzada artificial produziu cerca de 60% de sementes cheias e a polinização aberta produziu aproximadamente 70% de sementes cheias. Por sua vez, Moody e Jett (1990) verificaram que a qualidade fisiológica de polens armazenados influenciou na quantidade de sementes vazias em cruzamentos de *Pinus taeda*.

Desta forma verifica-se que a alta proporção de sementes vazias obtidas nas amostragens de *Pinus maximinoi* não está relacionada ao ponto de maturação fisiológica, mas a outros fatores não avaliados no presente estudo. Possíveis explicações podem estar relacionadas ao limitado número de matrizes disponíveis para disponibilização de pólen no pomar e a liberação de pólen de forma dessincronizada entre os clones dos pomares, tendo como consequência autofecundações e posteriormente aborto do embrião das sementes. Gömöry et al. (2003), por exemplo, reportaram florescimento dessincronizado em *Pinus sylvestris* L.

Foi verificado que o percentual de germinação e de plântulas aumenta proporcionalmente à medida que as datas de amostragens progridem, indicando o avanço da maturação das sementes (Figura 3). Entretanto, devido ao alto percentual de sementes vazias, o máximo de germinação e plântulas obtidos foram de somente de 49% e 36% na última coleta, respectivamente.



As regressões apresentadas no gráfico são significativas a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sendo (**) coeficientes significativos a nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

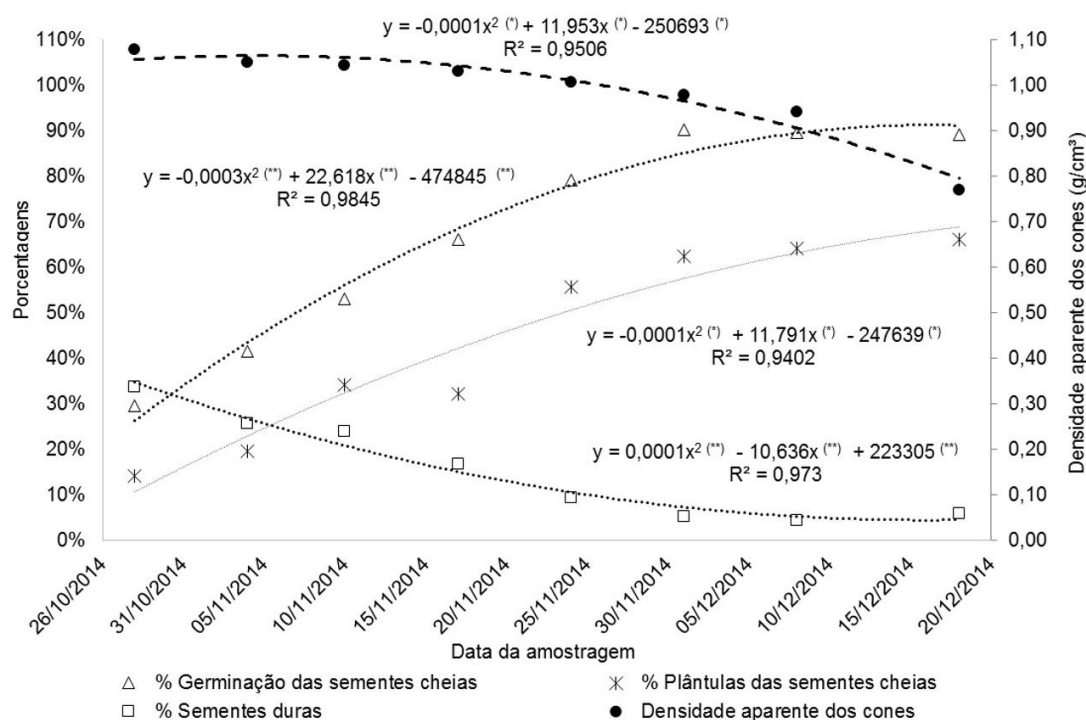
The regressions shown in the graphs are significant at 1% probability by the F test, with coefficients significant at 1% probability (**) by the t test.

FIGURA 3 - PORCENTAGEM DE SEMENTES VAZIAS, PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E PORCENTAGEM DE PLÂNTULAS DE *Pinus maximinoi* AMOSTRADOS AO LONGO DO TEMPO EM TELÊMACO BORBA-PR

FIGURE 3 - PERCENTAGE OF EMPTY SEEDS, GERMINATION PERCENTAGE AND SEEDLING PERCENTAGES OF *Pinus maximinoi* SAMPLED THROUGH TIME IN TELÊMACO BORBA-PR

Com a finalidade de retirar a influência das sementes vazias, os dados foram analisados considerando somente as sementes cheias (com endosperma), para as variáveis germinação, geração de plântulas e sementes duras (Figura 4). Verifica-se que o percentual de germinação e de geração de plântulas aumentou expressivamente ao se desconsiderar as sementes vazias. Neste caso a germinação chegou a 90% nas últimas coletas e o percentual de plântulas chegou a 66% na última coleta.

Trabalhos com outras espécies também encontraram relação entre o avanço das datas de coleta dos frutos com o aumento do potencial germinativo das sementes (AGUIAR et al., 2007; BHAT et al. 2017, RAGAGNIN et al.; 1994; SINGH et al. 2017), sendo indicativo de mudanças bioquímicas e da maturação fisiológica das sementes.



As regressões apresentadas no gráfico são significativas a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sendo (**) e (*) coeficientes significativos a nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
The regressions shown in the graph are significant at the 1% probability by the F test, with (**) and (*) being significant coefficients at the 1% and 5% probability levels, respectively, by the t test.

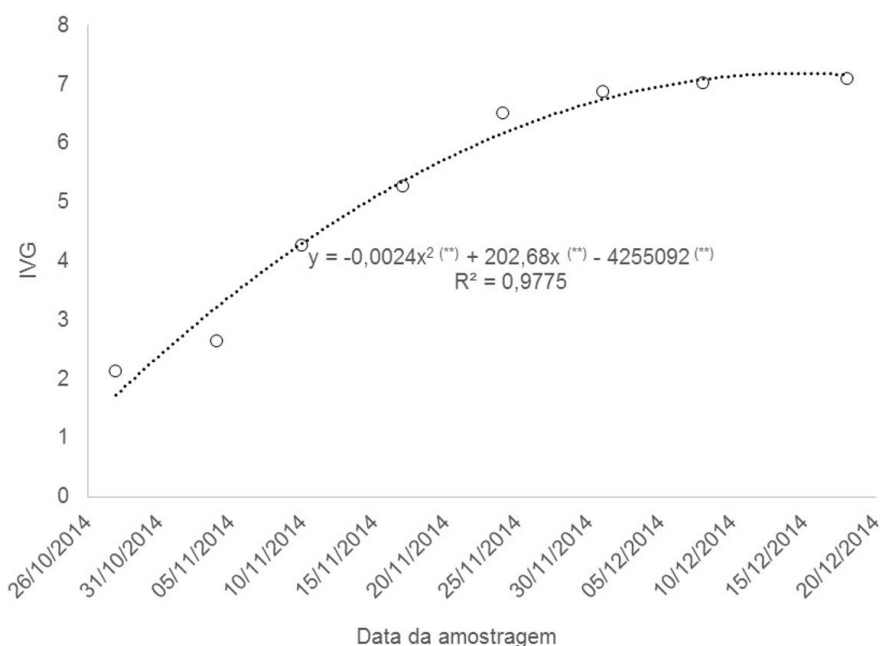
FIGURA 4 - PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES CHEIAS, PORCENTAGEM DE PLÂNTULAS GERADAS A PARTIR DAS SEMENTES CHEIAS, PORCENTAGEM DE SEMENTES DURAS E DENSIDADE APARENTE DOS CONES, AO LONGO DO TEMPO DE AMOSTRAGEM DE *Pinus maximinoi* EM TELÊMACO BORBA-PR.

FIGURE 4 - FULL SEEDS GERMINATION PERCENTAGE, FULL SEEDS PERCENTAGE OF GENERATED SEEDLINGS, HARD SEEDS PERCENTAGE AND CONE APPARENT DENSITY, THROUGH THE SAMPLING TIME OF *Pinus maximinoi* IN TELÊMACO BORBA-PR.

O percentual de sementes duras (sementes com endosperma que não germinaram) diminui com o avanço das datas de amostragem (Figura 4). Padrão semelhante foi verificado por Fonseca et al., (2005) em *Tabebuia chrysotricha* Standl, observando diminuição no percentual de sementes mortas com o avanço da maturação das sementes. Isto indica que as sementes coletadas antes do ponto de maturação não completaram seu ciclo fisiológico, impossibilitando sua germinação.

A diferença entre o percentual de germinação e o percentual de plântulas deve estar relacionado ao tempo da análise de germinação. Aparentemente os 21 dias de análise não foram suficientes para a emergência de plântulas de boa parte das sementes germinadas (que emitiram radícula).

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) também aumentou no decorrer do tempo (Figura 5), indicando que sementes coletadas no período adequado de maturação possuem maior vigor. Este mesmo padrão foi observado por Souza e Lima (1985) em *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan, por Aguiar et al., (2007) em *Caesalpinia echinata* Lam. Ou seja, sementes que estão no ponto de maturação fisiológica estão aptas a expressarem seu potencial, germinando com maior velocidade.



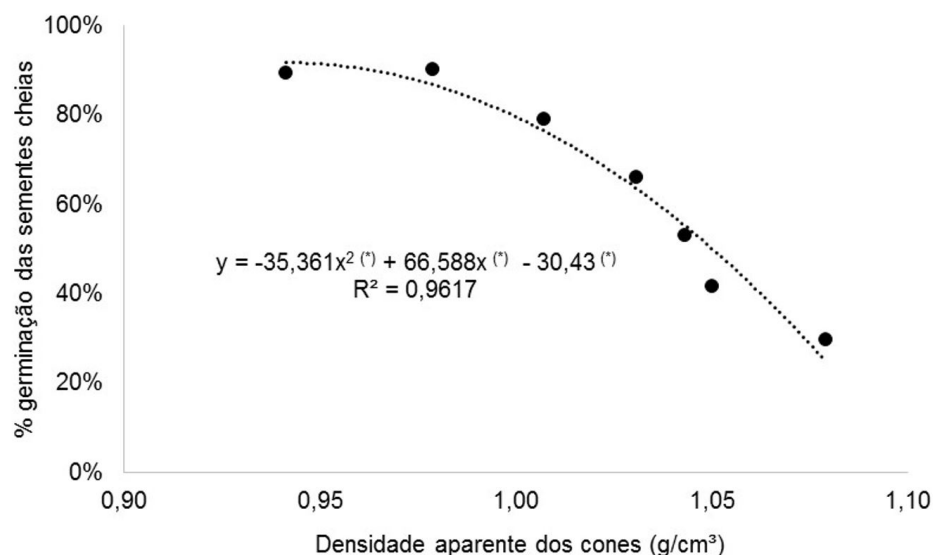
A regressão apresentada no gráfico é significativa a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sendo (**) coeficientes significativos a nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

The regression shown in the graph is significant at 1% probability by the F test, with significant coefficients at 1% probability (**) by the t test.

FIGURA 5 - ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DE SEMENTES DE *Pinus maximinoi* AO LONGO DOS PERÍODOS DE AMOSTRAGEM EM TELÊMACO BORBA-PR.

FIGURE 5 - GERMINATION SPEED INDEX (GSI) OF *Pinus maximinoi* SEEDS THROUGH THE SAMPLING PERIODS IN TELÊMACO BORBA-PR.

A densidade aparente dos cones mostrou-se um bom indicador para avaliação da maturação de sementes de *Pinus maximinoi*, sendo que a relação entre densidade aparente e germinação das sementes cheias pode ser verificada na Figura 6. Também é possível constatar na Figura 4 que a densidade aparente dos cones decresce à medida que as datas de amostragem avançam, sendo também um reflexo da perda de umidade dos cones ao longo do tempo (Figura 2).



A regressão apresentada no gráfico é significativa a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sendo (*) coeficientes significativos a nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

The regression shown in the graph is significant at 1% probability by the F test, with significant coefficients at 5% probability (*) by the t test.

FIGURA 6 - RELAÇÃO ENTRE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES CHEIAS E DENSIDADE APARENTE DOS CONES (ANTES DE INICIAR A ABERTURA NATURAL) PARA *Pinus maximinoi* EM TELÊMACO BORBA-PR.

FIGURE 6 - RELATIONSHIP BETWEEN FULL SEED GERMINATION AND CONE APPARENT DENSITY (BEFORE STARTING THE NATURAL OPENING) IN *Pinus maximinoi* IN TELÊMACO BORBA-PR.

O potencial de germinação das sementes de *Pinus maximinoi* aumenta à medida que a densidade aparente dos cones decresce. Bianchetti (1981) relata que os cones de *Pinus elliottii* Engelm e *Pinus taeda* L. estão aptos a serem coletados quando o peso específico dos cones atingirem 0,80 e 0,89 g/cm³, respectivamente. Por sua vez Barnett (1976b) aponta como adequada a densidade 0,88 g/cm³ para coleta dos cones de *Pinus taeda*, assim como Wakeley (1951) também relata que cones de *Pinus* spp. no sul dos EUA podem ser coletados quando atingirem densidade aparente de 0,89 g/cm³, e iniciam a abertura e liberação de sementes com densidade 0,70 g/cm³.

No presente estudo, cones com densidade aparente abaixo de 1,0 g/cm³ geram sementes com capacidade de germinação das sementes cheias acima de 80%. A partir da densidade aparente 0,95 g/cm³ a germinação das sementes cheias atingiu seu máximo de 92% (Tabela 1).

TABELA 1 - ESTIMATIVAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES CHEIAS, A PARTIR DA DENSIDADE APARENTE DOS CONES DE *Pinus maximinoi* EM TELÊMACO BORBA-PR.

TABLE 1 - GERMINATION PERCENTAGE ESTIMATES OF FULL SEEDS FROM THE APPARENT DENSITY OF *Pinus maximinoi* CONES IN TELÊMACO BORBA-PR.

Densidade aparente dos cones (g/cm ³)	Germinação das sementes cheias (%)
1,10	3%
1,09	14%
1,08	24%
1,07	33%
1,06	42%
1,05	50%
1,04	58%
1,03	64%
1,02	70%
1,01	75%
1,00	80%
0,99	83%
0,98	87%
0,97	89%
0,96	91%
0,95	92%
0,94	92%

Considerando o modelo ajustado: $y = -35,361x^2 + 66,588x - 30,43$ ($R^2=0,9617$).

O valor de 1,0 g/cm³ de densidade aparente dos cones pode ser considerado como um indicador prático para avaliação de maturação de sementes de *Pinus maximinoi* antes dos cones iniciarem seu processo de abertura e dispersão natural de sementes. A água possui densidade igual a 1,0 g/cm³, desta forma testes rápidos em campo podem ser realizados para avaliação da maturação dos cones utilizando-se um recipiente com água. Ao inserir cones recém extraídos das árvores no recipiente com água e os mesmos afundarem, isto indica que os mesmos não estariam aptos a serem coletados (densidade acima de 1,0 g/cm³), porém se os cones flutuarem (densidade abaixo de 1,0 g/cm³) os mesmos estariam aptos a serem coletados.

CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou resultados importantes para utilização comercial da espécie *Pinus maximinoi*:

Foi identificado alto porcentual de sementes vazias nas sementes de *Pinus maximinoi*, sem relação com o ponto maturação fisiológica das sementes.

A densidade aparente dos cones de *Pinus maximinoi* está correlacionada com a maturação fisiológica das sementes.

É possível melhorar significativamente a germinação e o vigor das sementes de *Pinus maximinoi* ao coletar os cones no ponto de maturação fisiológica.

Para avaliação do momento ideal para coleta dos cones de *Pinus maximinoi* recomenda-se avaliar periodicamente a densidade aparente dos cones e iniciar a coleta quando a densidade aparente estiver abaixo de 1.0 g/cm³.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Klabin S.A. e a Universidade Federal do Paraná pelo suporte recebido para desenvolvimento deste estudo e a Fundação Araucária pela bolsa de Produtividade concedida ao autor Evandro V. Tambarussi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F. F. A.; PINTO, M. M.; TAVARES, A. R.; KANASHIRO, S. Maturação de Frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., Pau-Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2007.
- AGUIAR, I. B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P. Y. Maturação Fisiológica de Sementes de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden. **IPEF**, v. 38, n.1, p. 41-9, 1988.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: **Madeira – Determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.
- BARNETT, J. P. Earlier Collection Dates For Southern Pine Cones. In: **SOUTHEASTERN AREA NURSERY CONFERENCE**. Atlanta, 1976 Proceedings...Atlanta: US Department of Agriculture, Forest Service, 1976a p. 50-56.
- BARNETT, J. P. **Cone and Seed Maturation of Southern Pines**. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, 1976b. 12 p. (Forest Service Research Paper SO-122)
- BIANCHETTI, A. Tecnologia de sementes de essências florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 3, n. 3, p. 27-46, 1981.
- BHAT, G. M.; MUGHAL, A. H.; MALIK, A. R.; KHAN, P. A.; SOFI, P. A.; ISLAM, M. A. Cone and seed maturity indices in *Pinus wallichiana* under temperate conditions of Kashmir Himalayas, India. **Journal of Applied and Natural Science**, Haridwar v. 9, n. 4, p. 1987-1993, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2013, 97 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009, p. 399.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Campinas: Fundação Cargil, 1988, p. 590.
- DVORAK, W. S.; GUTIÉRREZ, E. A.; GAPARE, W. J.; HODGE, G. R.; OSORIO, L. E.; BESTER, C.; KIKUTI, P. *Pinus maximinoi*. In: Conservation & testing of tropical & subtropical forest tree species. Raleigh: CAMCORE Cooperative, College of Natural Resources, 2000, p. 107-127.
- FONSECA, F. L.; MENEGARIO, C.; MORI, E. S.; NAKAGAWA, J. Maturidade fisiológica das sementes do ipê amarelo, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC) Standl. **Scientia forestalis**. v. 69, n. 3, p. 136-141, 2005.
- GRIFFIN, A. R., LINDGREN, D. Effect of inbreeding on production of filled seed in *Pinus radiata* — experimental results and a model of gene action. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 71, n. 2, p. 334–343, 1985.
- GÖMÖRY, D.; BRUCHÁNIK, R.; LONGAUER, R. Fertility Variation and Flowering Asynchrony in *Pinus sylvestris*: Consequences for the Genetic Structure of Progeny in Seed Orchards. **Forest Ecology and Management**, v. 174, n. 1-3, p. 117-126, 2003.
- ISAZA, N. Promoción de floración en huertos semilleros de *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii* en Colombia. **Boletín de Noticias Camcore para México y Centroamérica**, v. 3, n. 2, p.1, 2009.

- IWAZUMI, M. G.; TAKAHASHI, M. Effects of pollen supply and quality on seed formation and maturation in *Pinus densiflora*. **The Botanical Society of Japan and Springer**, v. 125, n. 4, p. 517-525, 2012.
- KLABIN. Dados históricos da estação meteorológica da KLABIN. Telêmaco Borba: Klabin, 2017.
- LAZAROTTO, M.; BELTRAME, R.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina crista-galli* L. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 9-16, 2011.
- LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Estudo da Maturação de Sementes de Carvalho Vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (Dc.)Naud.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 623-628, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MOODY, W. R.; JETT, J. B. Effects of Pollen Viability and Vigor on Seed Production of Loblolly Pine. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 14, n. 1, p. 33-38, 1990.
- OWENS, J. N.; FERNANDO, D. Pollination and Seed Production in Western White Pine. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 37, n. 2, p. 260-275, 2007.
- OWENS, J. N.; KITTIRAT, T.; MAHALOVICH, M. F. Whitebark Pine (*Pinus albicaulis* Engelm.) Seed Production in Natural Stands. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 3-4, p. 803-809, 2008.
- RAGAGNIN, L. I. M.; COSTA, E. C.; HOPPE, J. M. Maturidade Fisiológica de Sementes de *Podocarpus lambertii* Klotzsch. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 23-41, 1994.
- SCHUBERT, G. H.; RIETVELD, W. J. **Bristlecone pine-its phenology, cone maturity and seed production in the San Francisco Peaks, Arizona**. New Orleans: USDA, 1970. 7 p. (Forest Service Research Note RM-180)
- SETIAWATI, Y. G. B.; RIDING, R. T.; SWEET, G. B. Determination of the Stage at Which Failure Occurred in Empty Control-Pollinated Seeds of *Pinus radiata*. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 29, n. 3, p. 366-374, 1999.
- SINGH, A.; HUSAIN, M.; MIR, N. A.; WANI, A. A.; BHAT, G. M.; MUGLOO, J. A. Influence of Cone Collection Date on Cone, Seed and Germination Characteristics in Aleppo Pine (*Pinus halepensis* Mill. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, v. 5, n. 3, p. 1050-1057, 2017.
- SOUZA, S M.; LIMA, P. C. F. Maturação de Sementes de Angico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 7, n. 2, p. 93-99, 1985.
- WAKELEY, P. C. Planting the Southern Pines: Volume 1 – Planting Policies, seed. Nova Orleans: U.S. Department of Agriculture, 1951. 224 p.

Recebido em: 16/04/2018

Aceito em: 25/03/2019