

Capacidade germinativa *in vitro* de pólen de diferentes variedades de bananeiras diploides (*Musa acuminata*) coletadas ao longo de um ano em Santa Catarina

Ramon Felipe Scherer¹, Grace Karina Kleber Romani²

Resumo – A banana é uma das frutas de maior importância econômica e social no mundo. A obtenção contínua de novas variedades é indispensável para aumentar a resiliência da cadeia produtiva da banana. Uma das principais metodologias de melhoramento é o cruzamento entre variedades comerciais e genótipos diploides melhorados. Assim, neste trabalho se avaliou a taxa de germinação *in vitro* de grãos de pólen de três genótipos diploides melhorados de bananeira durante doze meses, por meio da análise e comparação das taxas médias de germinação mensal e total de cada genótipo. Verificou-se que a taxa de germinação *in vitro* dos grãos de pólen depende do genótipo e que as maiores taxas de germinação mensal e total foram constatadas no genótipo 4232-06. Observou-se também uma flutuação da taxa de germinação em todos os genótipos ao longo dos meses avaliados, sendo os maiores valores registrados no primeiro semestre do ano, destacando-se as estações do verão e outono meteorológicos.

Termos de indexação: Banana; Melhoramento; Cruzamentos.

In vitro germination capacity of pollen from different varieties of diploid banana plants (*Musa acuminata*) collected over a year in Santa Catarina

Abstract – Bananas are one of the most economically and socially important fruits in the world. The continuous obtaining of new varieties is crucial to increasing the resilience of the banana production chain. One of the main breeding methodologies is the crossing of commercial varieties with improved diploid varieties. Thus, this study evaluated the germination rate of three improved diploid banana genotypes over twelve months, analyzing and comparing the average monthly and total germination rate of each accession and observing the fluctuation of the germination rate within each genotype over the months evaluated. It was found that the *in vitro* germination rate of pollen grains depends on the genotype and that the highest monthly and total germination rates were found in genotype 4232-06. A fluctuation in the germination rate was also observed in all genotypes throughout the months evaluated, with the highest values recorded in the first half of the year, emphasizing on the seasons of meteorological summer and autumn.

Index terms: Banana; Breeding; Crosses.

A banana (*Musa* spp.) tem grande relevância mundial, uma vez que, além de ser a principal fonte de carboidratos para milhões de pessoas, é uma das frutas *in natura* mais consumidas e exportadas do mundo (Faostat, 2024). Porém, essa importância socioeconômica está baseada em poucos tipos de banana comercializados, o que torna a cadeia

produtiva frágil a problemas bióticos e/ou abióticos (Bakry e Horry, 1992), como ocorre no Brasil, onde há dois principais tipos de banana consumidas, a banana branca (produzida por variedades do subgrupo Prata) e a banana caturra (produzida por variedades do subgrupo Cavendish). Instituições de pesquisa ao redor do mundo vêm tentando

ampliar a diversidade de tipos da banana consumidas através da geração de novos genótipos que possam ser utilizados pela cadeia produtiva da fruta. Neste contexto, uma das principais metodologias para o melhoramento de *Musa* spp. é o cruzamento entre variedades comerciais e genótipos diploides melhorados (Silva *et al.*, 2013).

Recebido em 15/10/2024. Aceito para publicação em 28/11/2024.

Editor de seção: Rafael Roveri Sabiao

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) – Estação Experimental de Itajaí (EEI), Rodovia Antônio Heil, 6800, Itajaí, SC, CEP 88318-112. ramonscherer@epagri.sc.gov.br

² Engenheira-agrônoma, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, Rua XV de Novembro, 1299, Curitiba, PR, CEP 80060-000.

Doi: <https://doi.org/10.52945/rac.v37i3.1942>

As principais variedades comerciais, normalmente utilizadas como plantas maternas, são triploides ($2n = 3x = 33$) e apresentam altos graus de infertilidade; entretanto, gametas femininos não reduzidos (triploides) ($2n=3x=33$) podem ser fecundados por gametas haploides ($n = x=11$), provindos de grãos de pólen de genótipos diploides melhorados, dando origem a genótipos tetraploides ($2n=4x=44$) (Bakry e Horry, 1992). A Epagri mantém, desde o final da década de 1990, em suas dependências na Estação Experimental de Itajaí (EEI) uma coleção de 16 genótipos diploides melhorados. Na época, a Empresa recebeu tais acessos da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Quando se observam pesquisas sobre viabilidade de grãos de pólen de bananeira ao redor do mundo, é possível notar que as porcentagens de germinação de grãos de pólen são variáveis, dependendo do local, das condições de germinação e/ou do genótipo (Soares *et al.*, 2015; Youmbi *et al.*, 2011; Soares *et al.*, 2008). Neste sentido, considera-se a avaliação da germinação *in vitro* a metodologia mais eficiente para verificar a viabilidade de grãos de pólen (Zhang; Zhao; Hoshino, 2023). Assim, com o objetivo de aperfeiçoar as técnicas de melhoramento genético da bananeira na Epagri, buscou-se identificar se há algum padrão na viabilidade de grãos de pólen de bananeira relacionado à época do ano por meio da comparação das taxas médias de germinação de grãos de pólen de três diferentes genótipos diploides ao longo de doze meses consecutivos, assim como a média total.

Flores masculinas de três genótipos diploides melhorados de bananeira (0337-02; 2803-01 e 4223-06) gerados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura e cultivados na Epagri/EEI ($26^{\circ}56'54.946''S$ e $48^{\circ}45'39;34.625''O$) foram coletadas uma vez por mês entre julho de 2023 e junho de 2024. As flores eram coletadas entre uma e quatro

horas após o amanhecer (nascer do sol) de inflorescências de flores masculinas no estágio de antese (considerando este estágio flores com pétalas recém-abertas) (Figura 1A). Em seguida as flores eram trazidas em frascos de vidros, individuais para cada genótipo, para o laboratório de cultura de tecidos vegetais da Epagri/EEI, onde o pólen era inoculado em placas de Petri (60 x 15mm) contendo meio de cultura composto por $150g L^{-1}$ de sacarose, $0,20g L^{-1}$ de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $0,10g L^{-1}$ de KNO_3 , $0,3g L^{-1}$ de $Ca(NO_3)_2$, $0,1g L^{-1}$ de H_3BO_3 , $8g L^{-1}$ de Ágar e com pH ajustado para 7,0, de acordo com Soares *et al.* (2008). A deposição dos grãos de pólen no meio de cultura foi realizada com auxílio de pincéis (pincel chato nº

10 e nº 12), com os quais se passavam suavemente as cerdas sobre as anteras das flores masculinas a uma distância cerca de 10cm acima das placas de Petri, contendo o meio de cultura (Figura 1B). Em seguida, as placas eram tampadas e lacradas com filme plástico PVC e acondicionadas em sala de crescimento a $25^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ (totalizando, em média, 4,1 placas por tratamento em cada mês). Após 24h \pm 4h as placas eram analisadas, contabilizando a taxa de germinação em uma área de $1cm^2$, com o auxílio de um estereomicroscópio, por meio da fórmula: número de grãos de pólen germinados dividido pelo número de grãos de pólen total (Figuras 1C, 1D e 1E). Considerou-se grão de pólen germinado aquele que possuía

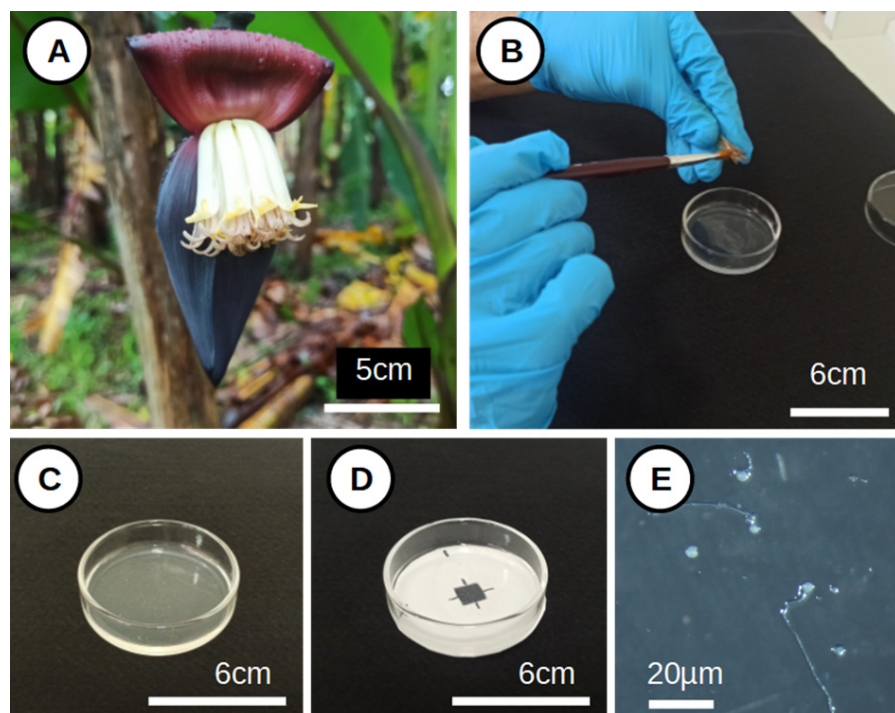


Figura 1. Coleta e germinação *in vitro* de grãos de pólen de bananeira. A) Inflorescência com flores masculinas na antese; B) Inoculação dos grãos de pólen ao meio de cultura; C) Placa de Petri contendo grãos de pólen inoculados; D) Placa de Petri contendo grãos de pólen acima de gabarito com área de $1cm^2$; E) Detalhe de pólen do genótipo 4223-06 germinado 24 horas após inoculação *in vitro*

Fotos: Ramon Felipe Scherer

Figure 1. Collection and *in vitro* germination of banana pollen grains. A) Inflorescence with male flowers at anthesis; B) Inoculation of pollen grains into the culture medium; C) Petri dish containing inoculated pollen grains; D) Petri dish containing pollen grains above the guide with an area of $1cm^2$; E) Pollen from genotype 4223-06 germinated 24 hours after *in vitro* inoculation

Photos: Ramon Felipe Scherer

tubo polínico com tamanho igual ou maior ao diâmetro do grão de pólen. Desta forma, através dos intervalos de confiança das taxas de germinação, a 95% de confiabilidade, foram analisadas e comparadas, entre cada genótipo, a média da taxa de germinação em cada mês e durante o período total avaliado (entre julho de 2023 e junho de 2024). Da mesma forma, foram analisadas e comparadas, dentro de cada genótipo, as médias das taxas de germinação durante os meses avaliados, entre o segundo semestre de 2023 e o primeiro semestre de 2024, entre cada estação meteorológica do ano.

O genótipo 4223-06 apresentou a maior taxa de germinação em 11 dos 12 meses avaliados, com exceção do mês de novembro de 2023, quando ele não diferiu do genótipo 0337-02 (Figura 2A). Por sua vez os genótipos 0337-02 e 2803-01 não diferiram em 6 dos meses avaliados, em 5 dos meses o genótipo 0337-02 apresentou maior germinação e em 1 dos meses o genótipo 2803-01 apresentou maior germinação. O genótipo 4223-06 apresentou a maior taxa de germinação média total quando comparado aos dois outros genótipos, os quais não diferiram entre si (Figura 2B). Quando se observou cada genótipo individualmente ao longo dos 12 meses, todos apresentaram diferenças significativas em pelo menos um mês do ano (Figura 2A). Em termos gerais, observou-se uma maior taxa de germinação no primeiro semestre do ano de 2024 quando comparada a taxa do segundo semestre de 2023 nos genótipos 4223-06 e 2803-01 (Figura 2C). Nesse sentido, os genótipos 4203-06 e 0337-02 apresentaram maiores porcentagens de germinação nos meses do outono e do verão meteorológicos, sendo que ambos os genótipos não apresentaram diferenças entre primavera e inverno (Figura 2D). Já para o genótipo 2803-01, as maiores porcentagens de germinação foram observadas nos meses de outono, verão

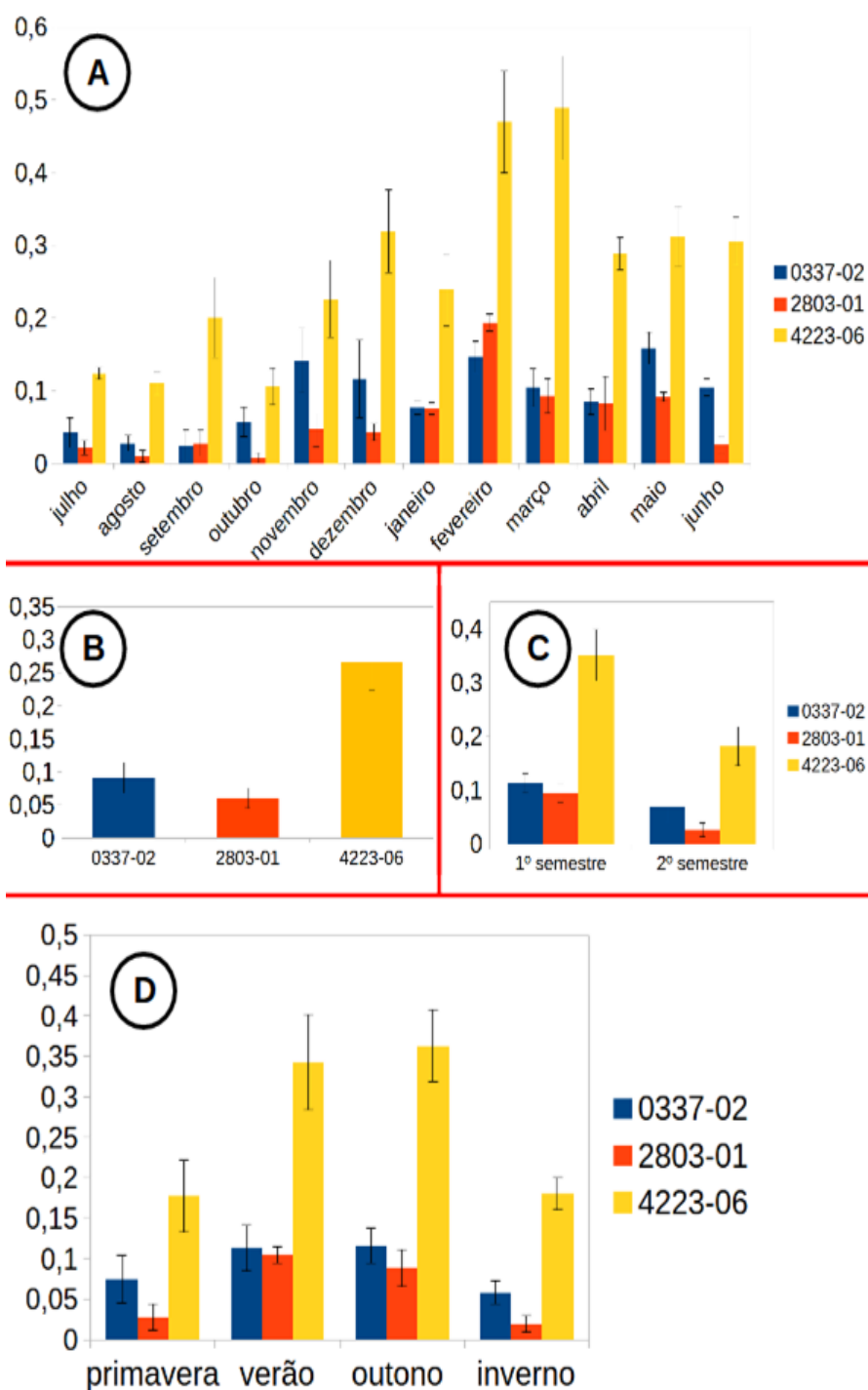


Figura 2. Taxas de germinação *in vitro* de grãos de pólen de três variedades diploides melhoradas de bananeira (0337-02, 2803-01 e 4223-06): A) Taxas de germinação média mensal entre julho de 2023 e junho de 2024; B) Taxas de germinação média total entre julho de 2023 e junho de 2024; C) Taxas de germinação média de pólen obtida no segundo semestre de 2023 e no primeiro semestre de 2024; D) Taxas de germinação média em cada estação meteorológica entre julho de 2023 e junho de 2024

Figure 2. In vitro germination rates of pollen grains from three improved diploid banana varieties (0337-02, 2803-01 and 4223-06): A) Average monthly germination rates between July 2023 and June 2024; B) Total average germination rates between July 2023 and June 2024; C) Average pollen germination rates obtained in the second half of 2023 and the first half of 2024; D) Average pollen germination rates in each meteorological station of the year between July 2023 and June 2024

e primavera meteorológicos, sendo que esta última estação não diferiu dos resultados encontrados no inverno.

Observou-se que na mesma região de Itajaí, SC, a obtenção de sementes de bananeira desenvolvidas completamente (com presença de embrião e endosperma), obtidas em três anos de cruzamentos entre variedades comerciais (plantas maternas) e diploides melhorados (plantas paternas), oscilou durante o período do ano, sendo maior no outono meteorológico quando comparada às outras estações meteorológicas (Scherer; Mariguele; Beltrame, 2024). Além disso, imagens anuais de satélites de bananais catarinenses também demonstram que os bananais, entre junho e novembro (correspondendo às estações do inverno e primavera meteorológicos), apresentaram plantas menos vigorosas (Trabaquini e Pandolfo, 2023). Nesse sentido, Guimarães e de Deus (2021) observaram que os nutrientes Ca, Zn, Cu e B apresentaram baixas concentrações nas folhas de bananais catarinenses nos meses de setembro a dezembro, quando comparados aos meses de janeiro a abril. Estes autores relacionam tais resultados a uma combinação da pouca mobilidade (ou total imobilidade) desses nutrientes nas plantas e da baixa absorção deles no solo devido ao déficit hídrico e à menor transpiração, comuns nos meses mais frios, uma vez que os nutrientes citados são absorvidos por fluxo de massa. Provavelmente, as condições ambientais que levam à diminuição do vigor dos pomares e a menores concentrações de nutrientes no segundo semestre do ano também podem influenciar para uma menor viabilidade dos grãos de pólen, uma vez que as condições do ambiente de germinação *in vitro* foram as mesmas durante todo o experimento (meio de cultura, tipo de placa de Petri e condições de crescimento). Soares *et al.* (2015) também observaram diferenças na viabilidade de grãos de pólen de

bananeira entre diferentes estações do ano em Cruz das Almas, BA. Trata-se de uma região que apresenta clima diferente da região do presente estudo, sendo que estes autores observaram uma maior viabilidade dos grãos de pólen no verão em comparação com o inverno.

Este trabalho aponta evidências para a influência do período do ano na viabilidade de grãos de pólen de bananeiras diploides. Por isso, sugere-se a realização de um novo estudo abrangendo período superior a um ano. Além disso, o trabalho confirma a genótipo dependência da viabilidade de grãos de pólen, uma vez que o genótipo 4223-06 se destacou em relação à capacidade germinativa *in vitro* dos grãos de pólen.

Agradecimentos

À Fapesc, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste estudo e aos funcionários da Epagri/EEI, principalmente os envolvidos com o projeto Fruticultura Tropical.

Referências

BAKRY, F.; HORRY, J.P. Tetraploid hybrids from interploid 3x x 2x crosses in cooking bananas. *Fruits*, v.47, p.641-647, 1992.

FAOSTAT. **Crops and livestock products 2022**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 14 outubro 2024.

GUIMARÃES G.G.F.; de Deus, J.A.L. Diagnosis of soil fertility and banana crop nutrition in the state of Santa Catarina. *Revista Brasileira De Fruticultura*, v. 43, n.4, e–124, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452021124>

SCHERER, R.F.; MARIGUELE, K. H.; BELTRAME, A.B. Seed formation in banana (*Musa* spp.) in relation to time of year and environmental conditions in the Brazilian subtropics. In: REUNION INTERNACIONAL ACORBAT, 2024,

Mérida. **Memorias[...]**, Mérida, 2024, p. 37.

SILVA, S de O.; AMORIM, E.P.; SANTOS-SEREJO, J.A.; FERREIRA, C.F.; DITA RODRIGUEZ, M.A. Melhoria genética da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.35, p.919-931, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300032>

SOARES, T.L.; SOUZA, E. H.; SAMPAIO, L.F.S.; COSTA, A.P.C.; SILVA, S de O.; SANTOS-SEREJO, J.A. Effect of collection time on the viability of banana pollen grains. *African Journal of Biotechnology*, v.14, p.1207-1214, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2015.14449>.

SOARES, T.L.; SILVA, S de O.; COSTA, M.A.P.C.; SANTOS-SEREJO, J.A.; SOUZA, A.S.; MORAIS-LINO, L.S.; SOUZA, E.H.; JESUS, O.N. In vitro germination and viability of pollen grains of banana diploids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.8, p.111-118, 2008.

TRABAQUINI, K.; PANDOLFO C. Zoneamento e mapeamento das áreas produtoras de banana. In: GUIMARÃES, G.G.F.; BELTRAME, A.B.; MALBURG, J.L.; MARO, L.A.C.; SCHERER, R.F.; NEGREIROS, R.J.Z. (Eds) **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2023, p.33-45.

YOUNBI, E.; FONKAM, N.J.P.; TOMEKPE, K.; FONBAH, C. In vitro Germination and Pollen Conservation of Some Musa Species. *Asian Journal of Biotechnology*, v.3, n.6, p. 554-563, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajbkr.2011.554.563>

ZHANG, M.; ZHAO, J.; HOSHINO, Y. Deep learning-based high-throughput detection of in vitro germination to assess pollen viability from microscopic images. *Journal of Experimental Botany*, v.74, n.21, p. 6551–6562, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erad315>.