

ARTIGOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DA UFSC: 25 ANOS DE AVANÇOS E DESAFIOS

Tiago Montagna^{1*}, Valdir Marcos Stefenon², Rubens Onofre Nodari³ e Miguel Pedro Guerra³

Resumo

Criado com o intuito de desenvolver pesquisa e formação de recursos humanos que atendam a demandas atuais e futuros do Brasil e em colaboração com o mundo, o Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPGRGV) chega aos seus 25 anos e, ao mesmo tempo que comemoramos essa marca, propomos uma reflexão sobre nossa caminhada e nosso papel na sociedade. Após esses anos de lutas e conquistas, o PPGRGV se vê renovado e desafiado. Neste artigo, essa história é revisitada, contada e revivida por duas gerações distintas de docentes do programa, incluindo os idealizadores e aqueles que seguem construindo o PPGRGV.

Palavras-Chave: *Conservação, melhoramento genético, interações ecológicas, segurança alimentar, agricultura, natureza*

Abstract

GRADUATE PROGRAM IN PLANT GENETIC RESOURCES AT UFSC: 25 YEARS OF ADVANCES AND CHALLENGES. Created with the aim of developing research and training of human resources that meet current and future demands in Brazil and in collaboration with the world, the Graduate Program in Plant Genetic Resources (PPGRGV) reaches its 25th anniversary and, at the same time we celebrate this milestone, we propose a reflection on our journey and our role in society. After these years of struggles and achievements, PPGRGV finds itself renewed and challenged. In this article, this story is revisited, told and relived by two different generations of the program's teachers, including the creators and those who continue to build the PPGRGV.

Keywords: *Conservation, genetic improvement, ecological interactions, food security, agriculture, nature*

Introdução

O primeiro Programa de Pós-Graduação (PPG) do Brasil a explicitamente adotar em seu nome os Recursos Genéticos Vegetais (RGVs) completou 25 anos de existência em 2023. Sediado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o PPG em Recursos Genéticos Vegetais (PPGRGV) representa o esforço de formar mestres e doutores capazes de caracterizar, conservar, manejar e melhorar os recursos genéticos vegetais domesticados e não domesticados, com o emprego das tecnologias e metodologias apropriadas.

Os 25 anos cumpridos em 2023 coincidiram com um momento histórico de grande efervescência no que se refere à relação da humanidade com os RGVs e com o planeta. O campo das biotecnologias frequentemente apresenta novas técnicas, cada vez mais poderosas e, em grande medida, mais acessíveis, o que lhes dá imenso potencial de influenciar

¹ Sub-coordenador do PPG Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil

* E-mail: t.montagna@ufsc.br

² Coordenador do PPG Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil

³ Professores permanentes e membros do grupo idealizador do PPG Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil

na humanidade e nos RGVs. Exemplos recentes de novas e poderosas biotecnologias são as técnicas de sequenciamento de nova geração, que permitem sequenciar com precisão, velocidade e eficiência sem precedentes. Neste sentido, pode-se mencionar também a técnica do CRISPR/Cas9 (Doudna & Charpentier, 2014), que promete, e em certa medida entrega, a possibilidade de editar genes de maneira rápida e precisa. Contudo, os produtos destas tecnologias necessitam ser adequadamente avaliados em termos de segurança alimentar e aspectos ambientais antes do cultivo e consumo em larga escala.

As técnicas mencionadas, juntas a outras tantas, permitiram avanços significativos no conhecimento da diversidade de RGVs. Contudo, quando se trata de produzir alimentos, o modelo vigente e dominante segue negligenciando tal diversidade ao privilegiar monocultivos de uma porção absurdamente estreita das opções de RGVs existentes. Importa ressaltar que não é apenas a diversidade de RGVs que é sistematicamente negligenciada no atual sistema dominante de produção de alimentos no âmbito do agronegócio, mas também a diversidade de saberes humanos que estão associados aos usos e sistemas de manejo de diversas espécies. Por exemplo, na Floresta de Araucárias, formação florestal severamente reduzida e fragmentada durante o século XX (Nodari, 2018), há belos e numerosos exemplos de conhecimentos tradicionais associados ao uso de espécies, tais como os da araucária, erva-mate, caraguatá e outras tantas, e à domesticação da paisagem como um todo, resultando em sistemas produtivos como as caívas e os faxinais (Reis, et al 2018). Tão profícuas de conhecimentos também são as pessoas que habitam diversas outras formações florestais e biomas no Brasil (Levis et al., 2018, Clement et al., 2021).

Entrementes, existe a urgência climática na qual nós humanos estamos lançando o planeta em que vivemos. O mais recente relatório do Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC) demonstra o impacto das ações humanas sobre o clima global e quais são as perspectivas, poucas delas alvissareiras. A ação humana, especialmente a emissão de gases do efeito estufa, causou um aumento de 1,1° C da temperatura global desde o início do século XX até o presente (IPCC, 2023). Pior que isto é a constatação, também do IPCC, de que as medidas que temos tomado para manter o aquecimento futuro abaixo de 1,5° C não estão sendo suficientes. Os efeitos do aquecimento global na distribuição de espécies ao redor do globo, nos sistemas de produção de alimentos (Leal Filho et al, 2022) e em demais aspectos vêm sendo estudados e as previsões tampouco são auspiciosas.

Tendo em vista o cenário descrito, urge entender como poderemos, enquanto sociedade, promover relações mais harmônicas entre humanos e os demais componentes da biodiversidade que nos cerca e que nos provê a possibilidade da existência. Este artigo pretende apresentar, contar a história, e debater a atuação e as perspectivas do PPGRGV, no sentido de contribuir com a discussão de como nos relacionarmos de maneira sustentável com a biodiversidade para podermos sobreviver e legar um planeta habitável às futuras gerações.

Pré-história: a gênese de uma ideia

Ainda que o PPGRGV tenha 25 anos de existência, a ideia de sua criação germinou ainda na década de 1980, época em que o Centro de Ciências Agrárias da UFSC não contava com nenhum PPG. Em 1981, com a vinda do professor Fernando Irajá Félix de Carvalho (*in memoriam*), para atuar como professor visitante no recém-formado Departamento de Fitotecnia, surgiu a provocação de que o Departamento deveria sediar um PPG, caso quisesse fazer diferença na pesquisa. O professor Fernando, à época, já era professor da UFRGS, atuava na pós-graduação e tinha uma visão muito clara de qual poderia ser a contribuição deste tipo de formação de pessoas para o avanço da ciência no país.

Provocação feita e aceita restava agora a tarefa homérica de formar um conjunto de professores doutores capazes de criar e gerenciar um PPG. No início da década de 1980 apenas 2 professores do Departamento de Fitotecnia possuíam título de doutor. Portanto, em 1983, foi elaborado um planejamento estratégico para que, em 15 anos, todos os professores do Departamento tivessem concluído seus doutorados e para que, ao final desta etapa de formação conjunta, pudesse ser lançado um PPG pelos idos de 1998. Esta etapa de formação conjunta foi bastante intensa, pois a

Universidade era um ambiente bem distinto. Por exemplo, para que um professor pudesse sair e fazer seu mestrado ou doutorado, outro professor deveria assumir suas disciplinas. Esta dinâmica, por mais intensa que tenha sido, resultou num quadro de docentes com conhecimentos amplos dentro da área da Fitotecnia e, em certa medida, resultou também em coesão. A meta foi alcançada praticamente na íntegra, pois somente um dos 17 docentes não foi titulado com o doutorado no prazo previsto no planejamento.

Em 1995, com boa parte dos professores com doutorado concluído ou em andamento, sobrava ainda a empreitada de estruturar uma ideia de PPG que tivesse aderência com as formações dos professores não só do Departamento de Fitotecnia, mas também de outros departamentos que, mais importante, pudesse representar uma ideia inovadora. Importa ressaltar que o Departamento de Fitotecnia da UFSC está localizado em Florianópolis/SC, município que está relativamente afastado dos centros mais importantes da produção agrícola brasileira. Além disso, no início da década de 1990, já havia outros PPGs importantes e consolidados na área da Fitotecnia em outras universidades brasileiras. Como estruturar um PPG que trouxesse algo novo para formação na área de ciências agrárias?

A proposta

O final da década de 1980 e o início dos anos 90 marcaram uma época de inflexão na criação de uma consciência coletiva acerca da conservação da biodiversidade e das questões climáticas. Um dos marcos mais importantes desta época foi a Eco-92, que foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, sediada no Rio de Janeiro. Como resultado da Eco-92, surge outro marco histórico que é a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, 1992). Os objetivos da CDB, da qual o Brasil é Parte Contratante, são:

“...a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado. (CDB, 1992)

Ecossistemas e desdobramentos deste momento histórico ficaram muito claros na proposta que foi preparada e submetida à CAPES em 1997. O ainda não nascido PPGRGV pretendia aliar o uso e o desenvolvimento de tecnologias apropriadas (FAO, 1995) para promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. O foco principal eram os diferentes ambientes da Mata Atlântica, com sua diversidade das formações florestais, em unidades de conservação ou não e também com os agricultores, bancos de germoplasma e empresas residentes ou sediados neste bioma. Esta diversidade de ambientes proporciona recursos genéticos vegetais de diferentes naturezas, domesticados ou selvagens, crioulos ou melhorados, além da possibilidade de introduções. Portanto, a estrutura de linhas de pesquisa do PPGRGV foi elaborada para abordar diferentes aspectos destes ambientes e RGVs, visando gerar produtos tais como novas variedades ou estratégias de conservação *in situ* e *ex situ*. A Figura 1 resume esta estrutura de estudo e manejo de ambientes e RGVs que compôs a proposta do PPGRGV. Para maior detalhamento a respeito da contextualização e da fundamentação teórica que embasou esta proposta, consulte Guerra et al. (1998).

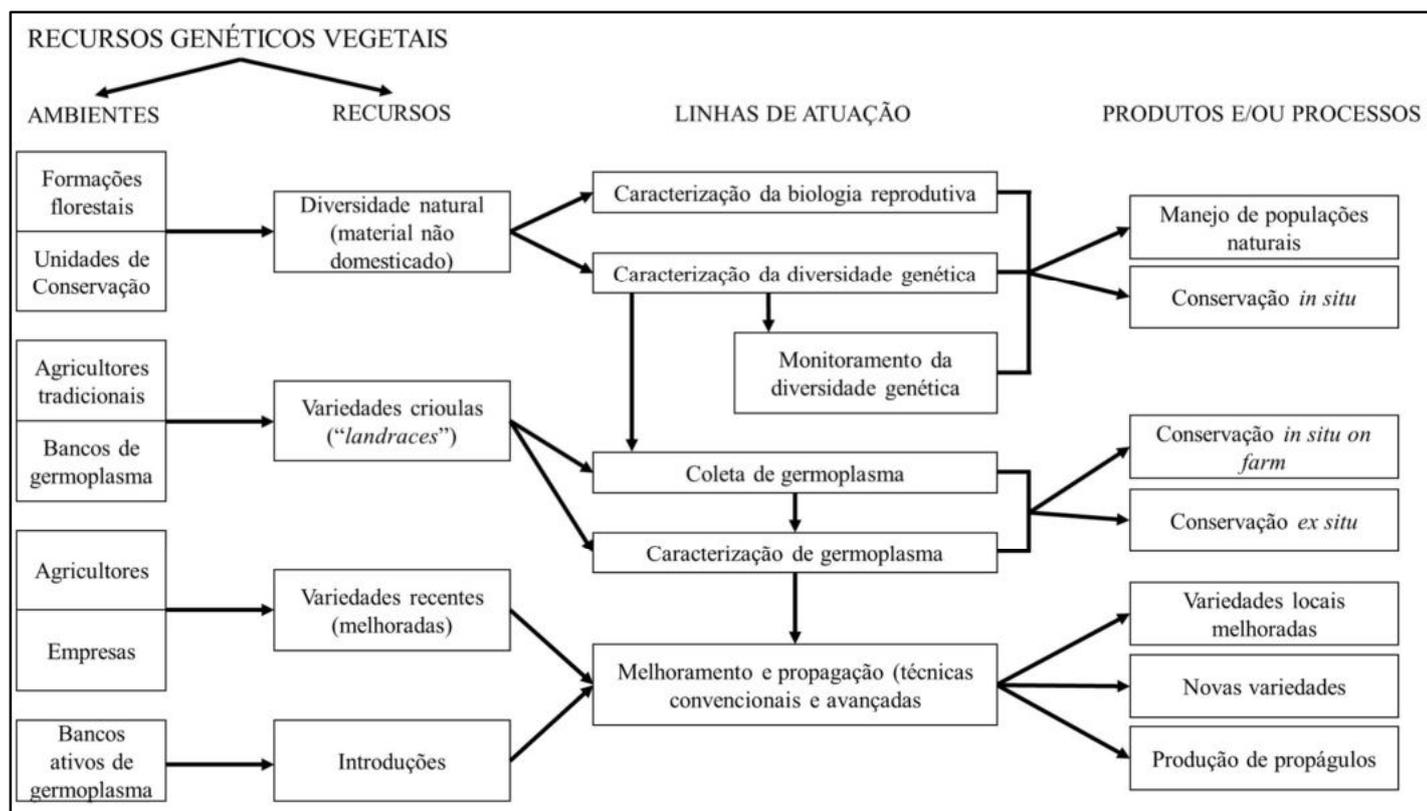


Figura 1. Proposta de manejo dos recursos genéticos vegetais, sob a ótica de diferentes linhas de pesquisa e visando gerar distintos produtos. Esta proposta embasa o nascimento do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Adaptado de Guerra et al. (1998).

A principal inovação foi levar em conta na formação dos novos mestres e doutores as principais características do sistema agrícola industrial usado pelo agronegócio tais como as desconexões entre agricultura e ambiente, entre consumidores e agricultores ou campo e cidade (rural e urbano) e entre políticas públicas e consequências (intencionais e não-intencionais). Portanto, o PPRGV deveria levar em conta, nas disciplinas e nas suas dissertações e teses a concepção e o conteúdo relacionados à interface da agronomia com a biologia, visando alicerçar a sustentabilidade nas suas diversas dimensões, notadamente a ambiental, a social e a econômica, esta última praticamente a única dimensão no sistema industrial usado majoritariamente pelo agronegócio.

O florescimento e a consolidação do PPGRGV: 1998 a 2013

A proposta detalhada no item anterior foi submetida à CAPES e aprovada em 1997, o que desencadeou o início do PPGRGV no ano de 1998, com conceito 3 e curso de mestrado. O programa iniciou, e segue, com uma área de concentração (Recursos Genéticos Vegetais) e cinco linhas de pesquisa: i) Biologia Reprodutiva e Fluxo Gênico; ii) Caracterização, Coleta e Conservação de Germoplasma; iii) Ecologia e Manejo Sustentável de Plantas; iv) Fisiologia do Desenvolvimento e Metabolismo; e v) Genética e Melhoramento de Plantas. Na primeira avaliação, à época trienal, o conceito do PPGRGV foi elevado para 4, o que possibilitou a abertura do curso de doutorado, que teve sua primeira turma ingressando em 2002. Na avaliação subsequente, em 2003, o curso passou de 4 para 5, mantendo o conceito 5 em 2007 e atingindo o conceito 6 em 2010. Por fim, em 2013, o PPGRGV manteve conceito 6, sendo então enquadrado na categoria de "Programa de Excelência Acadêmica" (PROEX).

Esta rápida ascensão foi possibilitada pela realização de uma série de pesquisas e parcerias cruciais para o desenvolvimento do PPGRGV. Nesta época, professores e estudantes do programa desenvolveram pesquisas que possibilitaram, dentre outros, o avanço no conhecimento da estrutura genética de populações de plantas domesticadas e não domesticadas, visando subsidiar estratégias de coleta, conservação, domesticação, melhoramento e manejo de espécies (Auler et al., 2002, Mariot et al., 2002, Santos et al., 2005, Kist et al., 2010); o desenvolvimento de estratégias de uso e conservação de espécies nativas e formações florestais (Reis et al., 2000, Fantini & Guries, 2007, Baldauf & Reis 2010); desenvolvimento de sistemas de micropropagação de genótipos superiores e variedades crioulas, bem como avanço no entendimento da fisiologia do desenvolvimento de RGVs autóctones selvagens e domesticados (Steiner et al., 2007; Steinmacher et al., 2007; Alves et al., 2007; Inocente et al., 2007); o desenvolvimento de cultivares de recursos genéticos autóctones (Ducroquet et al., 2008); avanço na caracterização de riscos associados ao uso de variedades geneticamente modificadas (Nodari & Guerra, 2001; 2004; Agapito-Tenfen et al, 2013); o avanço no conhecimento da produção vitivinícola e de frutíferas de clima temperado no Sul do Brasil (Borghezan et al., 2003; Rogalski et al., 2003; Malinowski et al., 2012) e caracterização de conhecimento tradicional associado ao uso de RGVs e manejo de paisagem (Reis et al., 2007; Santos et al., 2009; Steenbock e Reis, 2013). A Figura 2 representa a diversidade de espécies e abordagens das linhas de pesquisa do PPGRGV.

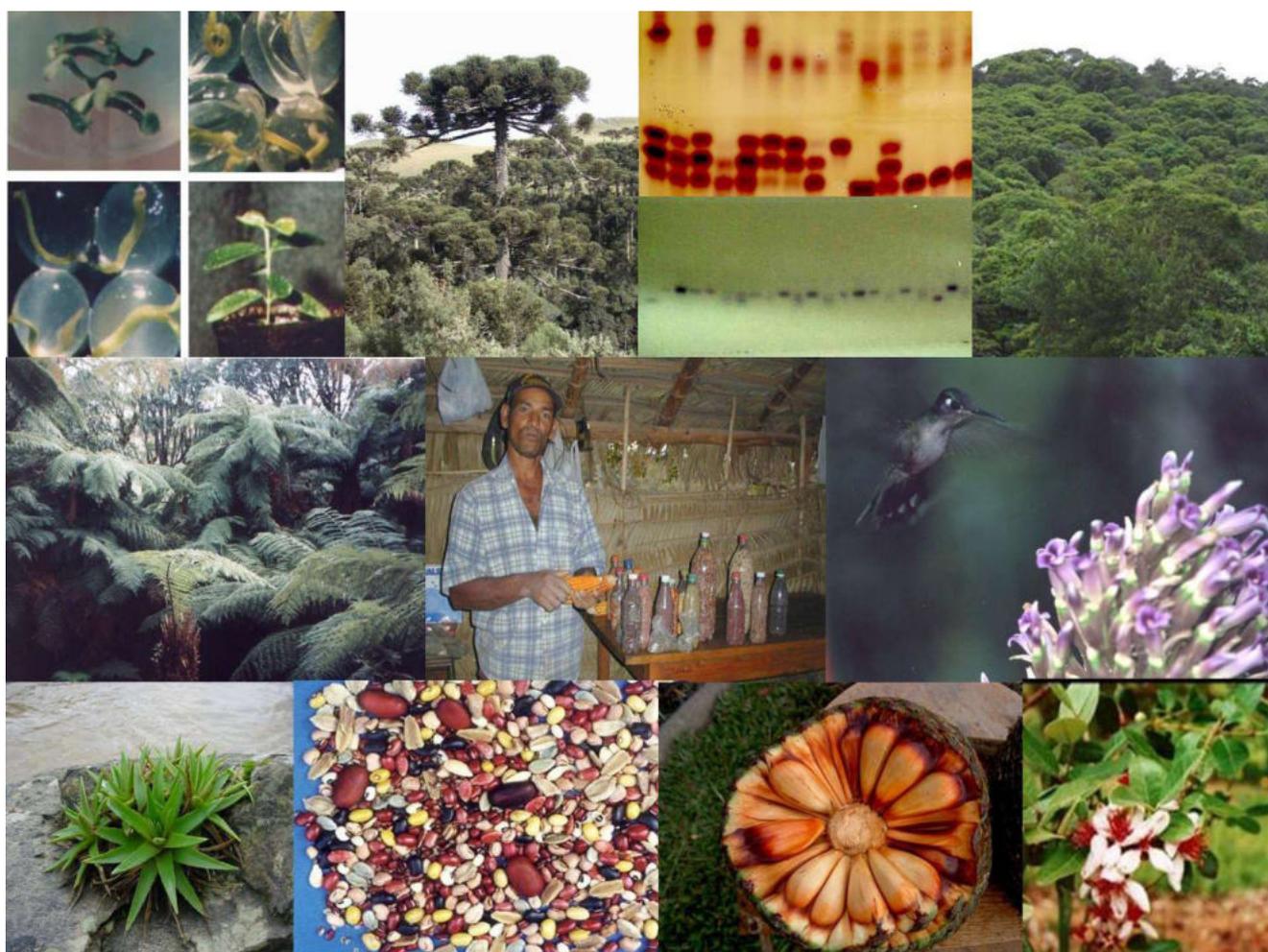


Figura 2. Representação parcial de espécies e abordagens de trabalho que envolvem as teses e dissertações desenvolvidas no programa.

Durante a fase de consolidação do PPGRGV, diversas parcerias nacionais e internacionais foram estabelecidas para possibilitar o desenvolvimento de pesquisas e o intercâmbio de estudantes e professores, das quais destacam-se as parcerias com a EPAGRI/SC, EMBRAPA/CENARGEN e INPA/Manaus, acordos de cooperação técnico-científica com o Leiden/Asterdam Center for Drug Research (Leiden University – Leiden, Holanda) e com a Universidade de Alicante (Alicante, Espanha), convênios com a Fundação Edmund Mach (Itália), o Julius Kühn Institute (Alemanha), com o GenOk - Center of Biosafety (Noruega), com a Universidad Técnica de Manabí (Equador) e a Universidade de Gotinghen (Holanda), entre outros.

Nesta mesma época, o PPGRGV começou a receber um número significativo de estudantes de outros países. Até o presente momento, estudantes de 12 países distintos (Angola, Argentina, Bolívia, Colômbia, Cuba, Equador, EUA, México, Moçambique, Panamá, Peru e Uruguai) já desenvolveram seus trabalhos de pesquisa e obtiveram o título de mestre ou doutor no RGV. É importante destacar a história por trás dos estudantes angolanos no PPGRGV. No início da década de 2010 foi estabelecida uma parceria entre a UFSC e a Universidade Agostinho Neto (UAN), de Angola, que visava, dentre outros, a estruturação de um curso de mestrado em Recursos Fitogenéticos na UAN e a vinda de estudantes angolanos para realizarem suas pesquisas no PPGRGV. Esta parceria orgulha muito toda a comunidade do PPGRGV, pois ela, de fato, rendeu ótimos frutos. Docentes do programa foram para Angola ministrar disciplinas concentradas e, posteriormente, os estudantes de mestrado deste país vieram ao Brasil para cursar outras disciplinas e concluir suas pesquisas no PPGRGV. No total, 13 Angolanos obtiveram o mestrado com a parceria estabelecida.

Parcerias com distintos setores da sociedade brasileira também permitiram exercitar a concepção da busca da sustentabilidade nas distintas dimensões, agora incluindo as atividades de extensão. Programas de melhoramento genético participativo foram desenvolvidos tanto para a goiabeira-serrana (em parceria com o Centro Ecológico de Ipê-RS) como para milho (parceria com o Movimento dos Pequenos Agricultores - MPA) e alho, na região de Curitiba (em parceria com a Associação de Produtores de Alho). Da mesma forma, o PPGRGV teve participação ativa na concepção e instalação da biofábrica Foz do Chapecó, em Alpestre, RS para a micropropagação em larga escala de mudas de morango, abacaxi e banana para pequenos agricultores das regiões do Extremo Norte do Estado do RS e do meio Oeste de SC, em conjunto com a Cooperativa Extremo Norte de Alpestre e a Casa Familiar Rural de Alpestre. Participou ativamente da estruturação de estratégias de manejo sustentável de várias espécies, tais como palmito-jussara, samambaia-preta, bracatinga, erva-mate, caraguatá e araucária, atuando também na construção de normativas para a exploração dessas espécies. Outro exemplo é o projeto “Nosso Carvão”, que trabalha com a sustentabilidade de florestas secundárias manejadas para a produção de madeira, especialmente na região da Grande Florianópolis. Dentre outras várias ações de extensão, destaca-se ainda a participação de pesquisadores do PPGRGV em conselhos consultivos de Unidades de Conversação, atuando na construção de planos de manejo e desenvolvendo, em parceria, atividades didáticas, de extensão e de pesquisa nesses locais.

Este início da década de 2010 representou uma época de grande entusiasmo dentro do PPGRGV, pois estávamos em uma outra realidade em termos de financiamento, o que possibilitou estruturar laboratórios com equipamentos de última geração, promover viagens de campo com muita facilidade, promover o intercâmbio de professores e estudantes e, em suma, realizar pesquisas de ponta e, no bojo destas, formar recursos humanos altamente capacitados. Para exemplificar, apenas na década de 2010, o PPGRGV formou 97 doutores e 138 mestres, que atuam em diferentes setores da sociedade brasileira e também em 12 países, como África do Sul, Alemanha, Canadá, Chile, Colômbia, Equador, Estados Unidos, México, Noruega, Portugal, Suíça e Uruguai.

Adequações nas linhas de pesquisa e desafios do presente

A partir de 2015, por outro lado, uma série de desafios adicionais foram interpostos ao PPGRGV em sua missão de fazer pesquisa de ponta e formar recursos humanos altamente capacitados. A queda drástica e posterior estagnação do financiamento público da educação que o Brasil experimenta desde 2015, aliada à pandemia de COVID-19 e a uma campanha sistemática de descredibilização da ciência nos legou, especialmente, uma queda na busca por parte de novos estudantes, além de uma dificuldade muito grande em manter a infraestrutura laboratorial e em captar recursos para novos projetos de pesquisa. Estes desafios persistem até o presente momento.

Em paralelo ao cenário exposto, internamente, o quadro de docentes permanentes do PPGRGV passou por mudanças expressivas, tendo em vista a chegada de novos integrantes em substituição daqueles que encerraram sua contribuição. Com esta mudança, houve espaço também para novas ideias, formas de pensar e fazer pesquisa, que foram incorporadas nas linhas de pesquisa. Portanto, ao final de 2021, como resultado do Planejamento Estratégico, a nova descrição de cada linha de pesquisa do PPGRGV foi adequada, visando, ao mesmo tempo, atender aos interesses dos novos docentes e manter a fidelidade em relação à área única de concentração, RGVs. As mudanças mais significativas dizem respeito à inclusão de pesquisas que caracterizem as interações dos RGVs com outros recursos genéticos, especialmente microrganismos e insetos; que abordem as temáticas dos sistemas agrofloretais e da restauração ambiental; e que avaliem biossegurança associada às novas tecnologias do melhoramento de plantas. Assim, a atual redação de cada uma das linhas de pesquisa é a seguinte:

- **Biologia Reprodutiva e Fluxo Gênico:** determinação dos sistemas reprodutivos, morfologia e fenologia da floração, oferta de recursos florais, dispersão e interação com fauna de polinizadores, dinâmica de movimentação de alelos, efeitos adversos na dinâmica de polinizadores.
- **Caracterização, Coleta e Conservação de Germoplasma:** caracterização da diversidade e estrutura genética de populações vegetais silvestres; caracterização do conhecimento tradicional associado ao uso de espécies silvestres e variedades crioulas, repartição de benefícios e políticas associadas; técnicas de prospecção, coleta e conservação de germoplasma.
- **Ecologia e Manejo Sustentável de Plantas:** ecologia de populações e de comunidades vegetais; serviços ecossistêmicos; caracterização e manejo das interações de plantas com microrganismos e artrópodes na produção agrícola e recuperação ambiental; desempenho de plantas em diferentes situações ambientais e de manejo; sistemas agrofloretais; restauração ambiental.
- **Fisiologia do Desenvolvimento e Metabolismo:** estudos básicos e aplicados da fisiologia do desenvolvimento e metabolismo vegetal; morfogênese in vivo e in vitro e fatores que as afetam; estudos ecofisiológicos.
- **Genética e Melhoramento de Plantas:** análise da organização da variabilidade, estrutura genética de populações de plantas cultivadas; herança e melhoramento genético com o auxílio de técnicas clássicas, celulares e moleculares e abordagens com enfoque participativo; biossegurança associada às novas tecnologias do melhoramento de plantas.

Internacionalização

A Internacionalização do Programa vem sendo consolidada com a manutenção e aumento de convênios e parcerias, obtenção de recursos financeiros, intercâmbio científico de docentes e estudantes, cursos ministrados no exterior por docentes do PPGRGV, publicação de artigos em revistas de alto fator de impacto, procura por estudantes estrangeiros. Adicionalmente, a aprovação ainda em 2018 e a implementação efetiva em 2019 do sub-projeto do PPGRGV “Caracterização, conservação e uso sustentável da biodiversidade”, inserido no Projeto Institucional de Internacionalização da Pós-graduação da UFSC e financiado pelo programa PrInt da CAPES está proporcionando a ampliação a qualidade das atividades de internacionalização do Programa. Isto permitiu a mobilidade para a modalidade Doutorado Sanduíche de estudantes do PPGRGV, bem como a participação de docentes do RGV como Professores visitantes em várias universidades e institutos de pesquisa estrangeiro e vice-versa.

O futuro

A frase “*business as usual is no longer an option*”, ou variações, vem sendo proferida em vários fóruns, aparecendo em diversas publicações e sob vários contextos, especialmente desde a década de 2010. Esta frase também aparece no documento da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) “*The future of food and agriculture – Trends and challenges*” (FAO, 2017) e reapareceu no terceiro número deste mesmo documento (FAO, 2022). O sentido de tal frase nestes documentos é de que não é mais possível manter as mesmas práticas de produção de alimentos se quisermos, enquanto sociedade, viver em mundo livre da fome e da desnutrição, onde os alimentos e agricultura contribuem para melhorar os padrões de vida de todos, especialmente os mais pobres, de uma forma econômica, social e ambientalmente sustentável (FAO, 2017). Ainda no âmbito das definições vale mencionar que a segurança alimentar é definida pela condição em que todas as pessoas, durante todo o tempo, tenham acesso físico, social e econômico a alimento seguro, nutritivo e suficiente, e que atendam suas preferências e necessidades alimentares para uma vida ativa e saudável (FAO, 1996, 2021). Já a soberania alimentar é definida pelo direito das pessoas e dos estados soberanos determinarem democraticamente suas próprias políticas agrícolas e alimentares (FAO, 2021). Alcançar estes conceitos na prática continua sendo a grande missão do PPGRGV. O futuro do PPGRGV está justamente em manter o legado que foi construído durante 25 anos de muito trabalho, mas também com um grande espírito de integração, respeito e coletividade institucional.

As ações e projetos futuros deste programa vinculados às linhas de pesquisa terão o mesmo e antigo desafio de promover a diversidade dos cultivos agrícolas e propor sistemas de manejo em bases sustentáveis, mas agora diante de cenários incertos derivados principalmente das mudanças climáticas globais e considerando também um incremento populacional maior do que aquele existente no momento de criação do PPGRGV, 25 anos atrás.

As nossas linhas de pesquisa já estão e continuarão a estudar as plantas e seus ecossistemas associados de forma que os mesmos possam ser manejados e conservados e que os recursos genéticos, de forma mais ampliada e diversa, possam garantir a base de suprimento alimentar para o futuro da humanidade. A divulgação do conhecimento gerado nesses estudos e a formação de recursos humanos capacitados são contribuições robustas do PPGRGV para o futuro da humanidade. Nosso atual corpo docente e discente é também diverso e ao mesmo tempo que tem ampliada riqueza de recursos humanos e novas tecnologias mantém os velhos desafios da agricultura mundial. O PPGRGV é e continuará sendo uma fonte de conhecimento e lugar seguro para que modelos alternativos e saudáveis de manejo, conservação e produção de alimentos possam ser desenvolvidos e ampliados. Não temos dúvida de que esta é uma demanda mundial e um compromisso sério com o futuro da humanidade.

Agradecimentos

Em nome do PPGRGV, os autores agradecem a todos os discentes, atuais e egressos, os quais são a razão da existência de nosso Programa; à Bernadete Maria Possebon Ribas, por seu incansável e cuidadoso trabalho ao longo destes 25 anos; a todos os docentes, atuais e egressos, (que sejamos sempre entusiastas!); aos docentes Maurício Sedrez dos Reis e Neusa Steiner, que aportaram contribuições valiosas para este artigo.

Referências

AGAPITO-TENFEN, S; GUERRA, M.; WIKMARK, O. G.; NODARI, R. O. Comparative proteomic analysis of genetically modified maize grown under different agroecosystems conditions in Brazil. **Proteome Science**, v. 11, p. 46, 2013.

ALVES, G. M.; DALVESCO, L. L.; GUERRA, M. P. Micropropagation of the Brazilian endemic bromeliad *Vriesea reitzii* through nodule clusters culture. **Scientia Horticulturae**, v. 110, p. 204-207, 2007.

- AULER, N. M. F.; REIS, M. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. The genetics and conservation of *Araucaria angustifolia*: I. Genetic structure and diversity of natural populations by means of non-adaptive variation in the state of Santa Catarina, Brazil. **Genetics and molecular biology**, 25, 329-338. 2002.
- BALDAUF, C.; REIS, M. S. Effects of harvesting on population structure of leatherleaf fern (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) in Brazilian Atlantic Rainforest. **American Fern Journal**, v. 100, p. 148-158, 2010.
- BORGHEZAN, M.; MORAES, L. K. A.; MOREIRA, F. M.; SILVA, A. L. Propagação *in vitro* e avaliação de parâmetros morfofisiológicos de porta-enxertos de videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.7, p. 783-789, 2003.
- CLEMENT, C. R.; et al. Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. **Quaternary**, v. 4, p. 4, 2021.
- DOUDNA, J. A.; CHARPENTIER, E. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. **Science**, 346(6213), 1258096, 2014.
- DUCROQUET, J P H J; Nunes, E.C.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Novas cultivares brasileiras de goiabeira serrana: SCS 414-Mattos e SCS 415-Nonante. *Agropecuária Catarinense*. , v.21, p.79 - 82, 2008.
- FAITA, M. R.; OLIVEIRA, E. M. ; ALVES, V. V.; ORTH, A. I.; NODARI, R. O. Changes in hypopharyngeal glands of nurse bees (*Apis mellifera*) induced by pollen-containing sublethal doses of the herbicide Roundup ®. **Chemosphere**, v.211, p.566 - 572, 2018.
- FANTINI, A. C.; GURIES, R. P. Forest structure and productivity of palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. **Forest Ecology and Management**, v. 242, p. 185-194, 2007.
- FAO. **The future of food and agriculture** – Trends and challenges. Rome. 2017.
- FAO. **The future of food and agriculture** – Drivers and triggers for transformation. The Future of Food and Agriculture, no. 3. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0959en> 2022.
- INOCENTE, G. C. C.; VESCO, L. L.; STEINMACHER, D.; TORRES, A. C.; GUERRA, M. P. Improvements in Somatic Embryogenesis Protocol in Feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret): Induction, Conversion and Synthetic Seeds. **Scientia Horticulturae**, v. 111, p. 228-234, 2007.
- KIST, V.; OGLIARI, J. B.; MIRANDA FILHO, J.B.; ALVES, A. C. Genetic potential of a maize population from Southern Brazil for the modified convergent/divergent selection scheme. **Euphytica**, v. 176, p. 25-36, 2010.
- LEAL FILHO, W, et al. An overview of the interactions between food production and climate change. **Science of the Total Environment**, 838, 156438, 2022.
- LEVIS, C.; et al. How People Domesticated Amazonian Forests. **Frontiers In Ecology And Evolution**, v. 5, p. 00171, 2018.
- MALINOWSKI, L. I.; WELTER, L. J.; VIEIRA, H. J.; GUERRA, M. P.; BRIGHENTI, A. F.; SILVA, A. L. Highlands of Santa Catarina (Brazil): a region with high potential for winer production. **Acta Horticulturae**, v. 931, p. 433-439, 2012.
- MARIOT, A.; DI STASI, L. C.; REIS, M. S. Genetic diversity in natural populations of *Piper cernuum*. **Journal of Heredity**, 93(5), 365-369. 2002.
- NODARI, E. S. Florestas com Araucárias: uma história do Antropoceno. In: NODARI, E. S.; CARVALHO, M. M. X.; ZARTH, P. A. (orgs.). **Fronteiras Fluidas, Florestas com Araucárias na América Meridional**. São Leopoldo: Oikos, 12-27. 2018.

- NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Avaliação de riscos ambientais de plantas transgênicas. **Cadernos De Ciência & Tecnologia**, v. 18, n.1, p. 81-116, 2001.
- NODARI, R.O.; GUERRA, M. P. Transgênicos - Os impactos ambientais. **Ciência Hoje**, v. 34, n.203, p. 43-45, 2004.
- REIS, M. S.; FANTINI, A. C.; NODARI, R. O.; REIS, A.; GUERRA, M. P.; MANTOVANI, A. Management and conservation of natural populations in Atlantic rain forest: The case study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). **Biotropica**, 32(4b), 894-902. 2000.
- REIS, M. S.; BALDAUF, C.; HANAZAQUI, N. Caracterização etnobotânica dos sistemas de manejo de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst) Ching - Dryopteridaceae) utilizados no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 823-834, 2007.
- REIS, M. S.; MONTAGNA, T.; MATTOS, A. G.; FILIPPON, S.; LADIO, A. H.; MARQUES, A. C.; ZECHINI, A. A.; PERONI, N.; MANTOVANI, A. Domesticated Landscapes in Araucaria Forests, Southern Brazil: A Multispecies Local Conservation-by-Use System. **Frontiers In Ecology And Evolution**, v. 6, p. 11, 2018.
- ROGALSKI, M.; MORAES, L. K. A.; FESLIBINO, C.; CRESTANI, L.; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L. Enraizamento *in vitro* de porta-enxertos de *Prunus*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.2, p. 293-296, 2003.
- SANTOS, K. L.; STEINER, N.; DUCROQUET, J. P. H. J.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Domesticação da Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*) no sul do Brasil. **Agrociência**, v. IX, n.1-2, p. 29-33, 2005.
- SANTOS, K. L.; Peroni, N.; GURIES, R.P.; NODARI, R. O. Traditional Knowledge and Management of Feijoa (*Acca sellowiana*) in Southern Brazil. *Economic Botany*, v.63, p.204 - 214, 2009.
- STEENBOCK, W.; REIS, M. S. Domesticação da paisagem em bracingais de assentamentos rurais no noroeste do planalto catarinense. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 427-437, 2013.
- STEINER, N.; CATARINA, C. S.; SILVEIRA, V.; FLOH, E. I. S.; GUERRA, M. P. Polyamine effects and endogenous hormones levels in *Araucaria angustifolia* embryogenic cultures. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 89, p. 55-62, 2007.
- STEINMACHER, D. A.; CLEMENT, C.; GUERRA, M. P. Somatic Embryogenesis from Immature Palm Inflorescence Explants: Towards Development of an Efficient Protocol. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 89, p. 15-22, 2007.

ESTUDOS PRELIMINARES EM MICROPROPAGAÇÃO DE MARACUJÁ CULTIVAR CATARINA: QUEBRA DE DORMÊNCIA E DESINFESTAÇÃO DE EXPLANTES

Bruna Ronchi Hermann^{1*}, Thiago Sanchez Ornellas¹, Valdir Marcos Stefenon²

Resumo

A produção de maracujá em Santa Catarina tem se destacado no cenário nacional. O estado se posiciona como o terceiro maior produtor de maracujá, sendo responsável por cerca de 7% de toda a produção nacional. O objetivo deste estudo foi avaliar ferramentas da cultura de tecidos vegetais para impulsionar o cultivo e aprimoramento de *Passiflora edulis*, cultivar 'SCS 437 Catarina'. Foram realizados experimentos de quebra de dormência para a germinação *in vitro* (escarificação, ácido giberélico e escarificação + ácido giberélico) e métodos de desinfestação de segmentos nodais. Os resultados indicaram a necessidade de escarificação e a importância de GA3 na germinação, mas sugerem a presença de outros fatores limitantes. Nos métodos de desinfestação de explantes, a maioria das repetições apresentou contaminação, independentemente do tratamento utilizado, sugerindo a necessidade de mais estudos para verificação da origem endógena ou exógena dos fungos contaminantes.

Palavras-Chave: maracujá; micropropagação; germinação *in vitro*; fitorreguladores; quebra de dormência

Abstract

PRELIMINARY STUDIES IN MICROPROPAGATION OF PASSION FRUIT CULTIVAR CATARINA: BREAKING DORMANCE AND DISINFESTATION OF EXPLANTS. Passion fruit production in Santa Catarina has stood out on the national scene. The state is the third largest producer of passion fruit, being responsible for around 7% of all national production. This study aimed to evaluate plant tissue culture tools to boost the cultivation and improvement of *Passiflora edulis* cultivar 'SCS 437 Catarina'. Dormancy-overcoming experiments were carried out for *in vitro* germination (scarification, gibberellic acid, and scarification + gibberellic acid) and methods of disinfestation of nodal segments. The results indicated the need for scarification and the importance of GA3 in germination but suggest the presence of other limiting factors. In explant disinfestation methods, most repetitions showed contamination, regardless of the treatment used, suggesting the need for further studies to verify the endogenous or exogenous origin of the contaminating fungi.

Keywords: maracujá; micropropagation; *in vitro* germination; plant growth regulators; dormancy-overcoming

Introdução

O maracujá pertence à ordem Passiflorales, da família Passifloraceae, a qual é constituída por 17 gêneros, com 630 espécies (VANDERPLANK, 2000; FEUILLET; MACDOUGAL, 2007). O gênero *Passiflora* possui cerca de 400 a 530 espécies (PÉREZ et al., 2007; BRAGLIA et al., 2010), das quais de 150 a 200 são originárias do Brasil e podem

¹ Curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil

² PPG Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil

* E-mail: brunaronchih@gmail.com

ser utilizadas como alimento, remédios e ornamento, muitas delas com finalidades múltiplas (ABREU et al., 2009; EIPINO et al., 2010).

O maracujazeiro é uma planta alógama por excelência e suas flores apresentam autoincompatibilidade. Em geral a reprodução é sexuada levando a grande variabilidade genética nos pomares (MELETTI, 2000). Por conta da autoincompatibilidade, a polinização é um dos fatores que mais influenciam na frutificação, as flores da planta abrem uma única vez e por um curto período, somente no turno vespertino. Se não ocorrer a fecundação, as flores murcham e caem. Por apresentar flores grandes e pólen pesado, a polinização é realizada sobretudo por mamangavas, abelhas nativas dos gêneros *Xylocopa*, principalmente (SOUZA; PEREIRA, 2011).

O maracujá, fruto com origem na América Tropical, possui mais de 150 espécies no Brasil. Seu nome tem origem Tupi e significa "alimento em forma de cuia". Além de sua denominação peculiar, o maracujá destaca-se pelo alto valor nutritivo, contendo vitaminas do complexo B e vitamina C. Sua versatilidade e valor comercial o tornam um produto amplamente utilizado na indústria alimentícia e na fabricação de cosméticos. Dentre as diversas variedades de maracujá, as principais espécies comerciais são o maracujá amarelo, o maracujá doce e o maracujá roxo. Sua adaptabilidade a diferentes climas permite o cultivo da fruta em todo o território brasileiro, que é responsável por aproximadamente 70% da produção mundial.

Sua expressiva produção, valor econômico e múltiplas aplicações destacam o maracujá como um recurso valioso tanto para a agricultura quanto para a indústria, beneficiando produtores, consumidores e a economia como um todo. A produção de maracujá em Santa Catarina tem se destacado no cenário nacional, mesmo após o impacto da virose do endurecimento do fruto em 2016 na região sul do estado. Dentre os estados brasileiros, Santa Catarina se posiciona como o terceiro maior produtor de maracujá (atrás apenas da Bahia e do Ceará), sendo responsável por cerca de 7,0% de toda a produção nacional. Os números específicos de Santa Catarina revelam a força da produção local. A área colhida no estado foi de 1.902 hectares, resultando em uma produção de 47.854 toneladas de maracujá. O rendimento médio alcançado foi de 25,16 toneladas por hectare, um índice acima da média nacional. Esses dados mostram a eficiência dos produtores catarinenses, mesmo diante dos desafios enfrentados.

A cultivar "SCS 437 Catarina" de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims.) é o resultado de mais de vinte ciclos de manutenção e seleção da população conduzida por pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Santa Catarina (Epagri) em parceria com extensionistas rurais e produtores de maracujá do litoral sul do estado. Essa cultivar é altamente adaptada ao litoral catarinense e pode ser cultivada em toda a região Sul do Brasil, em áreas com baixo risco de geadas. A produtividade média dos pomares dessa cultivar no Sul de Santa Catarina é de 24 toneladas por hectare. Os frutos são grandes e ovalados, com casca amarela e polpa alaranjada. São destinados ao consumo *in natura* e apresentam alta qualidade e aceitação no mercado nacional.

Nesse contexto, a cultura de tecidos vegetais surge como uma ferramenta promissora para impulsionar o cultivo e aprimoramento do maracujazeiro-azedo. Essa ciência estuda o crescimento de células, tecidos ou órgãos de plantas em meio de cultura artificial (GEORGE, 1993), permitindo a manipulação e regeneração dessas estruturas. Através da cultura de tecidos, é possível desenvolver métodos eficientes de multiplicação e regeneração de plantas, acelerando o processo de melhoramento genético e obtenção de cultivares de alta produtividade e qualidade.

A interseção da importância econômica do maracujá, que é representada por suas múltiplas aplicações e valor comercial, juntamente com o desenvolvimento de variedades proeminentes, como o "SCS 437 Catarina", e o uso da cultura de tecidos vegetais para aprimoramento e multiplicação das plantas, constituem um conjunto de estratégias complementares que impulsionam a produção e a valorização desse fruto apreciado e versátil. O objetivo deste trabalho foi estudar a quebra de dormência de sementes para germinação *in vitro* e diferentes formas de desinfestação de

segmentos nodais para introdução *in vitro*, visando a micropropagação do maracujazeiro-azedo, *Passiflora edulis*, cv. 'SCS 437 Catarina'.

Materiais e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV), Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. As sementes da cultivar SCS 437 Catarina foram gentilmente cedidas pela empresa Morona e Viel Viveiros (Figura 1), e todos os experimentos foram realizados com o delineamento em blocos completamente casualizados.

Germinação *in vitro*

Neste experimento, as sementes da cultivar SCS 437 Catarina foram submetidas à desinfestação sob condições assépticas em câmara de fluxo laminar horizontal a partir da submersão em etanol 70% (v/v) por 1 min, seguido por solução de hipoclorito de sódio comercial a 1,0% por um período de 15 minutos, e tríplice lavagem com água deionizada estéril. As sementes foram introduzidas em frascos de cultivo de 12,5 cm x 6,5 cm contendo 30 mL de meio de germinação composto por 6 g/L de ágar em água deionizada.

Foram realizados seis tratamentos: T1 – escarificação mecânica + 500 mg L⁻¹ giberelina (GA3); T2 – escarificação mecânica + 1000 mg L⁻¹ GA3; T3 – apenas escarificação mecânica; T4 - sem escarificação + 500 mg L⁻¹ GA3; T5 - sem escarificação + 1000 mg L⁻¹ GA3; T6 – sem escarificação. As sementes foram escarificadas com um pequeno corte feito por meio de um bisturi na extremidade onde ocorre a emissão da plântula, com os devidos cuidados para que não ocorresse nenhum dano ao embrião. Já os tratamentos que tiveram pré-embebição em giberelina ficaram 17h sob contato com o regulador de crescimento.

Antes da inoculação das sementes o meio de germinação foi vertido nos frascos de cultivo e autoclavados durante 15 min a 121°C e 1,2 atm. Foram introduzidas cinco sementes em cada frasco, sendo 5 repetições por tratamento, totalizando 25 sementes por tratamento. Os frascos foram mantidos em temperatura de 25±2°C, com fotoperíodo de 16 horas e irradiação de 40-50 micromols. A germinação *in vitro* foi monitorada diante do número de sementes que germinaram.



Figura 1. (A - B) Sementes de maracujá SCS 437 Catarina. (C) Embebição das sementes em ácido giberélico (GA3). (D) Frascos contendo meio de cultura de germinação e cinco sementes de maracujá.

Testes de desinfestação de explantes

O ensaio foi realizado em busca do potencial de desinfestação de mudas de mesmo lote da cultivar SCS 437 Catarina, as quais foram semeadas em vasos com substrato comercial. Plântulas com cerca de 12 centímetros foram retiradas do substrato e utilizadas no experimento.

Foram testadas quatro maneiras diferentes de desinfestação utilizando diferentes combinações e tempos de tratamentos dos segmentos nodais com álcool etílico 70%, hipoclorito de sódio (1 ou 2%) e 4 g L⁻¹ de fungicida comercial Kasumin® (Tabela 1).

Após a desinfestação, as plântulas foram seccionadas em segmentos nodais de aproximadamente 1,0 cm, os quais foram introduzidos em tubos de ensaio com 14 mL de meio de cultura MS (MURASHIGUE; SKOOG, 1962), acrescido com 6 g L⁻¹ de ágar, 30 g L⁻¹ de sacarose, 1 mL L⁻¹ de Vitaminas MS e 100 g L⁻¹ de Mio-inositol, sem a adição de reguladores de crescimento vegetal.

Tabela 1. Tratamentos realizados para desinfestação de plântulas para introdução *in vitro* de segmentos nodais de *Passiflora edulis* cv. SCS 437 Catarina.

Tratamento	Processo
T1	1 min em álcool 70%, 15 min em hipoclorito de sódio comercial (1,0% de cloro ativo), tríplice lavagem com água deionizada e autoclavada
T2	1 min em álcool 70%, 15 min em hipoclorito de sódio comercial (2,0% de cloro ativo), tríplice lavagem com água deionizada e autoclavada
T3	15 min em Kasumin® (4 g L ⁻¹) sob agitação, 1 min em álcool 70%, 15 min em hipoclorito de sódio comercial (1,0% de cloro ativo), tríplice lavagem com água deionizada e autoclavada
T4	15 min em Kasumin® (4 g L ⁻¹) sob agitação

Cada tratamento constou de vinte repetições e, a fim de minimizar os erros amostrais, cada unidade experimental foi composta por um explante. Foram realizadas avaliações após 65 dias de introdução dos segmentos nodais, a fim de verificar o número de contaminações através da presença de fungos, bactérias ou ambos em cada tubo, bem como a ausência de contaminações em cada tratamento.



Figura 2. Testes de desinfestação de segmentos nodais para introdução *in vitro*. (A) Plântulas de maracujá SCS 437 Catarina germinadas em substrato comercial e coletadas para teste de desinfestação. (B) Segmentos nodais em diferentes meios de desinfestação.

Resultados e Discussão

Germinação *in vitro*

Relacionado aos diferentes métodos de quebra de dormência, observamos que a escarificação se mostrou um fator importante na germinação das sementes. O tratamento T3 (com escarificação) obteve o melhor desempenho, com 28% das sementes germinadas, indicando que a remoção da camada externa da semente foi eficaz na superação da dormência, enquanto os tratamentos sem escarificação apresentaram taxas de germinação mais baixas. Tanto o tratamento T4 (sem escarificação + 500 mg L⁻¹ GA3) quanto o tratamento T5 (sem escarificação + 1000 mg L⁻¹ GA3) mostraram resultados inferiores, com apenas 12% e 4% das sementes germinadas, respectivamente (Figura 2). Isso sugere que a escarificação desempenha um papel significativo na promoção da germinação das sementes testadas.

Além disso, o tratamento T2 (com escarificação + 1000 mg L⁻¹ GA3) não gerou nenhuma semente germinada. Isso pode indicar que a concentração mais alta de GA3 utilizada nesse tratamento pode ter sido prejudicial para a germinação das sementes. No entanto, é importante ressaltar que todas as taxas de germinação foram geralmente baixas no primeiro ensaio, o que dificultou a identificação de diferenças significativas entre os tratamentos. Em estudo realizado apenas com diferentes concentrações de ácido giberélico, PASSOS et al. (2003) obtiveram, aos 50 dias, um maior número de sementes germinadas através da imersão por 6 horas em uma concentração de 1000 mg L⁻¹ de GA3, com 86% de sementes de *P. nitida* germinadas. Apesar de a concentração de GA3 utilizada ser igual ao nosso tratamento T2, em nosso estudo as sementes ficaram por 17h sob ação da giberelina, tendo dessa forma um impacto maior que pode ter sido responsável pela ausência de germinação. MELO (1999) verificou em seu estudo que a imersão de sementes em GA3 mostrou-se efetiva na quebra de dormência, obtendo 46,7% de germinação em dosagem de 1.500 mg L⁻¹.

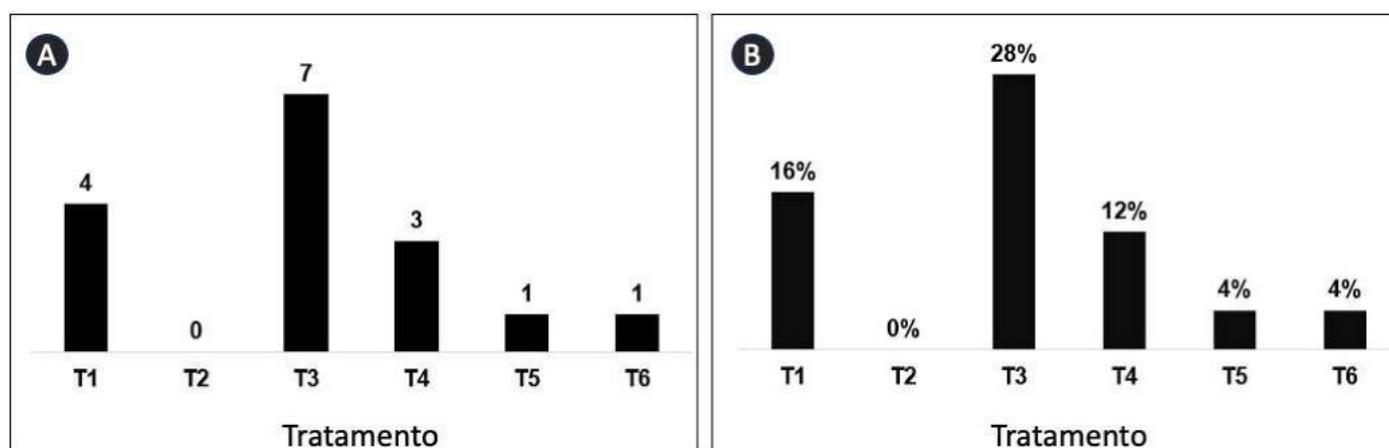


Figura 2. Gráfico representando (A) o número de sementes germinadas *in vitro* por tratamento e (B) o percentual de sementes germinadas.

Métodos de desinfestação de explantes

No tratamento T1, que consistiu em imersão dos segmentos nodais em álcool 70% por 1 minuto, seguido por hipoclorito de sódio (1,0%) por 15 minutos e, por fim, uma lavagem triplíce em água autoclavada, apenas uma repetição não apresentou contaminação. Isso indica que a maioria das repetições ainda estava contaminada com fungos e bactérias. No tratamento T2, que seguiu um procedimento semelhante ao T1, mas com uma concentração maior de hipoclorito de sódio (2,0%), houve uma leve melhora nos resultados, com três repetições sem contaminação. No entanto, a porcentagem

de desinfestação continuou baixa. O tratamento T3 utilizou o mesmo protocolo dos tratamentos anteriores (T1 e T2), porém adicionou-se Kasumin (4g/L) em agitação por 15 minutos. Os resultados foram semelhantes aos obtidos nos tratamentos anteriores, com apenas uma repetição sem contaminação. Por fim, no tratamento T4, que utilizou apenas Kasumin (4g/L) sob agitação por 15 minutos, todos os explantes apresentaram contaminação.

Tabela 3. Resultado dos tratamentos de desinfestação dos explantes de segmentos nodais de *Passiflora edulis* cv. SCS 437 Catarina.

Tratamentos	Fungos	Fungos + bactérias	Sem contaminação
T1	10	9	1
T2	10	7	3
T3	10	9	1
T4	5	15	0

Não há estudos específicos voltados para a desinfestação em explantes de maracujá. Embora não haja uma metodologia estabelecida e padronizada para essa finalidade, é comum a utilização de técnicas de desinfestação amplamente aplicadas em outras espécies de plantas. Entre as práticas mais adotadas, destacam-se a imersão dos explantes em álcool 70% por um período de 40 segundos a 1 minuto, seguida pela utilização de hipoclorito de sódio em uma concentração de (1,0 a 2,0% de cloro ativo) por um período de 15 a 20 minutos. Após essa etapa, é realizada a tríplex lavagem com água deionizada autoclavada. Em linhas gerais, os tratamentos utilizados nos protocolos de desinfestação de explantes apresentados neste trabalho não foram eficazes na eliminação dos microrganismos indesejados, resultando em uma elevada taxa de contaminação.

Conclusões e Perspectivas

Os métodos de germinação *in vitro* indicam que a escarificação das sementes desempenha um papel importante na superação da dormência e na promoção da germinação. O tratamento que incluiu a escarificação obteve a melhor taxa de germinação, evidenciando a eficácia da remoção da camada externa da semente na quebra da dormência. Por outro lado, os tratamentos sem escarificação apresentaram taxas de germinação mais baixas. No entanto, a adição de ácido giberélico (GA3) nos tratamentos sem escarificação também resultou em melhorias nas taxas de germinação, indicando que o GA3 pode ser benéfico para a quebra de dormência, mesmo na ausência de escarificação. Vale ressaltar que a concentração mais alta de GA3 utilizada no tratamento T2 (com escarificação + GA3 1000 mg L⁻¹) não resultou em nenhuma semente germinada, sugerindo que uma concentração excessiva pode ser prejudicial à germinação.

Apesar das melhorias observadas, as taxas de germinação em todos os tratamentos ainda podem ser consideradas baixas e abaixo do padrão. Isso sugere a presença de outros fatores limitantes para a germinação das sementes, como a qualidade e idade das sementes ou interações complexas com o substrato.

Em relação aos métodos de desinfestação dos explantes, considerando os resultados insatisfatórios obtidos em todos os tratamentos, é evidente que novos testes com diferentes métodos de desinfestação devem ser realizados. É possível explorar diferentes concentrações de agentes desinfestantes, tempos de exposição e combinações de métodos

para obter melhores resultados de desinfestação. Além disso, pode ser útil considerar a inclusão de outros agentes desinfetantes.

Referências

ABREU, P.P.; SOUZA, M.M.; SANTOS, E.A.; PIRES, M.V.; PIRES, M.M.; ALMEIDA, A.A.F. Passion flower hybrids and their use in the ornamental plant market: perspectives for sustainable development with emphasis on Brazil. *Euphytica*. 166: 307-315, 2009.

BRAGLIA, L.; DE BENEDETTI, L.; GIOVANNINI, A.; NICOLETTI, F.; BIANCHINI, C.; PEPINO, L.; MERCURI, A. In vitro plant regeneration as a tool to improve ornamental characters in *Passiflora* species. *Acta Horticulturae*, 855: 47–52, 2010.

FEUILLET, C.; MACDOUGAL, J.M. Passifloraceae. In: KUBITZI, K. (Ed.). **The Families and Genera of Vascular Plants**. v. 9. Berlin: Springer, 2007. p. 270-281.

GEORGE, E. F. **Plant propagation by tissue culture. Part 1 - The Technology**, 2 ed. Wilts, England, 1993, 574 p.

MELETTI, L.M.M. (2008) Review *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors), *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30: 566–576.

MELO, A. L. de. **Métodos de quebra de dormência, e de armazenamento de sementes, e aspectos da obtenção de mudas de maracujá-suspiro (*Passiflora nitida* H. B. K.)** 1999. 95f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

MURASHIGE, T., & SKOOG, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473–497.

PEPINO, L.; MERCURI, A. In vitro plant regeneration as a tool to improve ornamental characters in *Passiflora* species. *Acta Horticulturae*, 855: 47–52, 2010.

PÉREZ, J.O.; d'EECKENBRUGGE, G.C.; RETREPO, M.; JARVIS, A.; SALAZAR, M.; CAETANO, C. **Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation.** *Biota Colombiana*, 8: 1-45, 2007

SOUZA, M. M.; PEREIRA, T. N. S. Biologia da reprodução em maracujazeiro amarelo e sua importância para a produção comercial de frutos. In: PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R.; CONCEIÇÃO, A. O (Eds.). **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade.** Ilhéus: Editus, 2011. p.175-202.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. 3ª ed. Cambridge: The MIT Press, 2000. 224 p.

BANCO DE GERMOPLASMA DE BANANEIRA (*Musa spp.*) DA EPAGRI

Ramon Felipe Scherer¹, Luiz Alberto Lichtemberg², Robert Harry Hinz², Ricardo Zimmermann de Negreiros¹, Ingomar Seidel¹ e Márcio Sônego

Resumo

A bananicultura é uma das atividades agrícolas de maior importância mundial. Apesar de existirem centenas de tipos diferentes de bananas, o comércio mundial é baseado no subgrupo Cavendish e o brasileiro nos subgrupos Prata e Cavendish. Nesse sentido a conservação de genótipos domesticados, selvagens e de genes em geral é de crucial importância para a cadeia produtiva, seja como banco para potenciais novas variedades para uso direto na agricultura ou para a utilização dos acessos em programas de melhoramento genético. A Epagri mantém um banco de germoplasma de bananeira no município de Itajaí, estado de Santa Catarina, conservando variedades de importância agrícola e de potencial importância agrícola e genótipos diplóides. O objetivo deste artigo é contextualizar o banco de germoplasma de banana da Epagri.

Palavras-Chave: *Recursos Genéticos, banana, Conservação ex situ e in vivo*

Abstract

Banana industry is one of the most important agricultural activities in the world. Although there are hundreds of different types of bananas, world trade is based on the Cavendish subgroup and Brazilian trade on the Pome and Cavendish subgroups. In this sense, the conservation of domesticated and wild genotypes and genes in general play essential role in the production chain, whether as a bank for potential new varieties for direct use in agriculture or for the use of accessions in programs of genetic improvement. Epagri maintains a banana germplasm bank in the county of Itajaí, Santa Catarina State, Brazil, conserving varieties of agricultural importance and potential agricultural importance and diploid genotypes. The objective of this article is to contextualize Epagri's banana germplasm bank.

Keywords: *Genetic Resources, banana, ex situ and in vivo conservation*

Introdução

A banana é uma das frutas de maior importância sócio-econômica global, uma vez que ela está entre as frutas mais plantadas e consumidas no mundo (Voora et al. 2020; FAO 2023). Desde que a FAO iniciou o acompanhamento de produção desta fruta, o Brasil está entre os 10 principais produtores mundiais, porém, sem se destacar entre os principais exportadores (FAO, 2023). Por sua vez, Santa Catarina tem sido o quarto maior produtor nacional desta fruta, produzindo valor superior a 10% da produção (Epagri/Cepa, 2021).

A bananeira (*Musa spp.*) é originária do sudeste asiático e o início de sua domesticação iniciou há mais de 6.000 anos e a partir de lá ela foi dispersada ao redor do mundo (Perrier et al. 2011). Oficialmente, ela foi introduzida no continente americano (índias ocidentais) no ano de 1516 (Jefreys, 1963), apesar de hipóteses suportarem que alguns cultivares desta fruta já se encontravam nas Américas antes do primeiro contato oficial entre o continente e europeus (Moreira, 1999; Langdon, 1993; Jefreys, 1963). As principais síndromes da domesticação da bananeira são a partenocarpia, a alta infertilidade e a triploidia, sendo que os genótipos comerciais são derivados da espécie *M.*

¹Epagri – Estação Experimental de Itajaí. Rodovia Antônio Heil, 6800, Bairro Itaipava, CEP 88318-112, Itajaí, SC, Brasil.

²Epagri – Estação Experimental de Itajaí. Rodovia Antônio Heil, 6800, Bairro Itaipava, CEP 88318-112, Itajaí, SC, Brasil (Aposentado)

³Epagri – Estação Experimental de Urussanga. Rod SC 108, km 16, Caixa Postal 49 Urussanga - SC – CEP 88.840-000

E-mail para correspondência: ramonscherer@epagri.sc.gov.br;

acuminata (genoma A) ou de híbridos entre *M. acuminata* e *M. balbisiana* (genoma B) (Perrier et al. 2011). Neste sentido, variedades comerciais atuais que foram geradas durante o processo de domesticação e dispersão apresentam as seguintes constituições genômicas: AA, AB, AAA, AAB e ABB (Simmonds e Shepherd, 1955). Entretanto, entre estas, destacam-se os genótipos triploides (AAA, AAB e ABB) que, em algum momento da história da domesticação da bananeira, foram formados pela fecundação de um gameta não reduzido ($2n$) por um reduzido (n) e posteriormente foram selecionadas pelos humanos (Perrier et al. 2011). A partir da adoção de diferentes genótipos triplóides, que até hoje corresponde à grande maioria de variedades de importância agrícola no mundo, a adição de diversidade genética ocorreu até o início do melhoramento moderno, principalmente, por meio de seleções de mutações espontâneas, uma vez que bananeiras triploides apresentam limitações na reprodução sexual devido a infertilidade dos genótipos e a formação anormal de gametas, evento comum em indivíduos triploides (Simmonds, 1959; Perrier et al. 2011). Assim, imediatamente antes do início do melhoramento moderno havia mais de 1000 variedades de bananeira de importância agrícola no mundo (Heslop and Schwarzacher, 2007). Hoje a cadeia produtiva brasileira da banana é baseada em uma estreita base genética com apenas dois subgrupos de cultivares de banana se destacando nos plantios no Brasil, cultivares do subgrupo Prata (AAB) e do subgrupo Cavendish (AAA) (Nascimento Filho et al. 2008; Lichtemberg e Lichtemberg, 2011) e o comércio internacional é ainda mais limitado, sendo dominado por variedades do subgrupo Cavendish (Voora et al. 2020). Assim, apenas uma pequena porção dessa imensa diversidade genética é explorada sócio-economicamente em grande escala. Nesse sentido bancos e coleções de germoplasma atuam ao redor do mundo para conservar genótipos domesticados e selvagens, assim como genes (Van den Houwe et al. 2020). Importante mencionar que a exploração dessa estreita base genética se dá, principalmente, por conta da exigência do mercado consumidor (consumidores finais e atravessadores) em poucos tipos de banana.

Atualmente o "Consultative Group on International Agricultural Research" (CGIAR) mantém dois grandes bancos ativos de germoplasma (BAGs) de *Musa* spp. no mundo, tendo principais objetivos a conservação e o intercâmbio de material genético. Um deles é o "Bioversity International Musa Germplasm Transit Centre" (ITC), na Bélgica, e outro está localizado no "International Institute of Tropical Agriculture" (IITA), na Nigéria (MusaNet 2016). Ambos BAGs são *ex situ*, uma vez que estão fora do centro de origem da bananeira; o primeiro utiliza a estratégia de manter os genótipos em cultivo *in vitro* (crescimento lento) e em criopreservação, ambos considerados técnicas "*in vitro*", o segundo mantém os acessos em campo (*in vivo*) e em cultivo *in vitro* (crescimento lento) (MusaNet 2016). Além destes dois grandes bancos de germoplasmas "globais", a comunidade internacional conta com coleções e bancos de germoplasma "regionais" ao redor do globo, buscando conservar genótipos de interesse agrícola e/ou selvagens (MusaNet 2016; Van den Houwe et al. 2020). No Brasil, destaca-se o BAG da Embrapa, que mantém um dos maiores BAGs de banana do mundo, localizado em Cruz das Almas, estado da Bahia, conservando os genótipos *in vivo* e em cultivo *in vitro* (crescimento lento) (MusaNet 2016; Padua et al. 2020).

Pensando apenas no utilitarismo dos acessos, a existência de bancos e coleções de germoplasma são cruciais tanto como fonte de diversidade para o melhoramento genético, como também fontes de possíveis variedades prontas para uso. Um exemplo disso ocorreu na substituição das variedades do subgrupo Gros Michel, que produziam a banana dominante no comércio internacional desta fruta até a década de 60 (Koeppel, 2008; Voora et al. 2020). Como as variedades deste subgrupo são altamente susceptíveis ao mal do Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* - Foc raça-1), assim que este patógeno se espalhou pelas áreas de plantio destas variedades, que na época se concentravam na América Central e partes do Caribe e do norte da América do Sul, os bananais foram dizimados, causando enormes perdas financeiras para a cadeia produtiva da banana (Koeppel, 2008). Naquele momento foi possível manter a cadeia produtiva desta fruta pela "simples" substituição de variedades do subgrupo Gros Michel por variedades do subgrupo Cavendish, que é a banana caturra. Isto foi possível por que as variedades do subgrupo Cavendish são altamente resistente ao Foc raça-1, altamente produtivas e, principalmente, produzem um fruto muito parecido com as frutas produzidas por variedades de Gros Michel.

O objetivo deste texto é apresentar o banco de germoplasma de bananeira da Epagri (Figura 1) que é dividido em uma coleção de variedades de importância agrícola e importância potencial (Figura 1A, B, C e F) e uma coleção de diplóides melhorados e outros diplóides (Figura D e E), assim como discutir a manutenção e importância de ambos.

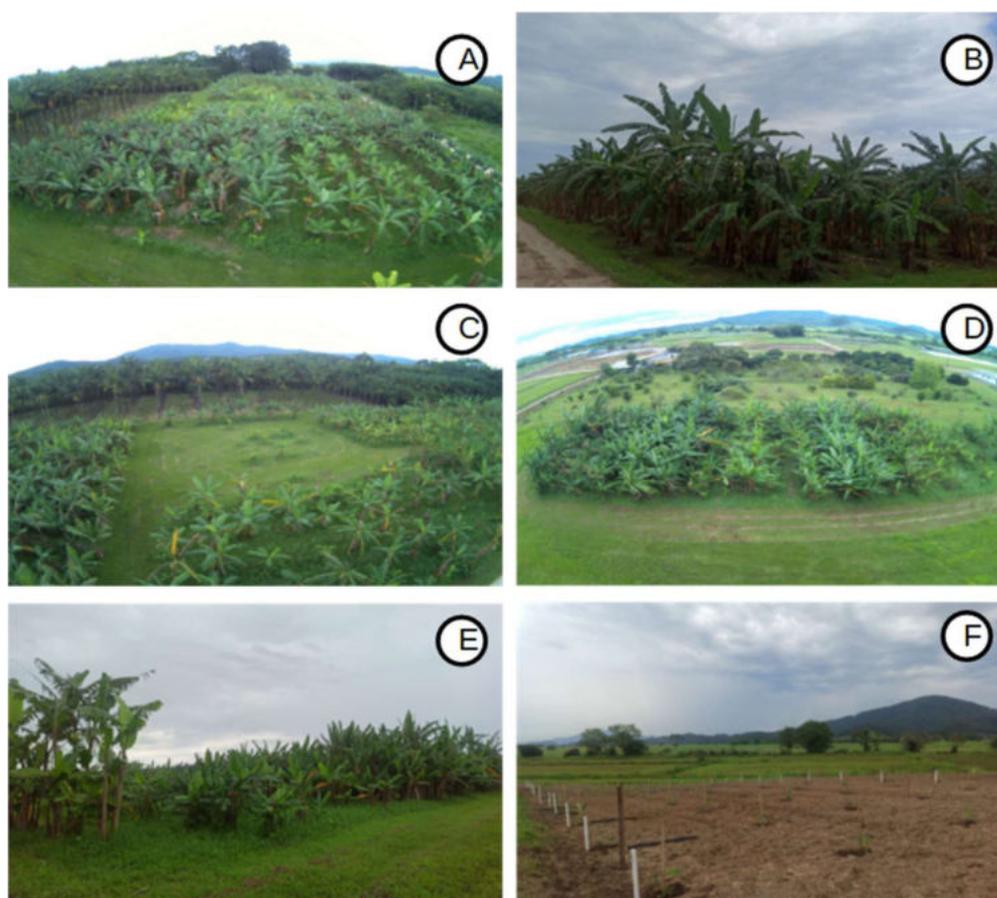


Figura 1 – Conservação *ex situ* e *in vivo* de *Musa* spp no banco de germoplasma da Epagri, mantido na Estação Experimental de Itajaí. A) Visão aérea da coleção de variedades de importância agrícola e importância potencial; B) Visão frontal de um dos lados da coleção de variedades de importância agrícola e importância potencial; C) Clareira na coleção de variedades de importância agrícola e importância potencial devido a morte de touceiras de variedades do subgrupo Terra; D) Visão aérea da coleção de genótipos diploides melhorados e outros diploides; E) Visão frontal de um dos lados da coleção de genótipos diploides melhorados e outros diploides; F) Plantio da coleção de variedades de importância agrícola e importância potencial em nova área. Fonte: A, C e D de Eliseu E. dos Santos; B, E e F de Ramon F. Scherer.

Coleções de genótipos de bananeira da Epagri

Coleção de variedades de importância agrícola e importância potencial – A Epagri mantém em suas dependências desde o ano de 1981 uma coleção de genótipos de bananeira de importância agrícola e importância potencial, sendo uma coleção *ex situ* e *in vivo* (Tabela 1). A coleção sempre foi alimentada pelas coletas de diferentes acessos no estado de Santa Catarina e de intercâmbios de materiais com instituições brasileiras, como, principalmente, a Embrapa e a APTA-SP. Desta forma, a Epagri formou uma coleção de mais de 100 acessos, sendo esses derivados de coletas realizadas principalmente no estado de Santa Catarina (principalmente em municípios litorâneos catarinenses), da Bahia e de São Paulo (Figura 2A e 2B). Dentre os acessos, quase metade pertence aos subgrupos Prata e Cavendish (Figura 2C), mas a coleção conta com genótipos de outros tipos de banana importantes, como subgrupos Terra, Figo, Ouro e Maçã; outro grupo que se destaca são genótipos tetraplóides desenvolvidos em instituições de pesquisa, basicamente Embrapa e FHIA, além de variedades de importância agrícolas em outros países, tais como Thap Maeo e Prata Zulú. Muitos acessos, principalmente do subgrupo Prata estão registrados como sendo uma variedade só, porém eles são potenciais variantes,

sendo coletados em diferentes momentos e locais. Em relação à ploidia dos materiais, considerando aquela registrada no momento da coleta (ainda necessitando a confirmação para essa característica), cerca de 75% é formada por acessos triploides, seguido dos acessos tetraploides e por fim, genótipos diploides (das duas variedades diploides comerciais do Brasil, cultivar Ouro e Colatina Ouro) e de ploidia indefinida (Figura 2D).

Em relação às informações de escritório, cada acesso é inscrito em um livro físico e em uma planilha eletrônica, tendo os seguintes dados: código numérico em ordem de “chegada”, nome popular do acesso (ou código quando vindo de instituições de pesquisa), Sinonímia (se houver), data da introdução, local da coleta ou de origem (neste caso quando vindas de outras instituições), e, por fim, observações (por exemplo: ponto de referência da coleta, resistência, ou possível resistência à alguma praga, etc).

Na coleção em campo, o bananal é manejado de acordo com as recomendações da Epagri para o cultivo convencional desta cultura (Livramento e Negreiros, 2016). A medida que o tempo de existência do bananal vai passando, as susceptibilidades de determinados genótipos a fatores bióticos e/ou abióticos vão aparecendo, assim as variedades começam a apresentar dificuldades para gerarem as próximas gerações e de se manter no banco de germoplasma. Neste sentido, entra outro fator de importância, o número de plantas de cada acesso a ser conservado, uma vez que o objetivo do banco é garantir a conservação dos acessos com o menor custo possível, uma vez que, normalmente, instituições de pesquisa possuem limitações de recursos financeiros, de espaço e de mão-de-obra. Desta forma, instituiu-se como estratégia inicial a utilização de 10 indivíduos por genótipo e a realização de renovação da coleção a cada 5 anos, aproximadamente. Ou seja, após cerca de 5 anos de coleção *in vivo*, explantes de todos os acessos são coletados e micropropagados para posterior aclimatização e plantio em nova área. O protocolo de micropropagação utilizado pela Epagri (Scherer et al. 2019) é baseado na organogênese convencional, tendo gemas apicais provenientes de mudas tipo chifrinho, chifre ou chifrão como explantes. Assim, com o início do processo de produção de mudas para a transferência da coleção de local, a cada dia 6 acessos (com 6 explantes cada) são coletados para dar início ao processo de assepsia e posterior introdução *in vitro* em meio de cultura MS básico suplementado com 30g/L de Sacarose 1mg/L de Ácido 1-naftalenoacetico (ANA) e 1mg/L de 6-benzilaminopurina (BAP). Após 45 a 60 dias os explantes são transferidos para a fase de multiplicação, utilizando o mesmo meio de cultura inicial, porém com a diferença em relação aos fitorreguladores, utilizado apenas o BAP a 2,5mg/L. Após 5 subcultivos, em intervalos de cerca de 4 semanas cada, as microplantas são passadas para o meio de crescimento, que é constituído pelo mesmo meio de cultura inicial, porém sem fitorreguladores e com metade das concentrações dos sais. Após cerca de 30 dias na fase de crescimento as mudas são aclimatizadas e plantadas em campo após 2 a 4 meses em casa de vegetação. Desta forma, o processo de produção das mudas leva cerca de 10 a 12 meses. Ressalta-se que quanto menor o número de repicagens e menor a concentração de fitorreguladores, menores as chances de ocorrência de variações somaclonais (Bairu et al. 2011). Assim, sugere-se sempre que possível, micropropagar o banco de germoplasma com uma menor concentração de fitorreguladores e uma menor quantidade de repicagens do que as citadas, deixando em aberto a necessidade do estabelecimento de um protocolo específico para a propagação de bancos de germoplasma de banana. Porém, um desafio para isto é adequar este protocolo a diversos genótipos, uma vez que se percebe uma forte genótipo-dependência na taxa de multiplicação, ou estabelecer protocolos para grupos específicos.

Atualmente, devido a uma maior limitação de mão de obra, a estratégia da Estação Experimental de Itajaí é reduzir o número de indivíduos por acesso de 10 para 5, exceto para os genótipos mais sensíveis à fatores bióticos/abióticos, como os genótipos do subgrupo Terra (AAB), que por diversos fatores apresentam uma alta mortalidade de touceiras com o passar do tempo (Figura 1C); assim como outros acessos conhecidamente muito suscetíveis ao mal do Panamá (raça-1), por exemplo Banana maçã e Fig Pome Naine; para esses será mantido o número de 10 plantas por acesso.

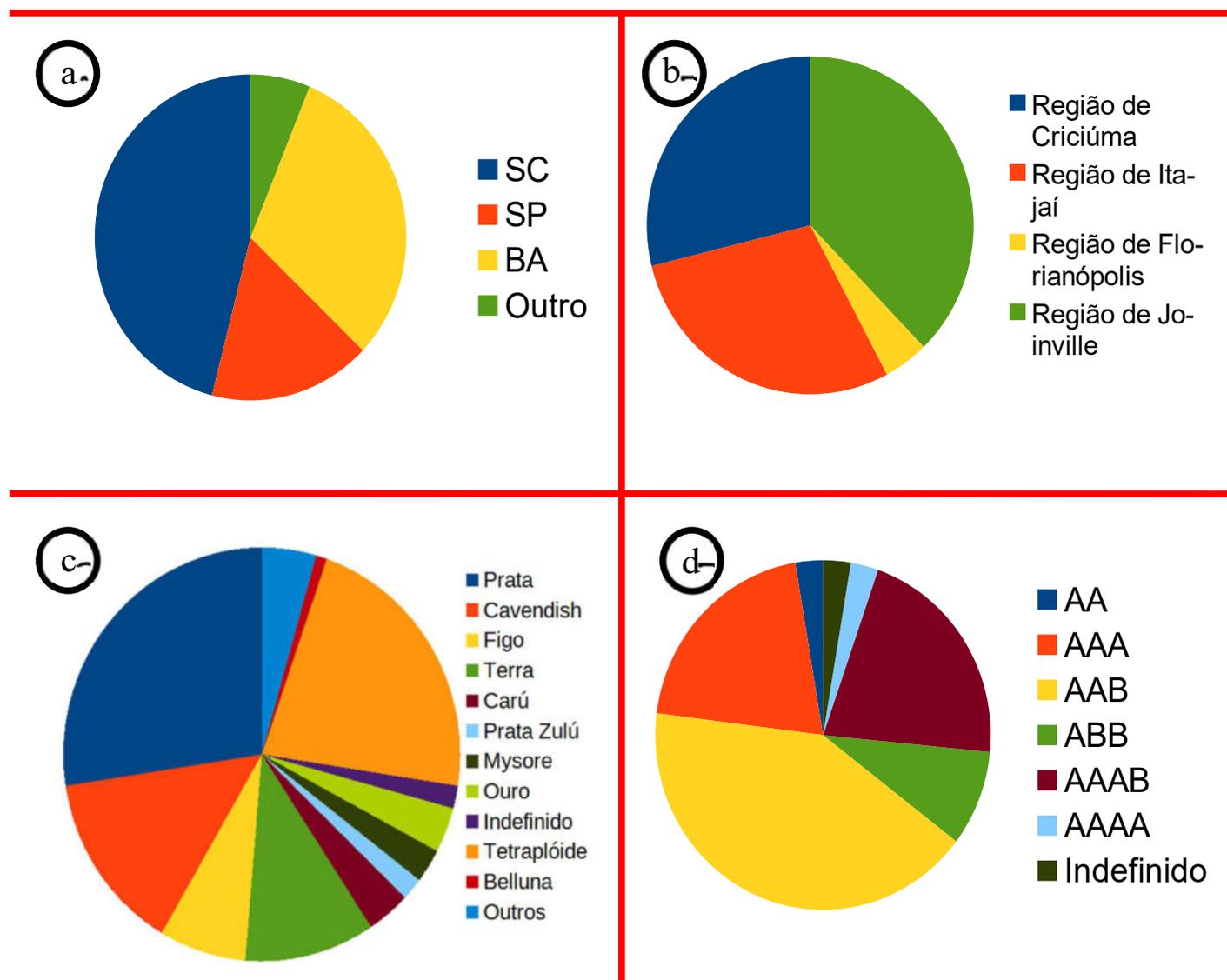


Figura 2 – Algumas distribuições de agrupamentos do banco ativo de germoplasma de bananeira, coleção de variedades comerciais e potenciais variedades comerciais conservados na Epagri, Estação Experimental de Itajaí. A) Estado da federação de procedência dos acessos; B) Região de procedência para coletas realizadas no estado de Santa Catarina; C) Subgrupos ou diferentes agrupamentos de variedades; D) Grupos genômicos de acordo com o momento do registro.

Tabela 1 – Lista de variedades e variedades potenciais de bananeira (*Musa spp.*) conservadas (conservação *ex situ* e *in vivo*) na Estação Experimental de Itajaí – Epagri.

Código numérico	Nome do acesso	Sinonímia ou Código	Grupo genômico*	Código numérico	Nome do acesso	Sinonímia ou Código	Grupo genômico*	Código numérico	Nome do acesso	Sinonímia ou Código	Grupo genômico*
1	Prata Anã	EX-01, Enxerto	AAB	68	Mysore		AAB	155	Prata Babbitonga		AAB
2	Prata Anã	EX-02, Enxerto	AAB	81	Willians	Willians Híbrido	AAA	156	FHIA-02		AAAA
3	Prata Anã	Ex-03, Enxerto	AAB	83	FHIA-01	BRS FHIA Maravilha	AAAB	158	Não Identificada		
4	Prata Anã	Ex-04, Enxerto	AAB	84	FHIA - 7		AAAB	159	FHIA-18		AAAB
5	Prata Anã	Ex-05, Enxerto	AAB	86	BRS SCS Belluna	Nam, Baby prata	AAA	161	Não Identificada		
9	Branca		AAB	88	Prata Anã	Ex-88, Enxerto	AAB	162	Prata Anã	EX-162, Enxerto	AAB
10	Padath		AAB	89	Prata Zulu	Pisang Awak	ABB	169	Galil 18	PA-9401	AAAB
11	Figo Cinza		ABB	92	São Francisco		AAA	170	FHIA-18		AAAB
12	Figo		ABB	93	Pioneira	PA-12-03	AAAB	171	BRS Japira	Japira, PV-42-142	AAAB
13	Carú Roxa	Roxa	AAA	94	PA-03-22		AAAB	172	PV-9401		AAAB
14	Ouro		AA	95	PV-03-44		AAAB	173	Sebo		ABB
15	Branca		AAB	96	BRS Thap Maeo	Thap Maeo	AAB	174	Figuinho		ABB
20	Abóbora	Figo Vermelha	ABB	97	Yangambi	Caipira	AAA	175	BRS Princesa	YB 42-07	AAAB
21	Pelipita		ABB	98	SCS452 Corupá	Nanicão Corupá	AAA	176	Zelic		AAA
24	Terra		AAB	100	Ouro da mata		AAAB	177	Dominico Hartón		AAB
25	Prata		AAB	101	IAC-2001		AAA	178	French Plantain		AAB
28	Verde		AAB	105	Prata Zulu	Zulu, Pisang Awak	ABB	179	SCS453 Noninha	Bafban 179, Geraldinha	AAB
30	Branca		AAB	106	Prata Graúda MG	SH 36-40, Prata Grauda	AAAB	180	SCS454 Carvoeira	Bagban 180, Carvoeira	AAB
34	Prata Anã	Ex-34, Enxerto Sombrio	AAA	109	BRS Tropical	Maçã Bahia, YB 42-21	AAAB	181	Gorutuba		AAB
36	Leite		AAA	128	BRS Garantida	Garantida, ST 42-08	AAAB	185	Bucaneira	Schroeder	AAAA
37	São Tomé	Caru verde	AAA	129	JV 03-15		AAAB	186	Torres		AAB
41	Azedinha	Mexerica	AAAB	130	ST 12-31		AAAB	187	Maçã	Maçã paulista	AAB
42	Ouro	Ouro de Botuverá	AA	133	SCS451 Catarina	Enxerto 33, Catarina	AAB	189	Moderna		AAB
43	Nanicão		AAA	135	BRS Preciosa	Preciosa, PV-42-85	AAAB	190	Super Anã		AAB
44	Branca		AAB	137	Pacovan Ken	PV-42-68	AAAB	191	Figo Anã		ABB
45	Prata		AAB	138	BRS Platina	PA-42-44	AAAB	192	Ferro		AAA
46	Prata do Norte		AAB	141	Terrinha		AAB	193	Prata Vermelha		AAB
49	Colatina Ouro		AA	142	D'angola		AAB	195	Nanicão		AAA
51	Colonial		AAA	145	FHIA-21		AAAB	197	Clarinha		AAA
52	Platina velha		AAAB	146	Terra Maranhão		AAB	198	Nanica 1		AAA
53	Maranhão Branca		AAB	147	FHIA-02		AAAA	199	Nanica 2		AAA
54	Terrinha		AAB	148	Terra Anã	Cuerno Enano	AAB	200	Nanica 3		AAA
55	Farta Velhaco	Comprida	AAB	149	BRS Japira	Japira, PV-42-142	AAAB	201	Grande Naine		AAA
57	Mysore	Nobre	AAB	150	Terra		AAB	202	Clarinha Baixa		AAA
62	Pacovan		AAB	151	Prata Anã		AAB	203	Prata Anã		AAB
64	Grande Naine		AAA	152	Pacovan		AAB	204	Figo Anã Cinza		ABB
66	Pacovan		AAB	154	Galil Cavendish		AAA	205	Fig Pome Naine		AAB
67	Prata Ponta Aparada		AAB					206	Prata Sônego		AAAB

Coleção de diploides melhorados e outros diploides - No final da década de 1990 a Embrapa transferiu à Epagri uma coleção com 16 genótipos diploides melhorados (Tabela 2). O principal objetivo destes genótipos é a sua utilização em projetos de melhoramento da bananeira via cruzamentos entre variedades comerciais e diploides melhorados, objetivando combinar nas progênies características de aceitação das frutas (presentes nas variedades comerciais) com as características de resistência ao mal de Sigatoka, ao mal do Panamá, e de rusticidade (presentes nos genótipos diploides melhorados). Com o passar do tempo alguns outros genótipos foram incorporados nesta coleção, como, por exemplo, genótipos diploides ornamentais.

Atualmente a estratégia de manutenção da coleção de diploides melhorados é similar à coleção de variedades comerciais, ocorrendo a micropropagação dos genótipos a cada período de aproximadamente 5 anos, por meio do mesmo protocolo citado anteriormente. Já o manejo no pomar é um pouco diferenciado, baseado no manejo convencional recomendado pela Epagri (Livramento e Negreiros, 2016), porém, sem a realização da colheita, do controle do mal de Sigatoka (uma vez que os acessos são resistentes, exceto um) e deixando-se de 3 a 4 famílias por touceira.

Tabela 2 - Lista de genótipos diplóides de bananeira (*Musa* spp.) conservados (conservação *ex situ* e *in vivo*) na Estação Experimental de Itajaí – Epagri.

Nome do acesso	Sinonímia ou Código	Grupo genômico*
D-01	01 16-01	AA
D-02	03 04-02	AA
D-03	03 23-03	AA
D-04	03 37-02	AA
D-05	03 38-01	AA
D-06	13 04-04	AA
D-07	13 04-06	AA
D-08	13 18-01	AA
D-09	13 19-01	AA
D-10	17 41-01	AA
D-11	28 03-01	AA
D-12	42 23-06	AA
D-13	SH 3263	AA
D-14	SH 3362	AA
D-15	42 23-03	AA
D-16	51 19-01	AA
D-17	Calcutá	AA
D-18	Côco	?
D-19	Ornamental 1	?
D-20	Ornamenta 2	?
D-21	Ornamental 3	?
D-22	Verde	?

Discussão e Perspectivas

A importância da existência de bancos de germoplasma para a segurança alimentar global está consolidada na agricultura mundial e é consenso que uma das principais formas de conservação dos recursos genéticos é a conservação pelo uso (Nodari e Guerra, 2015). Porém, como vimos, a cadeia produtiva da banana, internacional e nacional, é limitada a poucas variedades de, principalmente, dois subgrupos. Por sua vez, o produtor, mesmo que comercialize banana branca e/ou banana caturra, pode diversificar ao utilizar mais de uma variedade destes subgrupos, mesmo que as variedades costumem ser extremamente similares geneticamente dentro de cada subgrupo. Além disso, os bananicultores podem acrescentar, mesmo que em pequenas áreas, variedades de outros tipos comerciais de banana, como por exemplo variedades dos subgrupos Figo, Terra, Ouro e as híbridas tipo Maçã. Nesse sentido, a Epagri realiza no estado de Santa Catarina, desde a década de 80, avaliações de variedades potenciais em bananicultores, formando pequenas coleções de variedades potenciais. O objetivo principal dessas unidades tem sido a avaliação agrônômica dos acessos visando encontrar variedades que apresentem características de interesse, justificando assim seu registro e lançamento como novo cultivar, como por exemplo, o que ocorreu com o ‘BRS SCS Belluna’ (Scherer et al. 2020). Ou seja, além das instituições de pesquisa realizarem atividades com metas específicas relacionadas à conservação de variedades potenciais em produtores, os próprios produtores podem conservar, em pequenas áreas, as variedades potenciais que já possuem. Independente se a variedade é comercial ou não, recomenda-se ao produtor que, no manejo, siga as recomendações para a cultura (Livramento e Negreiros, 2016), realizando continuamente a chamada “seleção positiva”

na condução de cada família no bananal, considerando fatores tais como o desempenho agrônomo relacionado com a resistência à doenças, a produtividade e o vigor inicial das mudas selecionadas (sendo o ideal ter pelo menos de 6 a 8 folhas tipo espadas maiores de 10 cm antes de iniciar a produção de folhas normais).

A existência de pequenas coleções de variedades potenciais em uma determinada região possibilita também que a cadeia produtiva local se adiante a mudanças repentinas no padrão de consumo, relacionado ao tipo consumido de banana. Por exemplo, um fenômeno observado em Santa Catarina, e cada vez mais presente em várias regiões e países pelo mundo, a imigração forçada devido a condições econômicas ou sociais nos países ou regiões de origem, pode rapidamente mudar as preferências do tipo de banana consumido de uma certa região. A experiência prévia com diversas variedades permite à cadeia produtiva se adiantar na seleção de genótipos mais promissores para determinado objetivo, assim, se necessário variedades já lançadas podem ser encomendadas de empresas produtoras de mudas e variedades não lançadas podem ser registradas por instituições, permitindo assim a comercialização futura de mudas também.

Saindo da conservação pelo uso e voltando às instituições e considerando a importância da conservação de genótipos recomenda-se que cada coleção tenha, pelo menos, uma duplicata, o que pode ser observado nas coleções globais do CGIAR e na coleção da Embrapa. Por enquanto o banco de germoplasma da Epagri mantém os genótipos apenas em campo (*in vivo*), porém, espera-se que futuramente possa ser possível formar uma duplicata em criopreservação.

Conclusões

A Epagri busca colaborar com a conservação e a diversificação da bananeira, assim como com a resiliência da cadeia produtiva à fatores bióticos e abióticos adversos, através da manutenção de um banco de germoplasma (*ex situ* e *in vivo*), do desenvolvimento de novas variedades e novas tecnologias e da implantação de unidades de avaliações de variedades potenciais em bananicultores.

Agradecimentos

Ao professor Miguel Pedro Guerra, pela leitura crítica ao texto; e aos funcionários da Epagri – Estação Experimental de Itajaí, pelo cuidado e manutenção do banco de germoplasma de bananeira por mais de quatro décadas.

Referências

BAIRU, M.W.; AREMU, A.O.; VAN STADEN, J. Somaclonal variation in plants: causes and detection methods. *Plant Growth Regulation*, v. 63: 147–173, 2011.

EPAGRI/CEPA. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. Síntese Anual da Agricultura Catarinense, 2021. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2020_21.pdf Acessado em Outubro de 2023.

FAOSTAT - FAO statistical databases, banana and plantain data (2022): Food and agriculture organization of the United Nations - Statistics Division. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Acessado em Outubro 19, 2023.

- HESLOP-HARRISON, J.S; SCHWARZACHER, T. Domestication, genomics and the future for banana. *Annals of Botany*, v.100(5):1073-1084, 2007. doi: 10.1093/aob/mcm191. Epub 2007 Aug 31.
- Jeffreys, M. D. W. The Banana in the Americas. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, v.10(5-7), 1963. doi: <https://doi.org/10.3406/jatba.1963.2705>
- KOEPPEL, D. The fate of the fruit that changed the world. New York: Hudson street, 2008, pp 304.
- LANGDON, R. The banana as a key to early American and Polynesian history. *Pacific Hystory*, 28: 15-35, 1993.
- LICHTEMBERG, L.A.; LICHTEMBERG, P. dos S.F. Avanços na bananicultura brasileira. *Revista Brasileira De Fruticultura* 33(spe1):29–36, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500005>
- LIVRAMENTO, G.; NEGREIROS, R.J.Z. Banana: Recomendações técnicas para o cultivo no litoral norte de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2016. 101p. (Epagri. Sistema de produção, 49).
- MOREIRA, R.S. Banana: teoria e pratica de cultivo. 2.ed. Sao Paulo, SP: Fundacao Cargill publ., 1999, pp. 657
- MUSANET. Global Strategy for the Conservation and Use of Musa Genetic Resources (B. Laliberte , compiler). Bioversity International, Montpellier, France, 2016. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/77330/2016%20Global%20Musa%20Strategy%20booklet.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acessado em Outubro de 2023..
- NASCIMENTO JUNIOR, B.B.; OZORIO, I.P.; REZENDE, C.M.; SOARES, A.G.; FONSECA, M.J. de O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: Características físico-químicas e compostos volateis. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 28: 649-658, 2008.
- NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A Agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, v. 29: 183-207, 2015.
- PADUA, J.G.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; MARUES de MELO, S.C. Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: conservação e uso. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020.
- PERRIER, X.; De LANGHE. E.; DONOHUE, M.; LENTFER, C.; VRYDAGHS, L.; BAKRY, F.; CARREL, F.; HIPPOLYTE, I.; HORRY, J.P.; JENNY, C.; LEBOT, V.; RISTERUCCIC, A.M.; TOMEKPE, K.; DOUTRELEPONT, H.; BALL, T.; MANWARING, J.; DE MARET, P. DENHAM, T. Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa spp.*) domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America* 108: 1311-1318, 2011.
- SCHERER, R. F.; LICHTEMBERG, L. A.; MARO, L. A. C.; BELTRAME, A. B.; KLABUNDE, G. H. F.; SÔNEGO, M.; PERUCH, L. A. M.; AMORIM, E. P.; SEREJO, J. A. dos S.; FERREIRA, C. F.; HADDAD, F. BRS SCS BELLUNA – um novo cultivar de banana para processamento e consumo fresco. *Agropecuária Catarinense*, 33(1), 32–37, 2020. <https://doi.org/10.52945/rac.v33i1.532>
- SCHERER, R.F. (Org.) Produção de mudas de bananeira no Brasil – alta qualidade genética e fitossanitária. Florianópolis: Epagri, 2019. 40p. (Epagri. Boletim Técnico, 187
- SIMMONDS, N. W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *The journal of the Linean Society of London*, London, v. 55:302-12, 1955.

SIMMONDS, N.W. Megasporogenesis and female fertility in three edible triploid bananas. *Journal of Genetics*, 57: 269–278, 1960. <https://doi.org/10.1007/BF02987233>

VAN DEN HOUWE, I.; CHASE, R.; SARDOS, J.; RUAS, M.; KEMPENAERS, E.; GUIGNON, V.; MASSART, S.; CARPENTIER, S.; PANIS, B.; ROUARD, M.; ROUX, N. Safeguarding and using global banana diversity: a holistic approach. *CABI Agriculture and Bioscience* 1(15), 2020. <https://doi.org/10.1186/s43170-020-00015->

VOORA, V.; LARREA, C.; BERMUDEZ, S. Global market report: bananas (Sustainable Commodities Marketplace Series). Winnipeg: IISD, 2020. Disponível em: <https://www.iisd.org/system/files/2023-03/2023-global-market-report-banana.pdf> Acessado em Outubro de 2023