

Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas

RECURSOS GENÉTICOS



O produtor pergunta, a Embrapa responde

Embrapa

Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas



**RECURSOS
GENÉTICOS**

O produtor pergunta, a Embrapa responde

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



O produtor pergunta, a Embrapa responde

*Samuel Rezende Paiva
Maria do Socorro Maués Albuquerque
Antonieta Nassif Salomão
Solange Carvalho Barrios Roveri José
José Roberto Moreira*

Editores Técnicos

Embrapa
*Brasília, DF
2019*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W5 Norte (final)

Caixa Postal 02372

70770-917 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-4700

Fax: (61) 3340-3624

www.embrapa.br

www.embrapa.com.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Comitê Local de Publicações

Presidente

Marília Lobo Burle

Secretária-Executiva

Ana Flávia do Nascimento Dias Cortes

Membros

Antonieta Nassif Salomão

Diva Maria Alencar Dusi

Francisco Guilherme V. Schmith

João Batista Teixeira

João Batista Tavares da Silva

Maria Cléria Valadares Inglis

Tânia da Silveira Agostini Costa

Foto da capa

Adilson Werneck

Composição de fotos

Cristina Mazza (pastagem)

Claudio Bezerra (erlenmeyer, porco e milho)

Imagem bactéria

Laboratórios Rocky Mountain, NIAID, NIH

Imagem DNA

www.publicdomainpictures.net

Embrapa

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (final)

70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-4236

Fax: (61) 3448-2494

www.embrapa.br/livraria

livraria@embrapa.br

Responsável pela edição

Embrapa, Secretaria-Geral

Coordenação editorial

Alexandre de Oliveira Barcellos

Heloiza Dias da Silva

Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Wyviane Carlos Lima Vidal

Revisão de texto

Maria Cristina Ramos Jubé

Normalização bibliográfica

Marcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico da coleção

Mayara Rosa Carneiro

Editoração eletrônica e arte-final da capa

Júlio César da Silva Delfino

Ilustrações e índice

José Roberto Moreira

Logotipo usado na ilustração da pergunta 230

Francisco Régis Ferreira Lopes

1ª edição

1ª impressão (2019): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa

Recursos genéticos : o produtor pergunta, a Embrapa responde / Samuel Rezende

Paiva ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2019.

298 p. : il. ; 16 cm x 22 cm. – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas)

ISBN 978-85-7035-899-8

1. Recurso genético. 2. Recurso vegetal. 3. Controle microbiano. 4. Sustentabilidade. I. Paiva, Samuel Resende. II. Albuquerque, Maria do Socorro Maués. III. Salomão, Antonieta Nassif. IV. José, Solange Carvalho Barrios Roveri. V. Moreira, José Roberto. VI. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. III. Coleção.

CDD 636

Márcia Maria Pereira de Souza (CRB-1/1441)

© Embrapa, 2019

Autores

Abi Soares dos Anjos Marques

Engenheira-agrônoma, doutora em Bacteriologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Alexandre Floriani Ramos

Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Ana Cecília Ribeiro de Castro

Bióloga, doutora em Botânica, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

Ana Cristina Mazzocato

Bióloga, doutora em Botânica, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes

Bibliotecária, especialista em Gestão da Informação, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Ananda Virginia de Aguiar

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Anderson Cassio Sevilha

Biólogo, doutor em Ciências de Plantas Tropicais, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Andréa del Pilar de Souza Peñaloza

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Antonieta Nassif Salomão

Engenheira florestal, mestre em Manejo do Espaço Rural, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Arthur da Silva Mariente

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Animal, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Bruno Machado Teles Walter

Engenheiro-agrônomo e engenheiro florestal, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Carmen Silvia Soares Pires

Bióloga, doutora em Biologia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Catia Silene Klein

Bióloga, mestre em Biologia Celular e Molecular, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Christiane Abreu de Oliveira

Engenheira-agrônoma, doutora em Interação Planta-Microrganismos, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Clara Oliveira Goedert

Engenheira-agrônoma, Ph.D. em Conservação de Recursos Genéticos Agrícolas, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Clarissa Silva Pires de Castro

Química, doutora em Química Analítica, pesquisadora da Secretaria de Desenvolvimento Institucional, Embrapa, Brasília, DF

Cristina de Fátima Machado

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Daniela Lopes Leite

Engenheira-agrônoma e filósofa, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Dijalma Barbosa da Silva

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Dulce Alves da Silva

Bióloga, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Edison Martins

Médico-veterinário, doutor em Reprodução Animal, superintendente da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana, Lages, SC

Eduardo Vaz de Mello Cajueiro

Graduado em Processamento de Dados, mestre em Engenharia de Sistemas e Computação, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Fábia de Mello Pereira

Engenheira-agrônoma, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Fábio de Oliveira Freitas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética Evolutiva, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Fernanda Alvares da Silva

Bióloga, doutora em Bioquímica Animal, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Flavia França Teixeira

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Francisco Régis Ferreira Lopes

Designer Gráfico, mestre em Educação, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Francisco Ricardo Ferreira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Francys Mara Ferreira Vilella

Bióloga, doutora em Entomologia, diretora da Cesis Soluções em Regulamentação e Registro de Produtos Ltda, Brasília, DF

Geraldo Magela Côrtes Carvalho

Zootecnista, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Gildo Almeida da Silva

Biomédico, doutor em Bioquímica, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

Hymerson Costa Azevedo

Médico-veterinário, doutor em Medicina Veterinária, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Ivo Roberto Sias Costa

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Izulmé Rita Imaculada Santos

Bióloga, doutora em Fisiologia do Estresse Vegetal, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Jerri Edson Zilli

Licenciado em Ciências Agrícolas, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

João Batista Tavares da Silva

Biólogo, doutor em Microbiologia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

José Francisco Montenegro Valls

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência da Paisagem, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

José Roberto Moreira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Juliano Gomes Pádua

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Kleibe de Moraes Silva

Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Luciana Harumi Morimoto Figueiredo

Bióloga, doutora em Biotecnologia e Biodiversidade, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Luciano de Bem Bianchetti

Biólogo, mestre em Botânica, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Luis Henrique de Barros Soares

Engenheiro-agrônomo, doutor em Biologia Celular e Molecular, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Marcelo Lopes da Silva

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Marcos Aparecido Gimenes

Biólogo, doutor em Genética, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Maria Aldete Justiniano da Fonseca

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Mariangela Hungria

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR

Maria do Socorro Maués Albuquerque

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Maria Elita Batista de Castro

Bióloga, doutora em Virologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Maria Isabela Lourenço Barbirato

Contadora, especialista em Gestão de Material e Patrimônio no Setor Público, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Norton Polo Benito

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Osmar Alves Lameira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Patrícia Ianella

Bióloga, doutora em Genética, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Paulo Ricardo Dias de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

Paulo Sérgio Ribeiro de Mattos

Médico-veterinário, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Ramayana Menezes Braga

Médico-veterinário, mestre em Medicina Veterinária, pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR

Samuel Rezende Paiva

Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento Animal, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Semíramis Rabelo Ramalho Ramos

Engenheira-agrônoma, doutora em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Simone Nunes Ferreira

Advogada, mestre em Direito, consultora do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)/Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), Brasília, DF

Solange Carvalho Barrios Roveri José

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Sueli Corrêa Marques de Mello

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Taciana Barbosa Cavalcanti

Bióloga, doutora em Botânica, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Tânia Maria Leal

Médica-veterinária, doutora em Ciências Veterinárias, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Terezinha Aparecida Borges Dias

Engenheira-agrônoma, mestre em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Valderês Aparecida de Sousa

Engenheira florestal, doutora em Ciências Florestais, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Vânia Cristina Rennó Azevedo

Bióloga, doutora em Biologia Molecular, chefe do Banco Genético do International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT/CGIAR), Hyderabad, Índia

Vera Maria Villamil Martins

Médica-veterinária, doutora em Ciência Animal, professora aposentada da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC

Apresentação

A *Coleção 500 Perguntas 500 Respostas* é mais um canal que a Embrapa criou com a sociedade brasileira. Esta obra aborda um tema básico e transversal para agricultura, pecuária e agroindústria nacional: recursos genéticos. Por meio deste livro, o leitor irá entender como o escopo do tema está presente em toda refeição do brasileiro. Dessa forma, o livro mostra, em linguagem acessível, as principais etapas que garantem a conservação e uso de recursos genéticos animais, vegetais e microbianos no Brasil.

O livro foi concebido pela equipe de recursos genéticos da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e escrito com a colaboração de pesquisadores de 17 Unidades Centrais e Descentralizadas da Empresa: Secretaria de Desenvolvimento Institucional, Embrapa Agrobiologia, Embrapa Agroindústria Tropical, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Caprinos e Ovinos, Embrapa Clima Temperado, Embrapa Florestas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Embrapa Meio-Norte, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Roraima, Embrapa Soja, Embrapa Suínos e Aves, Embrapa Uva e Vinho. Colaboraram também com esta obra pesquisadores e professores das seguintes instituições: International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT/CGIAR), Universidade do Estado de Santa Catarina, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Cesis Soluções em Regulamentação e Registro de Produtos Ltda., Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana.

O conteúdo do livro está estruturado em 11 capítulos, dos quais os oito primeiros respondem a perguntas sobre as atividades comuns aos recursos genéticos animais, vegetais e microbianos e os três últimos contemplam perguntas específicas a cada um desses recursos genéticos. Com linguagem acessível a produtores rurais, estudantes e profissionais de distintas áreas, este livro reúne

informações, definições e conceitos sobre os recursos genéticos animais, vegetais e microbianos. Com esta publicação, ressalta-se a importância dos recursos genéticos para a sustentabilidade da agricultura, pecuária, aquicultura e silvicultura no País.

José Manuel Cabral de Sousa Dias
Chefe-Geral da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Sumário

Introdução.....	15
1 Princípios e Conceitos Sobre Recursos Genéticos.....	19
2 Coleta de Recursos Genéticos.....	39
3 Conservação Ex Situ de Recursos Genéticos	65
4 Conservação In Situ de Recursos Genéticos	93
5 Caracterização de Recursos Genéticos.....	109
6 Documentação e Informatização de Recursos Genéticos	131
7 Intercâmbio e Quarentena de Recursos Genéticos	141
8 Legislação Relacionada a Recursos Genéticos	157
9 Recursos Genéticos Animais.....	179
10 Recursos Genéticos Microbianos	209
11 Recursos Genéticos Vegetais.....	241
Índice.....	269

Introdução

O início da agricultura, entre 10 mil e 20 mil anos, é, sem dúvida, um dos principais eventos da história da humanidade. Aproximadamente 300 mil espécies de plantas já foram descritas pela ciência. Porém, não mais que 300 vêm sendo utilizadas na alimentação humana, e, dessas, apenas 15 espécies são responsáveis por 90% de todo o consumo da humanidade atual. Os números para animais são bem menores, de forma que menos de 30 espécies foram efetivamente domesticadas.

Essas espécies animais, vegetais e microbianas que possuem comprovada utilização pelo homem, em especial para alimentação e agricultura, são chamadas de recursos genéticos. A conservação e o uso sustentável de recursos genéticos para a alimentação e agricultura são, portanto, alguns dos pilares da segurança alimentar, auxiliam a resiliência dos sistemas de produção, além de contribuir para a prestação de serviços ecossistêmicos. Conservar e usar essa diversidade – entre espécies e dentro de espécies – significa garantir alternativas para responder a desafios no presente, para serem usados de forma sustentável e otimizar os sistemas de produção atuais e preservá-los para, no futuro, serem usados como investimento e segurança da alimentação da humanidade.

Na década de 1960, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) iniciou as atividades de coleta e preservação de recursos genéticos das culturas, época em que a conservação dos recursos genéticos passou a merecer atenção especial da comunidade científica internacional. Em 1974, foi criado o Conselho Internacional para Recursos Genéticos Vegetais (International Board for Plant Genetic Resources – IBPGR), atual Bioversity, com a função básica de promover a conservação e o uso de recursos genéticos vegetais. Ciente da importância dos recursos genéticos para o Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) criou, em novembro daquele ano, o Centro

Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen), em Brasília, hoje, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, com o objetivo de enriquecer a variabilidade genética de plantas por meio de introduções ordenadas e sistemáticas e, também, desenvolver uma política de intercâmbio, que atendesse aos interesses nacionais. A meta era aumentar a disponibilidade dos recursos genéticos, de forma a suprir os programas de melhoramento genético com o germoplasma necessário, para o desenvolvimento de novas variedades de plantas úteis à alimentação.

Na década seguinte, a Embrapa passou a investir na conservação de recursos genéticos animais, priorizando as raças de animais domésticos de interesse para a pecuária, desenvolvidas a partir de animais trazidos por colonizadores após o descobrimento. A responsabilidade da Embrapa com os recursos genéticos foi ampliada em 1993. Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Eco 92, no Brasil, foram incluídos os recursos genéticos microbianos no programa da Embrapa de Recursos Genéticos, com atividades de pesquisa utilizando as coleções de culturas de microrganismos multifuncionais, agentes de controle biológico, fitopatogênicos de interesse da agroindústria e da produção animal. Vale ressaltar que, antes de a FAO começar a discutir o tema de microrganismos em 2007, a Embrapa já havia incluído os recursos genéticos microbianos em seu escopo de atuação.

O conhecimento acerca da situação contemporânea dos sistemas de conservação de recursos genéticos em desenvolvimento no mundo, numa visão comparativa, fornece embasamento para afirmar que o sistema brasileiro de conservação, manejo e uso de recursos genéticos é bastante diferente dos sistemas de outros países, principalmente, dos Estados Unidos, da China e do Japão, onde o banco de germoplasma é um repositório de genes pluriespecíficos, consistindo de câmaras de armazenamento e laboratórios de análise de sementes. No sistema brasileiro, o processo de conservação é composto por um banco genético representando a coleção de base de germoplasma semente, conservada em longo prazo, e por bancos ativos de germoplasma (BAGs), localizados nas Unidades

de pesquisas das espécies na Embrapa. Nesses bancos ativos, são desenvolvidas pesquisas de caracterização, avaliação, multiplicação, regeneração, conservação em curto e em médio prazo e documentação dos recursos genéticos. Portanto, a Embrapa tem a responsabilidade de fortalecer e avançar, cada vez mais, no enriquecimento, na conservação e na caracterização, para assegurar a disponibilidade da diversidade genética, para uso atual e potencial, da alimentação e agricultura.

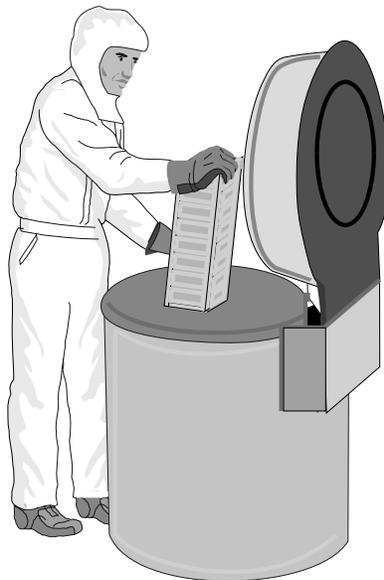
Este livro, 500 Perguntas 500 Respostas – Recursos Genéticos, procura atender a uma demanda frequente acerca de definições, conceitos, tipos, diferenças, classificações, localizações e todo tipo de características dos recursos genéticos dos três grandes grupos: vegetal, animal e microbiano. As respostas às respectivas perguntas são geradas em valiosos conhecimentos e experiências reais dos pesquisadores especialistas nas linhas científicas, relacionadas aos recursos genéticos.

Esta publicação visa atender a um público amplo, como pesquisadores, professores, estudantes e produtores rurais, bem como a todos que têm interesse em aumentar seus conhecimentos e esclarecer dúvidas sobre o tema. Nela são apresentados os tópicos e assuntos comuns e transversais aos recursos genéticos; e os recursos genéticos animais, vegetais e microbianos, tratados em suas especificidades.

Esperamos que as informações, aqui contidas, ampliem os conhecimentos acerca dos recursos genéticos, assim como da dimensão de sua importância para a humanidade.

1

Princípios e Conceitos sobre Recursos Genéticos



*Antonieta Nassif Salomão
Izulmé Rita Imaculada Santos
Solange Carvalho Barrios Roveri José
Bruno Machado Teles Walter
Maria do Socorro Maués Albuquerque
Marcos Aparecido Gimenes
Flavia França Teixeira
Clarissa Silva Pires de Castro
Ana Cristina Mazzocato
Clara Oliveira Goedert*

1 O que são recursos genéticos?

Os recursos genéticos são espécies animais, vegetais e microbianas, aquáticas e terrestres, de valor econômico, científico, social ou ambiental, seja este valor atual ou potencial. Essas espécies são de grande importância, pois constituem a base biológica da segurança alimentar mundial e, direta ou indiretamente, apoiam a vida e os meios de subsistência de cada ser humano. Os recursos genéticos detêm a variabilidade genética necessária para evitar a fome e as perdas econômicas em decorrência de intempéries climáticas, doenças e pragas que se apresentam como desafios para a humanidade. Eles são a matéria-prima para programas de melhoramento que visam ao aumento da produtividade e da qualidade na agricultura, pecuária, silvicultura e pesca, e à produção de novas cultivares, raças, medicamentos e outros bens de consumo.

2 O que são recursos biológicos?

Os recursos biológicos são espécies, organismos, populações ou outros componentes bióticos dos ecossistemas, de utilidade real ou potencial para a humanidade. Em outras palavras, os recursos biológicos são o somatório de recursos genéticos, organismos ou partes destes, populações, ou qualquer outro componente biótico dos ecossistemas, de utilidade ou valor real ou potencial para a humanidade.

3 O que é biodiversidade?

A biodiversidade ou a diversidade biológica é a variedade de plantas, animais e microrganismos, os genes que eles contêm e os ecossistemas em que eles existem. Os componentes da biodiversidade podem ser tratados usualmente nos seguintes níveis: a) diversidade genética, referente à variação genética dentro de uma espécie (ou táxon); b) diversidade de espécies, variedade

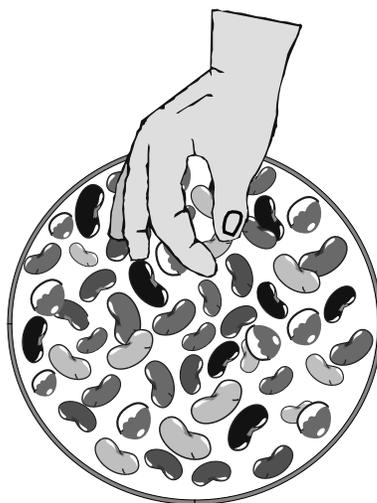
ou riqueza de espécies em uma área; c) diversidade de comunidades, variedade de comunidades em uma área; d) diversidade de paisagem, variedade de comunidades ou ecossistemas em uma paisagem; e) diversidade regional, referente à variedade de espécies, comunidades, ecossistemas ou paisagens dentro de uma região específica.

4 O que é agrobiodiversidade?

A agrobiodiversidade ou biodiversidade agrícola é a diversidade de animais, plantas e microrganismos e a variabilidade intraespecífica necessárias à sustentação das principais funções do agroecossistema e que são utilizadas, direta ou indiretamente, para alimentação, agricultura, pecuária, silvicultura e pesca. Compreendem, ainda, espécies que fornecem matéria-prima e serviços, como forragem, fibra, combustível e produtos farmacêuticos, e espécies que dão suporte à produção, como organismos biocontroladores, microrganismos do solo, predadores, polinizadores.

5 O que é diversidade genética?

A diversidade genética refere-se à quantidade de indivíduos geneticamente diferentes, em virtude de fatores herdáveis e/ou ambientais, pertencentes à mesma espécie. Uma espécie apresenta baixa variabilidade quando as informações contidas nos cromossomos entre seus indivíduos são muito semelhantes, ou existem poucas variações alélicas nos diferentes genes. O inverso poderia ser dito para o conceito de alta variabilidade genética.



6 O que são diversidades interespecífica e intraespecífica?

A diversidade interespecífica é um conceito que inclui a diversidade genética de mais de uma espécie contida em determinada área ou região ou outro limite qualquer. Frequentemente é confundida com conceito ecológico de “riqueza”, mas este trata apenas do número de diferentes espécies presentes em uma área. Diversidade intraespecífica, por sua vez, é a diversidade dentro de determinada espécie e inclui diferentes combinações de alelos.

7 Qual é a diferença entre material biológico e material genético?

Material biológico é uma amostra de um organismo ou parte dele. Material genético é todo material de origem vegetal, animal, microbiana ou outra que contenha unidade funcional de hereditariedade, ou seja, o DNA (ácido desoxirribonucleico), cuja estrutura é composta pelas quatro bases: adenina, citosina, guanina e timina.

8 Qual é a diferença entre gene e base genética?

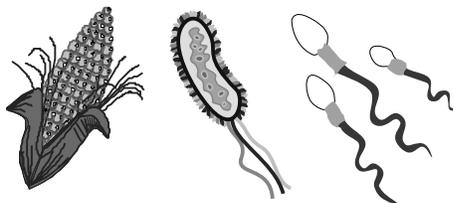
Gene designa a pequena sequência de nucleotídeos capaz de definir uma característica do ser vivo, como a cor da pelagem de um animal, o formato das folhas de uma planta. A base genética trata-se da variabilidade genética total de uma determinada espécie animal, vegetal ou microbiana.



9 O que é germoplasma?

Tradicionalmente, designa qualquer forma, porção, parte ou estrutura de origem animal, vegetal ou microbiana que contenha a informação genética que será herdada. É o material genético que

constitui a base física da hereditariedade, o genótipo, e que é transmitida de uma geração a outra por meio de células germinais. Germoplasma também pode ser definido como o material genético de um organismo (cromossomas e genes) contido em semente, estaca, bulbo, pólen, embrião, tecidos, células, espermatozoides, óvulo, esporos ou cepa e que pode ser herdado por seus descendentes.



10 Qual é a origem da palavra germoplasma?

Em 1892, August Weismann, biólogo alemão, utilizou a palavra “Keimplasma” (germoplasma) no livro *Keimplasma: eine theorie der vererbung* (*Germoplasma: uma teoria da herança*). Sua teoria consistia em afirmar que a informação genética era passada entre as gerações apenas por células germinativas e não por células somáticas. Atualmente, sob a ótica da genética moderna, essa teoria tem-se mostrado, na maioria das vezes, equivocada. Mas o termo difundiu-se e sedimentou-se sob a definição acima apresentada.

11 O que é acesso?

Acesso é uma amostra de germoplasma representativa de um indivíduo ou de uma população, diferenciada e identificada de maneira única. Em caráter mais geral, é qualquer registro individual constante de uma coleção de germoplasma.

12 O que é uma população?

População é o conjunto de indivíduos de uma espécie, delimitado por fatores ambientais, com certo grau de homogeneidade, com a capacidade de se reproduzir e gerar descendentes.

13 O que é espécie?

Em termos taxonômicos, espécie é uma categoria de classificação de organismos que inclui indivíduos com características morfológicas, estruturais, funcionais, fisiológicas e genéticas semelhantes e definidas pelo potencial de reprodução e de migração de genes entre si. Sob o ponto de vista sistemático, a espécie é definida como um nível hierárquico de classificação dos seres na Terra, compreendido entre o nível superior gênero e o nível inferior subespécie ou variedade. Como exemplos de classificação de espécies têm-se:

- Cavallo: gênero *Equus*, espécie *Equus ferus* e subespécie *Equus ferus caballus*.
- Couve-flor: gênero *Brassica*, espécie *Brassica oleracea*, variedade *Brassica oleracea botrytis*.
- Bactéria usada na produção de biopesticida: gênero *Bacillus*, espécie *Bacillus thuringiensis*.

14 O que é subespécie?

Subespécie é uma categoria taxonômica inferior a espécie (infraespecífica). Refere-se às populações regionais de uma mesma espécie que, em razão do isolamento geográfico ou melhoramento genético, não fazem troca de genes entre si.

15 O que é espécie nativa ou autóctone?

Espécie nativa ou autóctone é uma espécie animal, vegetal ou microbiana, natural de uma determinada localidade ou encontrada em ecossistema e habitats naturais, em seu centro de origem ou centro de diversidade. As espécies de animais, vegetais e microbianas, que têm como centro de origem e de diversidade o Brasil, são tidas como nativas ou autóctones.

16 O que é espécie exótica ou alóctone?

Espécie exótica ou alóctone refere-se à espécie animal, vegetal ou microbiana introduzida em local distinto de sua ocorrência original ou centro de origem ou centro de diversidade.

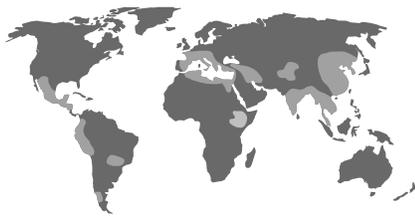
17 O que é espécie naturalizada?

A espécie naturalizada é aquela que foi introduzida intencionalmente ou não em um novo ambiente e que se adaptou e reproduziu com sucesso nesse local. Ao longo do tempo, a espécie estabeleceu-se e aclimatou-se às novas condições ambientais, passando a fazer parte integrante da flora ou fauna de uma região.

18 O que é espécie domesticada?

Espécie domesticada é aquela que teve seu processo de evolução influenciado pelo homem para atender a suas necessidades.

19 O que é centro de origem da espécie?



Região geográfica onde uma dada espécie teve origem e na qual seus ancestrais silvestres podem ser ainda encontrados. Nicolai Ivanovich Vavilov, geneticista russo, em suas viagens de coleta, identificou regiões onde havia grande diversidade de algumas espécies. Essas regiões teóricas foram designadas como centros de origem de plantas cultivadas.

20 O que é centro de diversidade da espécie?

Região geográfica onde se concentra um número elevado de espécies de um gênero ou de gêneros de uma família, contrastando

com sua menor frequência em outras regiões. O centro de diversidade é um conceito mensurável na natureza. Há os que adotam a expressão centro de diversidade (que pode ser quantificado) como sendo centro de origem (um conceito teórico, difícilimo de ser indicado na prática).

21 O que é centro de domesticação da espécie?

Região geográfica onde uma determinada espécie foi domesticada ou aclimatada.

22 O que é local de procedência de germoplasma?

Local geográfico ou origem genética de onde se obteve o germoplasma de um indivíduo ou de uma população.

23 O que é fenótipo?

A aparência visível ou o conjunto de traços de um organismo resultante da ação combinada entre o genótipo e o meio ambiente. Quando as expressões de caracteres totais de um indivíduo são consideradas, o fenótipo descreve o indivíduo. São as propriedades morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, comportamentais e outras de um organismo que se desenvolvem por meio da interação de genes e meio ambiente.

24 O que é genótipo?

Genótipo é a constituição genética ou soma total da informação genética de um organismo ou espécie. Na análise da constituição genética de alguns *loci* de genes, o genótipo representa todas as características do cromossomo, mesmo que não sejam expressas no fenótipo.

25 O que é erosão genética?

Erosão genética é a perda de um gene ou de um grupo de genes de uma espécie ou população, no transcorrer do tempo, em decorrência de processos naturais, da ação antrópica (degradação do meio ambiente, urbanização e desmatamento) ou pela substituição das variedades tradicionais por cultivares geneticamente uniformes. Como resultado dessa perda de variabilidade genética, tem-se a redução do potencial de adaptação das culturas às mudanças no ambiente e, conseqüentemente, a ameaça à segurança alimentar da população mundial e a extinção das espécies.

26 O que é vulnerabilidade genética?

Vulnerabilidade genética é estar sujeito à perda de genes ou genótipos. Um exemplo é quando uma única cultura ocupa grandes extensões ficando suscetível a pragas, doenças e intempéries climáticas, como resultado de sua baixa variabilidade genética, criando assim um potencial para perdas generalizadas.

27 O que é cepa ou estirpe?

Cepa ou estirpe refere-se a um grupo de indivíduos derivados por ascendência de um único indivíduo dentro de uma espécie e que compartilham semelhanças morfológicas ou fisiológicas. Considera-se como cepa ou estirpe variações de uma mesma espécie de planta ou de microrganismo.

28 O que é raça?

Raça é um grupo reconhecível de organismos dentro de determinada espécie. Os critérios distintivos podem ser uma combinação de fatores geográficos, genéticos, ecológicos, fisiológicos e

cariotípicos. Esse grupo apresenta características semelhantes e definidas, transmitidas hereditariamente, e que o torna diferente de outros conjuntos de indivíduos da mesma espécie.

Para animais domésticos, raça é um grupo subespecífico com características externas definíveis e identificáveis que permitem separá-lo visualmente de outros grupos da mesma espécie. A raça pode ser ainda definida como um grupo de animais para o qual a separação geográfica e/ou cultural resultou em diferente identidade em relação a outros grupos fenotipicamente similares.

Considera-se como raça no reino vegetal o grupo endogâmico de plantas, marcado por traços hereditários. Para plantas em geral, raça é uma categoria infraespecífica. Para plantas cultivadas, o termo era utilizado no mesmo nível de subespécie, fazendo com que no código de nomenclatura de plantas cultivadas recomendasse não utilizá-lo.

29 O que é raça naturalizada?

Raça naturalizada é aquela que já existia em alguns países e regiões e que foi introduzida em outro país e nele se adaptou e formou populações espontâneas.

30 O que é raça localmente adaptada ou crioula?

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (Galal; Boyazoglu, 2001), são raças de espécies exóticas que estão tempo suficiente em um país de forma que se adaptaram a um ou mais sistemas de produção tradicional ou ecossistemas daquele país. No caso do Brasil, os 500 anos de seleção natural, artificial e deriva genética aos quais os grupamentos animais, principalmente de origem portuguesa e africana, estiveram submetidos fizeram com que algumas raças de diferentes espécies aqui introduzidas ocupassem novos nichos ecológicos e se adaptassem aos vários biomas nacionais.

31 O que é uma cultivar?

Planta que se distingue das demais por meio de caracteres agronômicos. Planta cultivada ou melhorada pelo ser humano por apresentar alguma característica que é atrativa do ponto de vista da produção agrícola, como a resistência às baixas temperaturas. Geralmente, enquanto está em uso, a cultivar é denominada cultivar elite ou moderna. Quando já não atende mais aos quesitos de produção para os quais foi desenvolvida, a cultivar passa a denominar-se cultivar obsoleta ou em desuso.

32 O que é variedade?

Variedade é uma categoria taxonômica também subordinada a uma espécie (infraespecífica), que possui características morfológicas que a distinguem. Em plantas cultivadas, são os genótipos gerados por polinização natural e selecionados pelo ser humano, devido a características que a discriminam.

33 O que é variedade tradicional local, crioula, primitiva ou *landrace*?

Normalmente tratadas como sinônimos, referem-se a um grupo de plantas mantidas em condições *in situ* ou *ex situ*, oriundas de processos de domesticação e seleção a campo ao longo dos tempos por agricultores, comunidades tradicionais ou populações indígenas.

34 Quais são os tipos de coleções de material biológico?

Coleção de base, coleção biológica, coleção de referência, coleção de trabalho, coleção científica, coleção nuclear, coleção elite, coleção institucional e coleção temática. Cada qual possui suas peculiaridades.

35 O que é coleção de base (colbase) e banco genético?

É o conjunto abrangente de acessos de coleções de várias espécies cujo objetivo é a conservação em longo prazo, localizado em uma infraestrutura apropriada, chamada banco genético.

36 O que é coleção biológica?

É o conjunto de animais, plantas ou microrganismos associado a dados biológicos e geográficos em estudos taxonômicos, morfológicos, evolutivos, desenvolvimento científico e inovação tecnológica.

37 O que é coleção de referência?

É o conjunto de animais, plantas e microrganismos utilizado para estudos de um grupo taxonômico ou como base para outros estudos de comparação de sistemática e filogenética.

38 O que é coleção de trabalho?

É o conjunto limitado de acessos de germoplasma, com características genéticas selecionadas para diversos usos.

39 O que é coleção científica?

É o conjunto de materiais biológicos, amostras ou acessos de coleções específicas, como coleção de *Rhizobium*, coleção de plantas vivas, coleção de plantas herborizadas, coleção de insetos, que é conservado e devidamente cadastrado para estudos científicos.

40 O que é coleção nuclear ou *core collection*?

É o conjunto de acessos correspondendo de 70% a 80% da variabilidade genética de um táxon ou de determinada característica

de interesse científico que é organizado com aproximadamente de 10% a 15% do total de acessos do banco ativo de germoplasma, visando concentrar as atividades de caracterização e avaliação. Assim, é possível formar uma base de informação mais completa sobre os acessos que compõem a coleção núcleo e, logo, favorecer a ampliação do uso do banco de germoplasma.

41 O que é coleção elite ou coleção do melhorista?

É o conjunto de genótipos mais próximos ao padrão comercial que são obtidos por meio de cruzamentos e seleções no âmbito das atividades de melhoramento. Muitas vezes esses genótipos são muito próximos geneticamente entre si, pois geralmente têm genitores em comum. De maneira geral, os genótipos da coleção elite têm alta produtividade, características desejáveis para cultivares comerciais que foram obtidas por meio de ações de melhoramento. Entretanto, essas coleções têm, em geral, menor diversidade genética quando comparadas ao banco de germoplasma.

42 O que é coleção institucional?

É o conjunto de material biológico em condições de atender a demandas das equipes de pesquisadores e/ou curadores, tanto da instituição que a mantém, quanto de outras instituições nacionais ou estrangeiras em conformidade com a legislação vigente.

43 O que é coleção temática?

É um subconjunto de acessos de um banco de germoplasma, que possui uma ou mais características identificadas em ensaios de caracterização e avaliação, formando um grupo de acessos promissor para estudos e pesquisas em determinados temas. Alguns acessos podem fazer parte de mais de uma coleção temática.

44 O que é um curador de recursos genéticos?

É a pessoa responsável pela gestão do acervo de recursos genéticos com ações variadas, tais como: prospecção, coleta, introdução, intercâmbio, multiplicação, regeneração, conservação, caracterização, avaliação, documentação, informação e utilização de germoplasma.

45 O que é biotecnologia?

Segundo a Convenção da Biodiversidade, biotecnologia é toda aplicação técnica que utiliza sistemas biológicos e organismos vivos ou seus derivados para a criação ou a modificação de produtos e processos para usos específicos. Os recursos genéticos são a matéria-prima da biotecnologia. Nos últimos anos, novos segmentos da biotecnologia foram desenvolvidos e podem ser adotados com vistas a melhor entendimento sobre estrutura, função e expressão de genes, proteínas e metabolitos em programas de melhoramento. Os segmentos são:

- Proteômica – O estudo da expressão proteica.
- Transcriptômica – O estudo do ácido ribonucleico mensageiro (mRNA).
- Genômica – O estudo da estrutura e das funções das sequências de DNA.
- Metabolômica – O estudo de processos químicos envolvendo metabólitos.
- Filogenômica – O estudo da função dos genes de acordo com a filogenética.

46 O que é bioprospecção?

É uma atividade exploratória que visa identificar componentes do patrimônio genético e informação sobre conhecimento tradicional associado, com potencial de uso científico e comercial.

47

Os recursos genéticos são diretamente utilizados pelos melhoristas?

Sim. Os recursos genéticos contêm vários caracteres importantes que podem ser explorados pelo melhorista. Por meio de avaliação e caracterização dos acessos, é possível identificar os caracteres de interesse para programas de melhoramento.

48

Qual é a diferença entre loco gênico e alelo?

Loco gênico é a posição ou local definido que um gene ocupa em um cromossomo. Alelo é o segmento homólogo de DNA ou forma de determinado gene que determina uma característica. O alelo recessivo expressado aos pares é representado por letra minúscula (*aa*). O alelo dominante pode ser expresso aos pares ou não e é representado por letra maiúscula (*AA* ou *Aa*).

49

O que é *pool* gênico de uma espécie e quais são os tipos existentes?

Pool gênico é o conjunto de todos os alelos de uma determinada população ou espécie que num dado momento ocupa uma determinada área geográfica, em que seus indivíduos trocam livremente entre si os seus genes, e que formarão a base para o fundo genético da geração seguinte. Outra definição de *pool* gênico refere-se à totalidade dos genes presentes em uma determinada população de um organismo de reprodução sexuada, em um determinado momento. Quando relacionado aos recursos genéticos vegetais, geralmente o conceito aplica-se aos membros de populações de uma mesma espécie com fertilidade comum maior em razão do relacionamento filogenético, mas situações desviantes podem ocorrer com a fertilidade comum atingindo outras espécies e até mesmo gêneros. *Pool* gênico é ainda definido como o total de alelos presentes em uma população. Em espécies diploides ($2n$),

cada loco gênico é representado duas vezes no genoma, gerando indivíduos homocigotos e heterocigotos. Indivíduos homocigotos possuem ambos os locos gênicos iguais (AA ou aa , considerando apenas dois alelos), e indivíduos heterocigotos possuem locos gênicos diferentes (Aa).

50

Quais são os principais fatores que contribuem para a perda de recursos genéticos?

Mudanças climáticas; desmatamentos; queimadas; desastres naturais que devastam ecossistemas de uma região; ação antrópica, como a construção de hidrelétricas, rodovias, minerações, urbanizações e outros; intensificação dos sistemas de produção; cruzamentos endogâmicos e redução da base genética; surgimento de doenças e pragas; e falta de políticas públicas consolidadas para a conservação de recursos genéticos.

51

Como as mudanças climáticas podem afetar a disponibilidade de recursos genéticos animal, vegetal e microbiano?

Prognósticos indicam que as alterações nas condições meteorológicas (temperatura, radiação solar, chuva, umidade do ar, velocidade do vento e disponibilidade de água) terão impacto negativo sobre a produtividade e a qualidade das plantas, o bem-estar dos animais domésticos e em outros elementos dos agroecossistemas e sistemas naturais, como polinizadores ou predadores, microrganismos e aquíferos. As mudanças climáticas poderão comprometer os complexos mecanismos de reprodução e sobrevivência de muitas espécies animais, vegetais e microbianas, tornando-as mais vulneráveis às intempéries, pragas e doenças. Além disso, o aumento dos extremos climáticos causará a retração de áreas de ocorrência de várias espécies e a expansão de outras. Dessa forma, a disponibilidade de alimentos poderá ficar severamente comprometida, sobretudo em regiões áridas e semiáridas, onde as combinações de estresses bióticos e abióticos deverão ser mais intensas. Assim,

haverá grande demanda por germoplasma adaptado a essas condições climáticas.

52

Qual é a diferença entre estresse biótico e estresse abiótico?

Estresse biótico é aquele provocado por pragas e patógenos que resultam em condições adversas ao crescimento dos indivíduos. Estresse abiótico, por outro lado, é aquele provocado por fatores ambientais como flutuações extremas de temperatura, ausência ou excesso de água, salinidade do solo, presença de metais pesados no solo e outras alterações ambientais que comprometem o desenvolvimento dos indivíduos.

53

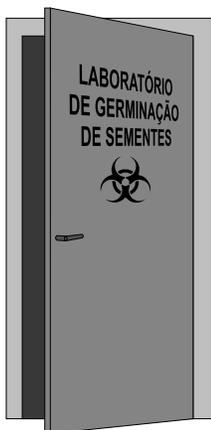
O que é um sistema de gestão da qualidade?

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua norma NBR ISO 9000 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015), que trata de sistemas de gestão da qualidade, estabelece que: (1) um sistema de gestão é definido como um conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos para estabelecer políticas, objetivos e processos para alcançar esses objetivos; (2) um sistema de gestão da qualidade é definido como um sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização, no que diz respeito à qualidade; (3) a direção e o controle, no que diz respeito à qualidade, geralmente incluem o estabelecimento da política da qualidade, dos objetivos da qualidade, do planejamento da qualidade, do controle da qualidade, da garantia da qualidade e da melhoria da qualidade.

54

É possível implementar um sistema de gestão da qualidade para recursos genéticos?

Sim, e a Embrapa apresenta um interessante estudo de caso. O sistema de gestão da qualidade que vem sendo implementado



para os recursos genéticos animais, vegetais e microbianos envolve, basicamente, seis requisitos corporativos de qualidade (RCQs), selecionados a partir de normas internacionais: (1) documentos; (2) registros; (3) pessoal (incluindo treinamento e capacitação); (4) instalações, campos experimentais e condições ambientais; (5) equipamentos e rastreabilidade de medição; (6) amostras, acessos, animais, materiais de referência e insumos. O objetivo final é garantir a qualidade do material preservado e a validade dos produtos que, porventura, usem o germoplasma conservado.

55

Quais são os benefícios de se ter sistemas de gestão da qualidade implementados em recursos genéticos animais, vegetais e microbianos?

A implementação de sistemas de gestão da qualidade permitirá que coleções, bancos e núcleos de conservação tenham suas atividades segundo um padrão internacional e único de qualidade, garantindo:

- A implantação de processos gerenciais e operacionais para alcançar níveis de excelência.
- A satisfação de normas nacionais e internacionais de qualidade.
- O atendimento às regulações de biorrisco (biossegurança, bioproteção, segurança da informação) e acessibilidade.
- A harmonização de procedimentos e processos.
- A preservação em longo prazo dos acervos para uso na pesquisa, no ensino e nos programas de melhoramento genético e processos agroindustriais.

As coleções, bancos e núcleos de conservação estruturados e organizados segundo um padrão único e internacional de qualidade são essenciais para a sociedade brasileira, pois geram produtos, tecnologias e serviços rastreáveis e certificados que podem causar

impactos diretos na melhoria da qualidade de vida da população. São exemplos desses benefícios: plantas ornamentais, medicinais e aromáticas; alimentos funcionais (nutracêuticos); biofármacos; biocombustíveis; produtos de origem animal (leite, carne, queijo, etc.); bioinseticidas; inoculantes; bebidas (vinhos).

56

Quais são as principais atividades concernentes aos recursos genéticos animal, vegetal e microbiano?

Além das políticas públicas, as principais atividades técnicas concernentes aos recursos genéticos animal, vegetal e microbiano, esquematicamente representadas na Figura 1, serão descritas detalhadamente nos capítulos seguintes.



Figura 1. Principais atividades concernentes aos recursos genéticos animal, vegetal e microbiano.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: sistemas de gestão da qualidade - fundamentos e vocabulário. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 35 p.

GALAL, S.; BOYAZOGLU, J. Preparation of the first report on the state of the world's animal genetic resources: guidelines for the development of country reports. **Animal Genetic Resources Information Bulletin**, v. 30, p. 1-40, 2001.

2

Coleta de Recursos Genéticos



*Bruno Machado Teles Walter
Alexandre Floriani Ramos
Dijalma Barbosa da Silva
Jerri Edson Zilli
Luis Henrique de Barros Soares
Luciano de Bem Bianchetti
Taciana Barbosa Cavalcanti
José Francisco Montenegro Valls*

Quais são as razões para se coletar germoplasma? Por que é importante coletar?

A coleta de germoplasma pode objetivar o uso imediato do germoplasma, ou visa garantir material genético para uso futuro (Lleras, 1988; Walter et al., 2005). Para plantas, o uso imediato do germoplasma é a razão mais tradicional para se coletar. A coleta pode ser realizada por agricultores visando à troca de materiais (por exemplo: diferentes variedades de milho, arroz, algodão ou plantas ornamentais), por pessoas que colhem sementes de árvores para plantios em arborização ou jardinagem, ou ainda por fazendeiros que buscam sementes para abastecer projetos agrícolas ou silviculturais de maior vulto. Viveiristas incluem-se entre os coletores que buscam germoplasma para uso imediato, pois colhem o material para plantio e multiplicação, objetivando sua posterior comercialização por meio de mudas ou plantas produzidas.

Nas empresas governamentais, a coleta para uso imediato geralmente significa a incorporação do germoplasma em algum programa de melhoramento genético ou programa de seleção de variedades. No trabalho com recursos genéticos, a conservação *ex situ* demanda coleta de germoplasma para uso futuro. Essa coleta pode ser feita tanto buscando populações, ou espécies, que estejam em áreas onde a vegetação se encontra sob risco de desaparecimento, quanto em populações (espécies) cujo germoplasma seja de interesse real ou potencial, e que possa ser adequadamente estudado, conservado e utilizado em momento oportuno. Para animais, coletas para uso imediato visam o manejo dos rebanhos em programas de conservação e melhoramento. As coletas para uso futuro visam o enriquecimento de bancos de germoplasma e geralmente estão associadas à preservação da variabilidade genética das raças e espécies em risco de extinção, ou inseridas em programas de melhoramento intensivos, de forma a tornar possível a restauração de uma raça ou a introdução de características de interesse que possam ser perdidas em um processo de seleção desordenado.

Quais são os pré-requisitos necessários para realizar uma coleta de germoplasma?

Para realizar uma missão de coleta, é importante considerar questões relacionadas à espécie-alvo (para plantas, observar sua distribuição e fenologia); ao transporte e aos meios de acesso às populações no campo; à quantidade de germoplasma necessário a ser coletado; aos equipamentos de coleta que serão utilizados e àqueles necessários à conservação inicial no campo; à legislação que afete a coleta ou a expedição de coleta; e à definição de onde, como e quem serão os responsáveis pela coleta (equipe de campo) e, posteriormente, pela conservação ou uso que o germoplasma obtido terá (Walter et al., 2005).

Cada espécie requer determinadas ações e procedimentos na coleta que são particulares, sejam eles referentes ao planejamento, às estratégias ou aos materiais e equipamentos que serão necessários no campo. Quando se trata de animais, para a coleta de sêmen, é necessário definir com o curador ou criador a melhor época para realizar a coleta, selecionar previamente os animais e assegurar que a propriedade possui as condições necessárias para a contenção e coleta dos animais, como curral com tronco de contenção e energia elétrica. Para a coleta de embriões, é necessário estabelecer um cronograma, pois há necessidade de realização de um protocolo de superovulação nos animais e de inseminação artificial antes da coleta.

Quanto material (germoplasma) deve ser coletado?

Este é um tema controverso e que possui vasta bibliografia. No caso das plantas, a resposta geralmente é fornecida para “espécies cultivadas”, que formam o mais tradicional grande grupo de recursos genéticos, ou para “espécies silvestres”, um grupo de importância crescente (Lleras, 1988; Walter et al., 2005). No caso de animais, em sua maioria o foco se dá para espécies domésticas e, em menor

número, para espécies nativas não domesticadas. Tanto para espécies de plantas cultivadas, silvestres ou para animais, devem-se definir quais espécies serão coletadas, priorizando aquelas que possam ser adequadamente conservadas *ex situ*; as que possam mais facilmente ser utilizadas em programas de melhoramento genético; e aquelas que estejam ameaçadas.

É fundamental a definição das áreas onde se realizará a coleta, com base na distribuição conhecida da espécie. Se a área de distribuição for grande, devem-se priorizar locais onde mais espécies (parentes silvestres e espécies afins) possam ser encontradas, se possível buscando explorar os centros de diversidade e, teoricamente, também os centros de origem. Como recomendação prática geral, para plantas é mais importante amostrar o máximo de locais (sítios/populações) do que amostrar o número teoricamente ideal de plantas ou germoplasma por local, com amostras tão grandes quanto possível. Para animais, recomenda-se coletar germoplasma de indivíduos que venham contribuir para a conservação da diversidade da raça/espécie no banco.

60

Como proceder para coletar sementes de espécies cultivadas?

Como estratégia geral, para espécies cultivadas com pouca ou nenhuma informação disponível a respeito da estrutura genética da espécie-alvo, podem-se adotar as seguintes recomendações gerais (Ford-Lloyd; Jackson, 1986; Guarino et al., 1995; Walter; Cavalcanti, 2005b; Walter et al., 2005; Walter, 2010):

- Amostrar cerca de 50 populações por área ecogeográfica, ou durante uma expedição.
- Amostrar cerca de 50 indivíduos em cada população.
- Amostrar os indivíduos aleatoriamente em cada sítio, com amostras separadas para microambientes distintos.
- Amostrar sementes, ou materiais vegetativos, suficientes por planta, a fim de assegurar a representação de cada planta original em possíveis duplicatas.

- Para conservar variabilidade de espécies alógamas, coletar sementes extensivamente e de forma casualizada em cada população, com amostras pequenas de cada matriz, com amostras de número aproximadamente igual por matriz, do maior número de populações.
- Para conservar variabilidade de espécies autógamas, coletar sementes extensivamente e de forma casualizada em cada população, com amostras grandes de cada matriz, do maior número de populações.
- Para ganhar tempo em programas de melhoramento, coletar material vegetativo de matrizes consideradas de elite, procurando representá-las dentro da amostra.

Para espécies em que haja mais informações disponíveis, adotam-se basicamente as principais regras acima, mas o número de sementes por planta pode ser adequado com mais exatidão aos valores indicados por pesquisas quanto à estrutura genética das populações. Em ambos os casos, é importante amostrar sementes suficientes e em número próximo por planta, para que cada planta possa estar representada em possíveis duplicatas.

61

Como proceder para coletar sementes de espécies silvestres?

Como estratégia geral, podem-se adotar as seguintes recomendações gerais (Ford-Lloyd; Jackson, 1986; Balick, 1989; Guarino et al., 1995; Walter; Cavalcanti, 2005; Walter et al., 2005; Walter, 2010):

- Coletar nos mais diversos sítios possíveis, tanto em termos geográficos quanto ecológicos.
- Enfatizar o número de sítios, em vez do número de indivíduos por sítio.



- Amostrar os indivíduos aleatoriamente em cada sítio, com amostras separadas por microambientes distintos, se os sítios forem heterogêneos.
- Para conservar diversidade genética, coletar o germoplasma extensivamente em cada população definida, com amostras grandes de cada matriz, do maior número de matrizes, no maior número de populações.

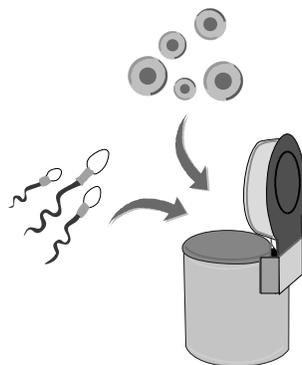
Para espécies silvestres, também é importante amostrar sementes suficientes e em número próximo por planta, para que possíveis duplicatas contenham os mesmos genomas.

62 Como selecionar os animais para coleta de germoplasma?

A seleção dos animais doadores de germoplasma deve considerar questões sanitárias, zootécnicas e genéticas. Os animais devem estar livres de doenças infectocontagiosas específicas para cada espécie, ou seja, brucelose, tuberculose, mormo, anemia infecciosa equina, doença de Aujeszky, entre outras, assim como não apresentar defeitos hereditários, quais sejam criptorquidismo, hipoplasia testicular, prognatismo, entre outros. Zootecnicamente, devem apresentar as características raciais de acordo com a espécie e raça em questão e possuir características de interesse para a conservação e o melhoramento. Geneticamente, deverão ser selecionados os animais que representem a variabilidade genética da espécie, ou raça, por meio da genealogia ou caracterização molecular.

63 Que material deve ser coletado para espécies animais e qual a quantidade?

Para espécies animais, poderão ser coletados germoplasma (sêmen e embriões), visando ao enriquecimento do Banco Brasileiro de Germoplasma Animal (BBGA),



e tecidos (sangue, pele, pelo, ou nadadeira, entre outros), visando ao enriquecimento do banco de DNA e de tecidos. A quantidade de germoplasma coletado varia conforme a espécie, considerando a taxa de gestação possível de ser alcançada utilizando o material coletado. No caso de ruminantes, por exemplo, são necessárias aproximadamente 50 doses de sêmen, de 25 reprodutores, e/ou 300 embriões para tornar possível a restauração de uma raça utilizando um rebanho de 250 fêmeas fundadoras. No caso da coleta de tecidos, a quantidade difere de acordo com o tipo de material e a espécie a ser coletada. Por exemplo, para sangue, 2 mL são suficientes; e, para animais aquáticos, basta um pequeno pedaço de aproximadamente 1 cm de pele/nadadeira.

64 Como identificar o material coletado de espécies animais até o envio ao banco genético?

No caso do germoplasma animal, a identificação deverá ser feita diretamente na palheta em que o sêmen ou o embrião será criopreservado, ou seja, as palhetas devem ser identificadas previamente ao envase com o nome ou número do animal, data e local da coleta, espécie e/ou raça. No caso de tecidos, a identificação também deverá ser realizada diretamente nos tubos/envelopes, dependendo do material a ser acondicionado. Deve conter as mesmas informações descritas para o germoplasma, acrescidas da informação do sexo do animal.

65 Na coleta e preservação de germoplasma de espécies aló-gamas, qual é a importância do tamanho efetivo populacional como medida da representatividade genética?

Para coleta de germoplasma, há um postulado clássico que registra que “uma amostragem ótima no campo seria capaz de obter, com 95% de certeza, todos os alelos que ocorrem com frequência maior que 5% em uma população” (Guarino et al., 1995;

Walter; Cavalcanti, 2005b; Walter et al., 2005). Assim, esse é o objetivo teórico da coleta de cada acesso. Para coleta e conservação de germoplasma, estudiosos do tamanho efetivo populacional (N_e) de espécies alógamas sugerem que não há uma resposta única sobre o tamanho efetivo ideal, pois isso dependerá do rigor com que se quer e com o qual é possível trabalhar. Exemplo: uma amostra com 2.500 sementes, obtidas de 100 plantas, resulta no $N_e = 345$. Mantendo as mesmas 2.500 sementes, mas coletando-as em 150 plantas, obtém-se o $N_e = 484$. Portanto, para espécies alógamas, mais importante do que obter muitas sementes de poucos indivíduos é coletar poucas sementes de muitos indivíduos. Dessa maneira, o tamanho efetivo populacional fornece boa medida sobre a representatividade genética, e isso é muito útil no planejamento das coletas.

66

Quais são os cuidados a serem tomados no momento da coleta de espécies com sementes ortodoxas, intermediárias ou recalcitrantes?

Os principais cuidados devem ser tomados e respeitados de acordo com as características fisiológicas das sementes (Walter; Cavalcanti, 2005a). O cuidado central refere-se à manutenção da viabilidade e da integridade física das sementes. Dessa forma, recomenda-se para as espécies com sementes de comportamento ortodoxo, ao se coletar frutos e/ou sementes, que esses sejam acondicionados, preferencialmente, em embalagens de papel e mantidos em condições aeradas e com temperaturas amenas. Para as espécies com sementes de comportamento intermediário ou recalcitrante, recomenda-se coletar preferencialmente os frutos, e não as sementes, e eles devem ser acondicionados em recipientes vazados e mantidos em condições aeradas, sob temperaturas amenas, evitando-se fermentação. Nesse caso, deve haver um cuidadoso planejamento para que as sementes possam ser rapidamente plantadas ou cultivadas em algum local antes que sua viabilidade cesse. Como recomendação geral para que as

sementes cheguem das missões em bom estado, deve-se manter o germoplasma livre de pragas e patógenos, de umidade excessiva e acondicionado em embalagens que permitam condições amenas de temperatura e umidade.

67

Que cuidados é preciso ter com os materiais coletados durante as expedições de coleta?

Os materiais coletados devem ser acondicionados em campo da forma mais adequada, para que possam manter-se viáveis por toda a viagem. Há necessidade de checar periodicamente o estado dos materiais vegetais. Alguns cuidados e procedimentos corriqueiros de acordo com Walter e Cavalcanti (2005a) são:

- Checar as amostras de sementes, os materiais vegetativos e os vouchers de herbário em períodos regulares, verificando possíveis ataques de pragas ou doenças. Se for o caso, desinfetar as amostras.
- Para incrementar o processo de secagem de amostras de sementes, ou outro material, pode-se colocar nelas pequena quantidade de sílica-gel. Se as amostras estiverem secando ativamente, deve-se trocar a sílica, retirando aquela parte do material que já estiver com os teores de umidade desejados.
- Rotineiramente, amostras de frutos frescos acondicionados em sacos plásticos devem ser arejadas para evitar podridões. Amostras de orquídeas bulbosas devem ser acondicionadas, preferencialmente, em sacos de pano ou caixas, também devendo ser periodicamente checadas e, se preciso, umedecidas.
- Regar o germoplasma coletado na forma de mudas, em periodicidade que garanta segurança.
- Enviar de alguma forma, para o destino programado, germoplasma frágil, ou que possa não suportar todo o período e as condições adversas da expedição.

- Acondicionar o germoplasma no veículo de transporte da maneira mais segura, cabendo-lhes os locais onde nenhuma carga possa cair sobre eles, danificando-os.
- Realizar diariamente os processos de herborização das amostras para herbário.

No caso de animais, deve-se verificar:

- A integridade do botijão criogênico onde serão armazenadas as amostras.
- A quantidade de nitrogênio líquido compatível com a realização das atividades de criopreservação e tempo de manutenção das amostras.
- O adequado funcionamento dos equipamentos necessários para a coleta e o processamento do material.
- As condições de transporte do material, com segurança, do local de coleta até a cidade de onde o material será enviado ao banco genético.

68

Como identificar centros de origem ou centros de diversidade das espécies-alvo para coleta?

A identificação tradicional de centros de origem e, principalmente, dos centros de diversidade é feita com base na detecção de regiões em que se verifique uma concentração significativa de espécies do gênero. Portanto, na prática, o que se faz é localizar áreas onde se encontra maior número de espécies no gênero.

69

Como definir limites das populações para coleta de plantas?

Para plantas cultivadas, é mais fácil definir os limites de uma população nos agroecossistemas de acordo com a espécie a ser coletada e sua distribuição nos plantios. Para espécies silvestres, e também para muitos casos de plantas cultivadas, há vários critérios subjetivos para definir a área de coleta, segundo Balick (1989), Guarino et al. (1995), Walter e Cavalcanti (2005b) e Walter et al. (2005). Os principais critérios são:

- Diferenças nas culturas, tais como mudanças nas variedades, maturidade e incidência ou não de doenças ou pragas.
- Mudanças nas condições ecológicas, agrícolas ou sociais, tais como a presença ou ausência de irrigação, mudanças nas práticas de fertilização e manejo da terra, métodos de cultivo, tipo de solo.
- Ocorrência de divisões topográficas ou sociais, tais como montanhas ou rios largos dividindo áreas; o lado norte ou sul de uma grande montanha; o topo e a base de uma montanha, onde não haja um *continuum*; planaltos *versus* vales; diferentes comunidades humanas locais (manejo diferente das culturas), vilas ou municípios de uma região.
- Diferenças ecológicas ou fitofisionômicas naturais, com mudanças na densidade das comunidades, variações de solo ou drenagem, como áreas secas *versus* úmidas.
- Mudanças a cada 10 km ou 20 km, de acordo com a natureza do terreno (Bennet, 1970).

Na prática são esses critérios que os coletores usam para diferenciar populações e delimitar seus acessos, ainda que isso não garanta nenhuma barreira biológica efetiva entre as populações.

70

O ciclo da planta influencia o planejamento de uma expedição de coleta?

Sim. O ciclo da planta influencia decisivamente uma expedição. Se o germoplasma que se pretende obter são sementes (frutos), deve-se agendar a expedição para que ela aconteça exatamente no período de frutificação e formação de sementes nas populações. Todavia, se o que se pretende coletar são ramos jovens, devem-se buscar previamente informações sobre a fenologia da espécie, que servirá como indicativo da melhor época para coletar essas estruturas no campo. Embora esse aspecto possa parecer óbvio e trivial, a falta de atenção a ele é uma importante causa de insucessos ou de resultados medíocres em missões de coleta.

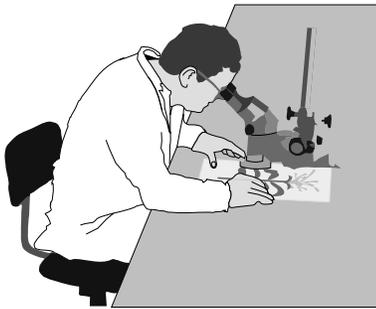
71

Quem identifica as plantas coletadas e onde se pode identificá-las?

A identificação botânica deve ser feita preferencialmente por especialistas em taxonomia ou, ao menos, por pessoas treinadas em botânica, tendo por ideal o suporte técnico de um herbário (Walter; Cavalcanti, 2005a; Walter, 2010). Em campo, técnicos de campo ou mateiros geralmente fornecem informações de identificação muito úteis, que posteriormente deverão ser checadas em algum herbário. Para recursos genéticos, o herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, DF, é uma referência em amostras de plantas de interesse econômico, e pode ser indicado para o depósito de duplicatas associadas às coletas de germoplasma.

72

O que são herbários e quantos existem no Brasil?



Herbários são coleções científicas de espécimes vegetais prensados e desidratados, geralmente acondicionados em armários de aço ou madeira, cuja organização nomenclatural normalmente é feita em nível de famílias, por ordem alfabética, ou outro sistema de classificação (Fidalgo; Bononi, 1989; Mori et al., 1989;

Walter; Simon, 2015). Herbários são verdadeiras bibliotecas que, ao invés de livros, possuem plantas preservadas. No Brasil, atualmente, existem 257 herbários cadastrados na Rede Brasileira de Herbários¹. Os maiores herbários do País pertencem ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro (com cerca de 750 mil espécimes), ao Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (550 mil) e ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (498 mil), e conservam plantas de todos os biomas brasileiros. Herbários como

¹ Disponível em: <<http://www.botanica.org.br/rbh-catalogo>>.

os da Universidade de Brasília (260 mil espécimes), ou o da Embrapa Amazônia Oriental (195 mil), são referência para floras regionais, respectivamente dos biomas Cerrado e Amazônia. Apenas cerca de duas dezenas de herbários brasileiros possuem coleções com mais de 100 mil espécimes depositados, e a maioria guarda coleções com menos de 50 mil espécimes (em institutos de pesquisa e ensino, universidades, jardins botânicos), com enfoques sobre floras regionais ou locais.

73

É possível montar pequenos herbários em reservas ecológicas, escolas, hortos medicinais ou em nível doméstico? Existe algum inconveniente?

Sim, é possível montar, embora isso seja mais problemático, em médio e longo prazos, do que os fugazes benefícios de curto prazo. Pequenas coleções de referência, na prática, funcionam como pequenos herbários que, por sua natureza, possuem altos custos financeiros (necessidade de espaço, ambiente exclusivo e climatizado, armários apropriados, microscópios, etc.) e de manutenção (tratamentos químicos, desumidificadores, etc.). O mais comum é que tais coleções percam o apoio que receberam em seu início. Pequenas coleções de referência tendem a desaparecer com o tempo, normalmente coincidente com a vida dos abnegados botânicos que as criaram e mantiveram. Bons herbários possuem coleções de plantas variadas e diversas, acondicionadas com os devidos cuidados para durar séculos, e elas possuem boas identificações, realizadas por taxonomistas que as visitam rotineiramente. Ambas as condições faltam nas pequenas coleções, já que especialistas (taxonomistas), por falta de tempo, evitam visitar pequenos herbários.

74

Quais são os principais sítios na internet para auxiliar na identificação de plantas da flora brasileira?

Existem vários sítios mundo afora para auxiliar na identificação de plantas, especialmente as herborizadas (materiais para herbário).

Hoje, a identificação está facilitada e pode ser feita por meio da comparação com imagens de espécimes depositados em diferentes herbários disponibilizados virtualmente na internet. Bons exemplos brasileiros são o Reflora² e o *Specieslink*³. Um bom exemplo internacional é o *Global Plants*⁴. No entanto, com frequência, a confirmação pelo especialista do grupo é a maneira mais segura de se ter a identificação correta do material. A conferência e a correção dos nomes científicos registrados nas exsicatas – nome este que deve ter a grafia correta e os autores do binômio, ou do trinômio, no caso de subespécies ou variedades – também devem ser buscadas em sítios na internet, entre os quais se recomendam: a Flora do Brasil 2020⁵; o sítio Tropicos⁶, do Missouri Botanical Garden (EUA); o International Plant Names Index⁷, mantido por instituições da Inglaterra, Estados Unidos e Austrália; o Germplasm Resources Information Network (Grin)⁸, do Departamento de Agricultura dos EUA; e a iniciativa internacional The Plant List⁹.

75

Quais são os materiais mínimos que devem ser coletados para se proceder a uma identificação segura de plantas coletadas?

Em trabalhos com recursos genéticos, devem-se coletar amostras da espécie-alvo ditas “para herbário”. Tais amostras devem conter ramos (ou a planta inteira, caso sejam plantas pequenas como as ervas) com folhas e material reprodutivo, preferencialmente flores e idealmente flores e frutos (Walter; Simon, 2015). Esses ramos devem ser prensados e desidratados em um processo que é denominado herborização. Herborização se define como a etapa

² Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>>.

³ Disponível em: <<http://smlink.cria.org.br/>>.

⁴ Disponível em: <<https://plants.jstor.org/>>.

⁵ Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#CondicaoTaxonCP>>.

⁶ Disponível em: <<http://www.missouribotanicalgarden.org/media/fact-pages/tropicos.aspx>>.

⁷ Disponível em: <<https://www.ipni.org/>>.

⁸ Disponível em: <<https://www.ars-grin.gov/>>.

⁹ Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>>.

posterior à coleta dos espécimes, que inclui todos os processos, desde a prensagem do material coletado, sua desidratação, até a montagem das exsicatas para incorporação em herbário. Exsicata, por sua vez, é o termo clássico de uma amostra de planta seca, colada ou amarrada em uma cartolina de herbário, contendo uma etiqueta com os dados de passaporte do espécime. É pela exsicata em um herbário que pessoas treinadas em Botânica procedem a identificação segura das plantas.

76

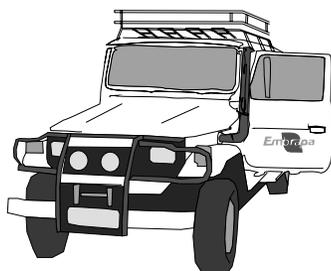
Que grupos de espécies são coletados em trabalhos de recursos genéticos animais e vegetais?

No caso de plantas, as espécies visadas pertencem aos grupos das espécies cultivadas e das silvestres. A maioria dos trabalhos desse tema geralmente sugere pelo menos quatro categorias de espécies-alvo de coleta (Guarino et al., 1995; Walter; Cavalcanti, 2005b). São elas:

- Variedades ou cultivares melhoradas (isto é, plantas que passaram por melhoramento genético e que, paulatinamente, são substituídas por variedades mais novas ou avançadas).
- Variedades ou cultivares primitivas, ou também chamadas raças locais (i.e. plantas adaptadas às condições ecológicas dos locais onde são cultivadas, cujo cultivo pode ter décadas, séculos ou até milênios).
- Parentes silvestres (i.e. plantas evolutivamente próximas das espécies cultivadas, que compartilham parcialmente seu conjunto – *pool* – gênico, e que vivem espontaneamente na natureza, sem a interveniência ou com pouca dependência do ser humano).
- Espécies silvestres úteis, ou potencialmente úteis (i.e. plantas encontradas na natureza, que independem do ser humano para sobreviver, e que representam alternativas de cultivo ou tenham potencial para serem cultivadas ou domesticadas).

No caso de animais são coletadas espécies e raças que possuem potencial produtivo. Entre as espécies domésticas podem-se citar bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos, equinos, asininos, suínos e aves, enquanto para espécies silvestres estão peixes, abelhas, catetos, entre outros.

77 Como realizar uma expedição de coleta?



As estratégias e os procedimentos de coleta variam de espécie para espécie, de produto para produto (Walter, 2010). Desse modo, não existe um procedimento único, universal, aplicável a qualquer situação que

necessite de coleta. Exemplificando, a demanda na coleta de uma espécie florestal é muito diferente das demandas para espécies herbáceas. As primeiras são plantas altas, perenes, com ciclos reprodutivos que podem ser longos, enquanto espécies herbáceas são baixas, podem ser anuais, com períodos de reprodução mais curtos.

É possível agrupar artificialmente as espécies em conjuntos com características similares (produtos), cujos princípios básicos de coleta seguem alguns padrões. Os exemplos anteriores, “florestais perenes” e “herbáceas anuais”, são dois desses grupos. Outros incluem plantas cultivadas ou parentes silvestres; germoplasma nativo ou exótico; plantas de propagação vegetativa ou com reprodução sexuada (sementes); entre outros. Grupos tradicionalmente utilizados para unir produtos baseiam-se no seu uso principal e reúnem as espécies em classes como alimentícias, corantes, condimentares, florestais, forrageiras, fruteiras, laticíferas, medicinais, oleaginosas, ornamentais, palmeiras, raízes e tubérculos, e até mesmo classes heterogêneas como plantas destinadas à recuperação de áreas degradadas. É fundamental que o coletor esteja no campo exatamente na época de produção do germoplasma a ser coletado.

Em um país continental como o Brasil e que possui diferentes biomas, além das características intrínsecas da espécie visada, a região onde as plantas ocorrem definirá uma série de questões logísticas. Para acessar plantas nos principais biomas brasileiros, como o Cerrado, a Caatinga ou os Pampas, uma caminhonete com tração nas quatro rodas geralmente é o veículo mais adequado. Na Amazônia, para a maioria dos produtos nativos, é imprescindível que se conte com barcos como meio de transporte.

78 Como formar uma equipe para coleta de germoplasma?

Uma equipe de coleta de germoplasma é formada em razão dos objetivos da missão e deve ser tecnicamente competente para realizá-la (Walter; Cavalcanti, 2005a). Para plantas, preferencialmente devem ser formadas equipes multidisciplinares, em que constem taxonomistas, especialistas em recursos genéticos ou melhoristas, profissionais de ciências sociais, etnobotânica ou extensão rural, além de técnicos de campo e algum responsável para cuidar do meio de transporte usado. Em geral, equipes grandes devem ser evitadas, pois dificultam a organização e coordenação no campo, aumentando as necessidades por materiais e transporte, com o conseqüente aumento dos custos da missão. Uma equipe tradicional de coleta é composta por quatro a cinco membros, que possam utilizar um meio de transporte único com conforto mínimo e adequado para coletar e transportar o material coletado. Coletores devem ser pessoas dispostas e aptas a caminhar por distâncias muitas vezes longas.

No caso de animais, as coletas de germoplasma devem ser realizadas por médicos-veterinários ou biólogos, respeitando-se a legislação pertinente para cada espécie. Especificamente nos casos de bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos, equinos e suínos, devem-se preconizar as coletas em centrais credenciadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), de forma a tornar esse material disponível para intercâmbio e comercialização.

79

É importante ter o apoio de pessoal capacitado da região para auxiliar ou realizar o trabalho de coleta?

Ao selecionar e escalar uma equipe de campo, é sempre interessante contar com pessoas que conheçam bem a região-alvo da coleta para participar da missão. Essa é uma política que pode agregar vantagens significativas à missão de coleta, pois ganha-se tempo em explorar os sítios de maneira mais eficiente que a busca aleatória o faria. Pessoal da região conhece agentes públicos, produtores e locais de coleta que seriam inacessíveis em um planejamento tradicional que não os incluísse. Portanto, contar com pessoas da região na equipe deve ser um objetivo, mesmo que o planejamento prévio da missão se utilize de imagens de satélite, rotas previamente definidas e outras facilidades que as tecnologias atuais permitem.

80

Como os agricultores e fazendeiros podem contribuir com a coleta de recursos genéticos?

Proprietários rurais e demais cidadãos podem contribuir com o sistema de coleta de germoplasma, seja este de plantas, animais ou microrganismos, desde que sigam orientações, métodos e técnicas indicadas neste capítulo e descritas em detalhes em publicações específicas do tema. Por habitarem na região de ocorrência de determinado recurso genético de interesse para a conservação e pesquisa, eles podem coletar com mais facilidade o material e doarem-no para alguma instituição de pesquisa e conservação. Porém, isso deve ser feito somente se houver prévio acordo com a instituição receptora e o responsável pela conservação. A contribuição desses agentes pode ser muito importante para a conservação de recursos genéticos de interesse regional e deve ser incentivada, principalmente pela redução nos custos de coleta.

81

Que equipamentos e materiais é preciso levar em uma expedição de coleta de germoplasma?

Não é possível aqui listar todos os equipamentos e materiais necessários à realização de uma coleta, pois eles devem ser indicados em razão dos objetivos da coleta e das espécies que serão visadas. Em termos gerais, os equipamentos e materiais de campo relacionam-se aos materiais de campo em si (aqueles que serão utilizados na coleta, como tesouras de poda, sacos plásticos, etc.), equipamentos de camping (relativos ao possível alojamento, ou base), alimentos, listas de vestuário, segurança e suprimentos médicos (Walter; Cavalcanti, 2005a). No caso de animais, os equipamentos e materiais necessários dependem do tipo de produto a ser coletado, que pode variar de agulhas, tubos de sangue, álcool e luvas para coleta de sangue, até um laboratório de andrologia completo para o caso de coleta de sêmen. Listar previamente os equipamentos e materiais necessários é uma tarefa simples, porém muito relevante. As listas são importantes para que nada falte ou sobre, pois excessos inúteis podem atrapalhar uma expedição pelo volume ocupado ou peso de material desnecessário, assim como a falta de materiais pode impossibilitar várias ações.

82

Qual é o melhor transporte para realizar coletas de germoplasma?



O meio de transporte padrão em missões de coleta são caminhonetes “fora de estrada” (*off-road*) de cabine dupla, que transportem até seis passageiros, e que possuam carroceria ampla, de preferência fechada. Preferencialmente, devem ter tração nas quatro rodas, guincho, um bagageiro

suplementar ou reboque. Sempre se deve considerar levar caixas de ferramentas para eventuais reparos no veículo, assim como a inclusão de galão de combustível extra, dependendo da região. No Norte do Brasil, é mais comum a utilização de barcos nas atividades de coleta, que percorrem os trechos dos rios onde não há acesso por terra. Outros meios de transporte incluem caminhões adaptados, furgões, o uso de animais (cavalos, mulas), motocicletas, tratores com carreta e até helicópteros (Bennet, 1970; Hawkes, 1976; Guarino et al., 1995; Walter; Cavalcanti, 2005b; Walter; Cavalcanti, 2005a; Walter, 2010).

83

Recursos genéticos podem ser coletados em feiras e estabelecimentos comerciais?

Sim. Estes locais representam um dos mais tradicionais “sítios de coleta” ou “sítios de amostragem” do trabalho com recursos genéticos (Walter; Cavalcanti, 2005a). Geralmente considera-se que os sítios de coleta mais importantes são encontrados nos centros de diversidade das espécies. Em situações práticas, no entanto, são reconhecidos cinco importantes sítios de coleta, quais sejam: regiões de cultivo e agroecossistemas; hortas e pomares caseiros; mercados e feiras; habitats silvestres; e áreas ameaçadas de desaparecimento por ações humanas. Em animais, as coletas podem ser realizadas em centrais credenciadas pelo Mapa, em núcleos de conservação e em propriedades rurais.

84

Como armazenar o material coletado de espécies animais até o envio ao banco genético?

O germoplasma deverá ser mantido em botijão criogênico submerso em nitrogênio líquido, enquanto as amostras de tecido deverão estar armazenadas individualmente em microtubos de 2 mL, submersas em etanol absoluto. No caso específico de sangue, ele deverá ser aliquotado em microtubos e mantido no freezer a -20 °C.

85

Como enviar o material coletado de espécies animais para o banco genético?

Deve ser realizado contato prévio com o curador do BBGA, por meio do portal Alelo ou por e-mail. Após acordado o envio, as orientações de como proceder com o envio do material são acertadas. Entretanto, algumas informações gerais de como enviar o material podem ser fornecidas aqui. No caso de germoplasma, o material deverá ser enviado em botijão criogênico repleto de nitrogênio líquido, enquanto as amostras de tecido deverão ser enviadas em caixa de isopor apropriada com as amostras acondicionadas em microtubos, submersas em etanol absoluto. No caso de sangue, as amostras deverão ser enviadas em caixa de isopor sob refrigeração, em gelo seco ou reciclável, dependendo de cada caso.

86

O que fazer após uma expedição de coleta?

Após a realização de uma coleta, devem ser iniciadas as atividades de pós-coleta. Por pós-coleta entende-se as atividades técnicas e práticas conduzidas após o trabalho de campo. No caso de plantas, entre essas importantes atividades, segundo Walter e Cavalcanti (2005a), podem-se destacar:

- Triar e beneficiar o germoplasma-semente e plantar as mudas ou o material vegetativo obtido.
- Complementar as informações registradas em campo na caderneta (dados de passaporte).
- Distribuir as amostras do germoplasma para conservação, ou enviá-las para seu destino final.
- Organizar o material de herbário, finalizando a herborização.
- Organizar o material fotográfico.

Os espécimes de herbário, se houver, devem passar por algum processo de fumigação e, mais tarde, serem acondicionados até a montagem e incorporação das exsiccatas. Se a coleta fizer parte de

um programa ou projeto institucional, a preparação de um relatório finaliza a pós-coleta. Nesse relatório devem constar as metodologias utilizadas, os locais percorridos, o germoplasma e os materiais de herbário obtidos, e demais dados relevantes a respeito da missão.

87

Quais são as prioridades atuais para a coleta de recursos genéticos vegetais?

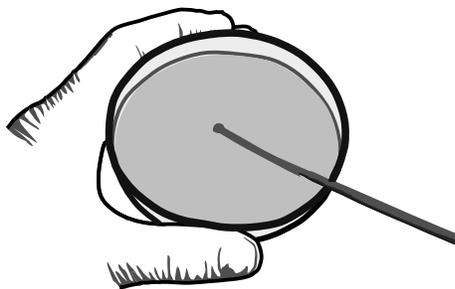
Esta é uma pergunta ampla, cuja resposta vai variar de acordo com a região do País e, mais especificamente, com o bioma em questão. Os seis biomas brasileiros espelham floras diferenciadas, que contêm inúmeras plantas de interesse atual ou potencial, que podem ser alvo de coleta. A flora fanerogâmica nativa do Brasil atualmente conta com 33.136 espécies (33.106 angiospermas e 30 gimnospermas), e a Mata Atlântica comporta cerca de 15.550 delas; o Cerrado, 12.445; a Amazônia, 12.170; a Caatinga, 4.885; o Pampa, 1.905; e o Pantanal, 1.385 espécies (Flora do Brasil 2020, 2018). Considerando esses elevadíssimos números de riqueza florística, cada bioma possui seus endemismos, ameaças a determinadas espécies, peculiaridades sociais, agrícolas e fitogeográficas. Todas essas são características relevantes para que se envidem esforços de coleta e conservação. O grau de ameaça antrópica (p. ex. risco de extinção), possibilidades de uso em programas conservação e melhoramento genético, necessidade de ampliação de conhecimentos taxonômicos e botânicos em geral e a própria antecipação a fatores extrínsecos como o aquecimento global são critérios que podem ser usados para priorizar a coleta de germoplasma.

88

O que devo saber para coletar e desenvolver pesquisa científica com recursos genéticos microbianos?

Inicialmente é preciso ter consciência de que muitos microrganismos podem ser patogênicos ao ser humano, o que exige um conhecimento razoável acerca do grupo microbiano que se tenha

interesse. Além disso, ao processo de isolamento, devem-se atrelar técnicas que visem direcionar a coleta para a obtenção de microrganismos específicos e de interesse. Por exemplo, se o interesse for isolar linhagens de levedura, e não se deseja bactérias nem fungos filamentosos, o meio de cultura usado no isolamento e as condições de cultivo devem contemplar essas exigências. Para coletar recursos genéticos microbianos, existem regras legais, especialmente se forem áreas públicas. Para desenvolver pesquisas, existem, da mesma forma, exigências legais específicas que os pesquisadores precisam seguir. Em especial, atualmente vigora a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 (Brasil, 2015), em substituição à Medida Provisória nº 2.186, de 23 de agosto de 2001, que precisa ser cumprida (ver Capítulo 8).



89 Em linhas gerais, como se procede a coleta de fungos?

As coletas podem ser dirigidas para a busca de amostras colonizadas com os fungos de interesse em seus habitats ou nichos específicos. Amostras devem conter todas as partes atacadas e em diferentes fases de colonização. Para fungos de invertebrados, as amostras podem ser indivíduos mortos ou moribundos que apresentem sinais de patógenos ou parte representativa da população de um hospedeiro. Nesse segundo caso, a colônia coletada deve ser mantida sob quarentena para posterior identificação de indivíduos mortos e possivelmente infectados. Também podem ser encontradas estruturas de patógenos dispersas no ambiente, especialmente em amostras de solo, água ou planta. Amostras de solo, rizosférico ou não rizosférico, cultivado ou não, deverão conter aproximadamente 1 kg (solo e raízes misturadas, quando for o caso). As amostras devem ser fechadas em sacos plásticos ou de papel, etiquetadas com as informações básicas e, então, enviadas ao laboratório. As informações

deverão constar pelo menos de nome do coletor, data, espécie de planta (quando se tratar de amostra vegetal) ou cultura (quando de solo cultivado) e coordenadas geográficas. A partir da mistura de várias amostras de solo de um mesmo talhão, poderão ser obtidas amostras compostas, se for conveniente. Para transporte, recomenda-se o uso de caixas de isopor vedadas. O processamento das amostras no local de destino deve ocorrer no menor período de tempo possível, variando de um dia a uma semana, a depender do tipo de substrato explorado, e, nesse intervalo, as amostras devem ser mantidas em câmara fria.

Referências

BALICK, M. J. Collecting tropical plant germplasm. In: CAMPBELL, D. G.; HAMMOND, H. D. (Ed.). **Floristic inventory of tropical countries**. New York: The New York Botanical Garden/World Wildlife Fund, 1989. p. 476-481.

BENNETT, E. Tactics of plant exploration. In: FRANKEL, O. H.; BENNETT, E. (Ed.). **Genetic resources in plants: their exploration and conservation**. Oxford & Edinburgh: Blackwell Scientific Publications, 1970. p.157-179.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1º, a alínea j do Artigo 8º, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto no 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória no 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 de maio de 2015.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 61 p. (Série documentos).

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 abr. 2018

FORD-LLOYD, B.; JACKSON, M. **Plant genetic resources**: an introduction to their conservation and use. London: Edward Arnold, 1986. 146 p.

GUARINO, L.; RAO, V. R.; REID, R. (Ed.). **Collecting plant genetic diversity**: technical guidelines. Wallingford: Cab International, 1995. 748 p.

HAWKES, J. G. **Manual for field collectors**: seed crops. Rome: FAO, 1976. 34 p.

LLERAS, E. Coleta de recursos genéticos vegetais. In: ARAUJO, S. M. C.; OSUNA, J. A. (Ed.). **Encontro sobre recursos genéticos**. Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 23-42.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2. ed. Ilhéus: Ceplac, 1989. 104 p.

WALTER, B. M. T. **Manual de Curadores de Germoplasma - Vegetal**: coleta de germoplasma. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. (EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. Documentos, 309). 15 p.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005b. 778 p.

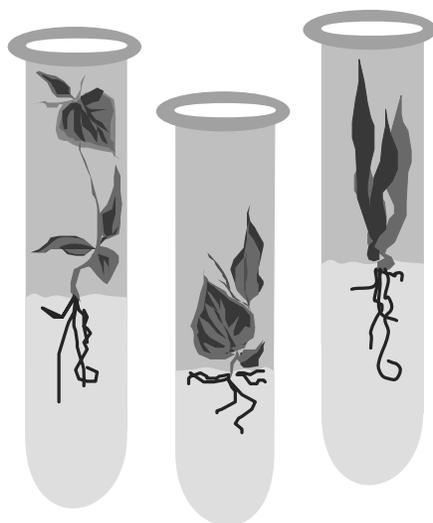
WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. A prática da coleta de germoplasma. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005a. p. 179-215.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B.; BIANCHETTI, L. B. Princípios da coleta de germoplasma. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 139-177.

WALTER, B. M. T.; SIMON, M. F. Técnicas de obtenção de materiais botânicos para herbários. In: VEIGA, R. F. de A.; QUEIRÓZ, M. A. de (Ed.). **Recursos fitogenéticos**: a base da agricultura sustentável no Brasil. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2015. p. 71-76.

3

Conservação Ex Situ de Recursos Genéticos



Solange Carvalho Barrios Roveri José

Flavia França Teixeira

Antonieta Nassif Salomão

Paulo Ricardo Dias de Oliveira

Hymerson Costa Azevedo

Izulmé Rita Imaculada Santos

Osmar Alves Lameira

Alexandre Floriani Ramos

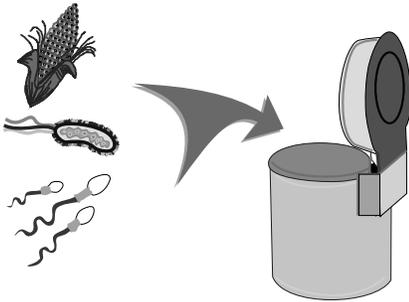
Jerri Edson Zilli

Luis Henrique de Barros Soares

Daniela Lopes Leite

Ana Cristina Mazzocato

90 O que é conservação ex situ?



É uma estratégia de conservação de componentes da biodiversidade ou de recursos genéticos animal, vegetal e microbiano fora de seu habitat natural, ou seja, sua manutenção é realizada em condições artificiais na forma de bancos de germoplasma vegetal, banco de germoplasma animal e coleções de microrganismos.

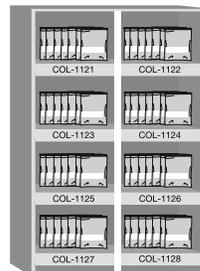
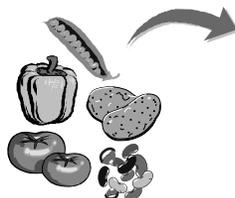
91 Por que fazer a conservação ex situ?

A conservação ex situ é uma alternativa para diminuir a perda contínua de recursos genéticos em razão de pressões de seleção naturais e artificiais. Considerando as múltiplas pressões sobre o meio ambiente, a destruição e fragmentação de habitats, bem como os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre os recursos genéticos, a conservação ex situ torna-se uma estratégia importante de conservação, uma vez que resgata, conserva e disponibiliza o germoplasma para uso futuro, em ações de recuperação de habitats, reintroduções de espécies e em programas de melhoramento genético. Existe uma crescente conscientização mundial acerca da necessidade de preservação dos recursos genéticos, que são essenciais para o atendimento das demandas de variabilidade genética dos programas de melhoramento, principalmente aqueles voltados para a alimentação. No Brasil, essa necessidade é ainda mais importante, uma vez que a maioria dos cultivos que compõem a base alimentar do País é de origem exótica. Além disso, o agronegócio é um dos pilares da economia brasileira, e as bases que sustentam esse pilar são os chamados recursos genéticos. Portanto, a manutenção e o enriquecimento contínuos da variabilidade genética das coleções são prioritários e estratégicos.

92

Qual a importância que a Embrapa tem dado à conservação *ex situ* de recursos genéticos?

A Embrapa tem dado grande importância à conservação dos recursos genéticos, o que pode ser visto pela sucessão de programas de pesquisa já criados, bem como pela grande quantidade de bancos de germoplasma estabelecidos.



Atualmente, a Embrapa conta com 148 bancos de germoplasma vegetal em 28 Unidades Descentralizadas, 1 banco de germoplasma animal e 25 coleções de microrganismos distribuídos em 17 Unidades Descentralizadas. Outra iniciativa importante da Embrapa na conservação *ex situ* foi a criação do banco genético (BGen), que reúne, em uma única estrutura, coleções de base de germoplasma animal e vegetal ou coleções *back-up* de microrganismos da Embrapa e de instituições parceiras. Na área de microrganismos, a Embrapa também tem atuação importante na organização dos centros de recursos biológicos (CRBs) na temática do Agronegócio.

93

Qual é a diferença entre conservação *ex situ* e *in situ*? Essas modalidades de conservação são complementares?

A conservação *ex situ* significa a conservação dos componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, enquanto a conservação *in situ* significa a conservação dos ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus ambientes naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos ambientes onde elas se adaptaram. Nenhuma estratégia sozinha pode responder pela adequada conservação, e, como ambas são complementares, devem ser utilizadas em conjunto para o sucesso da conservação (Nass, 2007).

Quais são as vantagens e desvantagens da conservação ex situ?

As vantagens são (Brasil, 2017):

- Custos para a conservação ex situ menores e centralizados quando comparados com a conservação in situ, permitindo um manejo mais eficiente da coleção.
- Possibilidade de preservação de genes por séculos e de agrupar material genético de muitas procedências em um só local.
- Facilidade de obtenção de acessos pelo melhorista e possibilidade de intercâmbio de germoplasma.
- Melhor proteção à diversidade intraespecífica, especialmente de espécies de ampla distribuição geográfica.
- Maior segurança do germoplasma quanto a desastres naturais e conservação de material genético resgatado de áreas sob impacto antrópico.

As desvantagens são:

- Certos tipos de germoplasma não prontamente utilizáveis.
- Regeneração laboriosa e com custos elevados.
- Muitas coleções pouco documentadas, organizadas e caracterizadas.
- Interrupção do processo evolutivo da espécie caso não sejam realizadas coletas periódicas (Brasil, 2017).

A manutenção de coleções ex situ é suficiente para garantir a conservação da variabilidade genética de uma determinada espécie?

Em teoria sim, mas na prática é um objetivo que demanda várias ações coordenadas ao longo do tempo. As coleções ex situ têm um papel muito importante para conservar as principais espécies para alimentação e agricultura, bem como espécies ameaçadas de extinção. Porém, é reconhecido que a conservação in situ também

tem grande importância para conservação da variabilidade genética, visto que pode conservar um número muito maior de espécies e mantém constantes os processos evolutivos.

96

As coleções de germoplasma podem servir para identificar novos alimentos?

Germoplasma proveniente de uma coleção pode mostrar, de forma preliminar, potencial para uso alimentar em uma determinada região, ou seja, as informações associadas ao acesso servem somente como indicação preliminar de adaptação local. Para que seja gerada uma indicação mais definitiva, é necessário que seja feito um tipo específico de avaliação experimental, contemplando as espécies de interesse, de modo que, posteriormente, possa ser gerada uma recomendação de uso fundamentada.

97

Plantas mantidas ex situ que foram propagadas clonalmente e trazidas de sua região de origem são iguais às plantas originais?

Sim, elas são iguais do ponto de vista da composição genética. Todavia, elas podem ter o comportamento alterado (diferente do observado na região de origem), por ação das condições ambientais a que estão submetidas ao longo do seu desenvolvimento.

98

Uma espécie de planta pode desenvolver-se melhor ex situ do que em sua região de origem?

Sim. Embora uma determinada espécie vegetal normalmente tenha desenvolvimento satisfatório em sua região de origem, que é decorrente do próprio processo evolutivo, pode ocorrer de essa espécie ter um desenvolvimento melhor em um ambiente exótico, em razão de não estar presente, por exemplo, nesse local, um

determinado fator abiótico ou biótico, que atua restringindo o seu desenvolvimento na região de origem.

99

O que é necessário para depositar acessos em uma coleção de germoplasma vegetal?

Em primeiro lugar, é necessário verificar a adequação desse material biológico ao escopo do acervo e sua capacidade operacional. Dependendo do germoplasma, as amostras devem ser homogêneas, aparentemente sadias e representativas da diversidade da espécie, estirpe ou linhagem a ser depositada, e estar bem documentada para ingressar no sistema de conservação. Essa qualidade e pureza são verificadas em uma análise prévia, que vai confirmar ou não a solicitação de depósito podendo, em certos casos, ser rejeitada. O estabelecimento de prioridades para depósito de germoplasma é uma decisão estratégica dos gestores das coleções, e pode ser baseado em seu valor, ameaça de extinção, ou espécies importantes para a alimentação e agricultura, ou quando uma coleção tem baixa diversidade ou possui táxons de interesse insuficientemente representados. Informações a respeito de intercâmbio podem ser obtidas no Capítulo 7.

100

Qual é a infraestrutura necessária para a conservação ex situ de recursos genéticos?

Em todas as coleções de germoplasma, é necessária uma infraestrutura básica para recepção, conferência e armazenamento das amostras, além de suporte administrativo e gerencial. É importante, também, dispor de uma área para triagem e processamento do material biológico/germoplasma, bem como um laboratório para manipulação e realização de análises de viabilidade e qualidade do material. Logo, para conservação ex situ, cada coleção necessita de equipamentos e infraestrutura específica condizentes com a natureza do germoplasma a ser conservado, foco principal de uma

coleção e/ou banco. Consideram-se infraestruturas necessárias para a conservação *ex situ* em cada área específica de recursos genéticos:

- Vegetal: câmaras climatizadas, casa de vegetação, telados, criotânques, freezer, além de estruturas de apoio, como laboratórios, cabines de fluxo laminar, câmara de secagem e galpão.
- Animal: criotânques e ultrafreezer $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para os casos que necessitem de avaliação do material conservado, é necessário contar com uma estrutura de laboratório contendo microscópio, estereomicroscópio e banho-maria.
- Microrganismos: refrigeradores, ultrafreezer ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$), liofilizador, cabines de fluxo laminar dependendo do nível de segurança biológica requerido, tanques de nitrogênio, termociclador, área de preparo de meios de cultura, lavagem e esterilização, área para manipulação e processamento de material genético.

101

Quais embalagens são utilizadas para acondicionar o germoplasma?

Diferentes tipos de embalagens são utilizados para acondicionar o germoplasma. Para a conservação de microrganismos, podem-se citar tubos de ensaio para estoques sob óleo, criotubos para congelamento e ultracongelamento, ampolas de vidro para liofilização, placas para repique contínuo. Tubos de ensaio de vidro são os mais comuns para a conservação *in vitro*. Para a criopreservação, são utilizados criotubos de material resistente à temperatura do nitrogênio líquido para embriões, meristemas, gemas apicais e laterais e sementes pequenas; e, para estruturas ou sementes maiores,



utilizam-se os envelopes aluminizados trifoliados, selados a quente (Santos; Salomão, 2010). Em bancos de sementes, também são utilizados frascos de vidro, latas de alumínio e recipientes de plástico, além de sacos de papel, dependendo do tipo de coleção. Para espécies animais, a conservação de sêmen e embriões é realizada em palhetas de polipropileno ou resina, ou em macrotubos. E, para a conservação de DNA e tecidos, são utilizados microtubos de até 2 mL (Ramos et al., 2012).

102

Quais exemplos de germoplasma vegetal, animal e de microrganismo são utilizados na conservação ex situ?

- Vegetal: plantas, sementes, estacas, bulbos, pólen, óvulos, embriões, tecidos e células.
- Animal: embrião, sêmen (espermatozoide), ovócito, folículo pré-antral, célula somática e espermatogônia.
- Microrganismo: bactérias, vírus, fungos, leveduras, algas unicelulares e protozoários.

103

O DNA pode ser considerado germoplasma?

Não, uma vez que não é possível recuperar um organismo multicelular somente a partir do DNA (ácido desoxirribonucleico). Entretanto, o DNA é um material biológico importante, pois, a partir dele, é possível gerar informações necessárias para a seleção de acessos/indivíduos a serem conservados e para orientar as estratégias de conservação e de melhoramento genético. Por essa razão, os bancos de DNA e de tecidos também podem ser considerados como parte da conservação ex situ.

104

Quais amostras biológicas podem ser utilizadas para extração de DNA de animais?

Cada espécie animal tem uma fonte biológica preferencial, especialmente em virtude da facilidade na sua coleta. Os materiais

biológicos mais comuns para extração de DNA de animais vertebrados são o sangue, pelo com bulbo capilar, fragmentos de pele ou barbatanas e saliva. Em invertebrados, em geral, utiliza-se o animal inteiro.

105

Qual é a diferença entre banco de germoplasma e banco ativo de germoplasma?

Banco de germoplasma é o local onde são mantidas coleções de indivíduos, populações, partes reprodutivas ou vegetativas em plantas, visando à preservação da variabilidade genética em uma espécie e em espécies relacionadas. É um termo genérico, geralmente relacionado à conservação vegetal, mas que se refere a organismos vivos em geral. O banco de germoplasma é denominado ativo quando contém indivíduos fisiologicamente funcionais e ativos, mantidos viáveis. Percebe-se que a nomenclatura “ativo” é muito utilizada no Brasil e possui a sigla BAG. Em inglês, utiliza-se somente *gene bank* ou *germplasm bank*. No caso animal, o banco ativo de germoplasma é chamado de núcleo de conservação. E, no caso de microrganismos, geralmente utiliza-se o termo coleção de culturas correlativo ao banco de germoplasma, que abriga microrganismos ou não.

106

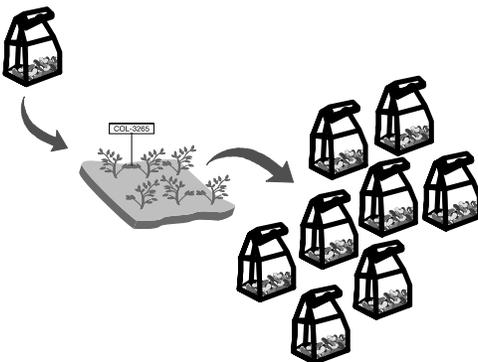
Quais são as atividades de rotina de um banco ativo de germoplasma, de um núcleo de conservação e de uma coleção biológica de microrganismo?

- Introdução: é o enriquecimento das coleções por meio da coleta e/ou intercâmbio de amostras com outras instituições (Teixeira et al., 2005).
- Intercâmbio: é a troca de materiais entre instituições do mesmo país ou países diferentes de acordo com as legislações vigentes (Teixeira et al., 2005).

- **Monitoração:** é a verificação regular da qualidade e quantidade de acessos de germoplasma armazenado em um banco, na área vegetal (José, 2010). No caso de microrganismos, a rotina de avaliação das culturas inclui testes de viabilidade e vigor dos microrganismos, bem como a observação das características fenotípicas, após a reativação em meios apropriados.
- **Regeneração/multiplicação:** exclusiva para a área vegetal, é a recuperação de acessos que apresentam baixa viabilidade e/ou baixa quantidade de material, respectivamente (Teixeira et al., 2005).
- **Caracterização e avaliação dos acessos:** é a ampliação do conhecimento a respeito da coleção. A caracterização visa descrever o acesso por meio de descritores de fácil mensuração. Já a avaliação enfoca caracteres mais complexos, relacionados ao desempenho e que muitas vezes necessitam ser observados em diversas condições ambientais (Teixeira et al., 2005).
- **Documentação:** é o manejo das informações (dados) desde sua captação, digitalização, atualização e disponibilização em “base de dados” (Teixeira et al., 2005).

107

Qual é a diferença entre multiplicação e regeneração de sementes? Por que essas atividades são importantes na conservação ex situ?



As duas atividades são muito similares, pois envolvem a obtenção de novas sementes e renovação do estoque conservado. Quando o percentual de germinação das sementes de um acesso está abaixo de um dado limite, ou seja, a qualidade é

insatisfatória, é necessário fazer a regeneração da cultura. Quando o acesso tem baixa quantidade de sementes em estoque, ele precisa ser multiplicado. Em grandes culturas, geralmente o percentual de germinação limite para que o acesso necessite ser regenerado é de 85%, e a multiplicação é necessária quando a quantidade de sementes é inferior a 2 kg. Entretanto esses limites poderão variar de espécie para espécie. É possível que alguns acessos tenham baixa quantidade de sementes em estoque e também baixo percentual de germinação ao mesmo tempo. Nesses casos, o acesso deve ser tratado como prioritário para a multiplicação/regeneração. Na sementeira dos acessos que necessitam de regeneração, é importante considerar que deverá ser utilizado maior número de sementes para se obter o número de plantas desejadas no lote de regeneração, uma vez que muitas sementes podem não germinar (Teixeira et al., 2005).

108

A etapa de regeneração/multiplicação dos acessos é obrigatória nos bancos de germoplasma?

Essa etapa não é obrigatória se o material puder ser conservado indefinidamente sem perda significativa de sua viabilidade ou quando é possível a obtenção de novo germoplasma por reamostragem a partir da população de origem, em uma espécie cuja existência não se encontre sob ameaça de extinção.

109

Toda espécie ou variedade vegetal pode ter suas sementes multiplicadas em qualquer lugar?

Sim, mas é comum que espécies vegetais não se desenvolvam ou tenham seu desenvolvimento afetado quando cultivadas em outros locais diferentes dos seus locais de origem, o que pode levar a baixa produção de sementes. A maioria das espécies ou variedades vegetais é sensível às variações ambientais, tais como clima e solo. Essa adversidade pode ser contornada por meio da multiplicação de

plantas em ambientes similares aos locais de origem ou mesmo em casas de vegetação climatizadas.

110

Quais são os tipos de coleções utilizadas na conservação ex situ?

Os tipos de coleções utilizadas em conservação ex situ para recursos genéticos vegetais são: coleção de base (Colbase), coleção ativa (Colativa), coleção nuclear (*Core collection*), coleção de trabalho, coleção in vivo (a campo), coleção in vitro, criopreservação e coleção genômica (Lopes et al., 2011).

Para recursos genéticos animais: coleção in vitro, quando o germoplasma é criopreservado (banco de germoplasma animal); e coleção in vivo, quando os animais são mantidos fora do ambiente natural ou em que está adaptado (FAO, 2012).

Para os microrganismos, são utilizadas as coleções de culturas, que podem ser classificadas como coleções de trabalho, coleções institucionais ou centros de recursos biológicos (CRB).

111

Quais tipos de microrganismos são encontrados nas coleções e sua importância?

Microrganismos de interesse ao agronegócio, tais como agentes microbianos no controle biológico de pragas e doenças, bactérias fixadoras de nitrogênio, fungos micorrízicos, microrganismos biodegradadores e remediadores ambientais, microrganismos de interesse para agroindústria, assim como os patógenos de plantas e animais (Diniz, 2017).

112

Qual é o objetivo de estabelecer uma coleção nuclear?

Representar, em um conjunto reduzido de acessos, a variabilidade genética de uma espécie, com um mínimo de redundância. O objetivo de estabelecer uma coleção nuclear é concentrar as atividades de caracterização e avaliação em um número menor

de acessos que representem a variabilidade do banco de germoplasma. Dessa forma, é possível formar uma base de informação mais completa acerca dos acessos que compõem a coleção nuclear e, assim, favorecer a ampliação do uso do banco de germoplasma.

113 A coleção nuclear substitui o banco de germoplasma?

Não, a coleção nuclear é um conjunto com menor número de acessos que representam a variabilidade da espécie, mas não substitui os bancos de germoplasma.

114 Quais são as diferenças entre banco ativo de germoplasma (BAG) e coleção elite?

No banco ativo de germoplasma, são preservados recursos genéticos de uma dada cultura/raça. A coleção elite é formada por recursos genéticos empregados em programas de melhoramento. A Tabela 1 lista alguns aspectos que diferenciam essas coleções no âmbito vegetal.

Tabela 1. Diferenças entre banco ativo de germoplasma e coleção elite.

Parâmetro	Banco ativo de germoplasma	Coleção elite
Cruzamento entre indivíduos	Não, pois o objetivo é manter a variabilidade dos acessos	Sim, pois o objetivo é criar e selecionar indivíduos de alto desempenho
Seleção fenotípica	Não, pois o objetivo é manter a variabilidade dos acessos	Sim, pois o objetivo é criar e selecionar indivíduos de alto desempenho
Manutenção de genótipos	Sim, as populações são mantidas em quantidades estabelecidas por tempo indefinido	Sim, porém pode haver descarte de genótipos que não tenham caracteres de interesse
Intercâmbio	Sim, de acordo com a disponibilidade de sementes e com a legislação vigente	Sim, considerando os direitos da instituição e a legislação vigente

115

Em recursos genéticos vegetais, quando a conservação in vitro deve ser utilizada e quais são as vantagens sobre a conservação em campo?

A conservação in vitro é aplicável para as espécies de propagação vegetativa, com alta heterozigiosidade ou que produzem sementes recalcitrantes ou intermediárias. Entre as vantagens da conservação in vitro, destacam-se: redução do risco de perda por desastres climáticos e ataques de pragas e doenças (Matsumoto et al., 2010).

116

Em recursos genéticos vegetais, no que difere a coleção de base da coleção ativa?

Os bancos de germoplasma podem abrigar as coleções base e coleções ativas (Rao et al., 2007; José, 2010), que se diferenciam quanto ao tempo de conservação e o fluxo de entrada e saída de material. Na conservação em longo prazo na forma de sementes, por exemplo, o armazenamento do germoplasma é realizado por um período prolongado, por várias décadas a um século ou mais, como acontece nas coleções de base, e a temperatura utilizada é abaixo de zero. O armazenamento em médio prazo, como realizado nas coleções ativas e de trabalho, supõem-se que haverá uma perda mínima do material durante aproximadamente 10 anos, e a temperatura de conservação é de 0 °C a 10 °C. As sementes mantidas no banco ativo de germoplasma têm um fluxo de entrada e saída mais intenso, pois são usadas preferencialmente para fornecer amostras para trabalhos de pesquisa, atender a pedidos de intercâmbio, regenerar amostras e geralmente são associadas a programas de melhoramento. A coleção de base é uma coleção de cópia, ou *backup* da coleção ativa, e não é utilizada como fonte rotineira de distribuição, apenas para regenerar coleções ativas.

117

O que é criopreservação?

Criopreservação é um processo em que células ou tecidos biológicos são conservados em temperaturas muito baixas,

geralmente à temperatura do nitrogênio líquido (-196 °C) ou em seu vapor (-150 °C) (González-Benito et al., 2004; Santos; Salomão, 2010).

118 Qual é a importância da criopreservação?

A criopreservação suspende o metabolismo celular e, por isso, é o único método de conservação capaz de assegurar a preservação da integridade biológica e da estabilidade genética de germoplasma animal, vegetal e de microrganismo por períodos de tempo extremamente longos, possivelmente por tempo indeterminado (González-Benito et al., 2004).

119 Quais espécies podem ser conservadas usando a criopreservação?

A criopreservação é indicada para a conservação em longo prazo de espécies de plantas de interesse atual ou potencial que produzem sementes recalcitrantes ou intermediárias, são propagadas vegetativamente, apresentam alta taxa de heterozigiosidade ou longo período juvenil. Em animais, podem ser criopreservados gametas das principais espécies de mamíferos, peixes e aves, respeitando-se as peculiaridades de cada espécie. Para microrganismos, a criopreservação é bastante adequada para a preservação desde procarionotos (bactérias de forma geral) quanto eucarionotos, como os fungos.



120 Quais são as técnicas de criopreservação disponíveis para os recursos genéticos?

As técnicas disponíveis são baseadas na desidratação controlada ou na vitrificação das células e tecidos, tendo sido desenvolvidas

para minimizar danos por desidratação excessiva (osmóticos) e formação de cristais de gelo pelo congelamento (físicos) e assegurar altas taxas de regeneração após a criopreservação. Para a criopreservação de estruturas vegetativas e reprodutivas vegetais, as técnicas são imersão direta em nitrogênio líquido; vitrificação; encapsulamento-vitrificação; vitrificação-encapsulamento-vitrificação; pré-cultivo; pré-cultivo-vitrificação; gota-vitrificação e lâmina-vitrificação (Reed, 2008; Santos; Salomão, 2010). Em animais, os principais métodos utilizados são a congelação convencional ou lenta e a congelação sem equilíbrio ou vitrificação. Em microrganismos, a criopreservação consiste em manter as células submersas em nitrogênio líquido, com o auxílio de substâncias para proteção celular, como o glicerol, que evitam a formação de cristais de gelo durante o congelamento.

121

Quais são as técnicas utilizadas para a conservação de microrganismos?

Para a conservação em longo prazo, pode-se utilizar a liofilização, que consiste na dessecação do material congelado, sob vácuo, o congelamento a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ultrafreezer) e a criopreservação. Para a conservação em médio prazo, em geral até 2 anos, pode-se utilizar a preservação em óleo mineral ou o congelamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, neste caso com algum protetor celular. Para curtos períodos de tempo, como utilizada em coleções de trabalho, utilizam-se subcultivos contínuos em meios de cultura apropriados (Sola et al., 2012; Diniz, 2017).

122

Para recursos genéticos animais, qual o melhor germoplasma a ser conservado, o sêmen ou o embrião?

A conservação de sêmen e embriões é complementar. Na maioria das vezes, as tecnologias relacionadas à conservação do sêmen levam vantagem àquelas relacionadas ao embrião, por serem mais simples e econômicas em seu processamento e em sua

utilização. Entretanto, quando comparado ao embrião, o sêmen tem menos impacto do ponto de vista de recuperação de uma determinada espécie ou raça já que os espermatozoides contidos no sêmen carregam apenas 50% dos genes do animal. Nesse caso, há a necessidade de se fazer um longo trabalho durante, pelo menos, quatro gerações para se recuperar uma espécie ou raça utilizando inseminação contínua absorvente. Todavia, o embrião pode carregar 100% dos genes de uma determinada espécie ou raça e, logo na primeira geração, é possível obter-se a sua recuperação.

123 Qual profissional está habilitado a comercializar e congelar sêmen e embriões para conservar em bancos de germoplasma?

A congelação de sêmen, no Brasil, para uso doméstico pode ser feita por médico-veterinário capacitado, mas a comercialização de sêmen congelado só pode ser feita por empresas especializadas e credenciadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa). Desse modo, para formação de banco de germoplasma, é recomendado usar sêmen congelado por centrais de reprodução credenciadas pelo Mapa para que, quando esse material precisar ser utilizado, não haja restrição legal. A colheita e congelação de embriões para conservação em bancos de germoplasma podem ser feitas por profissionais habilitados, sem a necessidade de empresas especializadas.

124 O que é criorresistência de sêmen? Existem diferenças entre espécies?

O sêmen de cada espécie tem um nível de sensibilidade à criopreservação, mais conhecido como criorresistência. A criorresistência do sêmen está muito relacionada à capacidade da membrana plasmática dos espermatozoides em reagir e se adaptar às alterações provocadas pelo processo de congelação, como mudanças de pH,

osmolaridade e, em especial, de temperatura. Em consequência do processo de criopreservação, muitos desses espermatozoides sofrem uma capacitação precoce, chamada de criocapacitação. A capacitação é um processo natural ao qual o espermatozoide da maioria das espécies de mamíferos deve passar durante sua trajetória no sistema genital feminino e que o torna apto à fertilização. Esse processo não deve acontecer de forma precoce, pois, quando acontece, determina o tempo de vida restante dos espermatozoides e, portanto, deve acontecer somente próximo ao local e ao momento da ovulação. Espécies como a suína, ovina e equina são as que possuem sêmen com maior sensibilidade à criopreservação e apresentam elevados níveis de criocapacitação. Outras espécies como a bovina e caprina são comparativamente mais resistentes.

125 Quais são os critérios para seleção de embriões a serem criopreservados?

Os critérios para a seleção dos embriões a serem criopreservados são o estágio de desenvolvimento e a qualidade do embrião. Preferencialmente, os embriões são criopreservados no estágio de desenvolvimento entre mórula compacta e blastocisto expandido com qualidade I ou II (dentro da escala de I a IV), em que são observadas também a coloração e a uniformidade das células embrionárias.

126 Quais são os critérios adotados para a escolha do método de conservação ex situ de sementes?

Os critérios adotados para a escolha do método de conservação são as características intrínsecas (fisiológicas, físicas, químicas, reprodutivas e ecológicas) das sementes. Considera-se, igualmente, a finalidade da conservação em curto, médio ou longo prazo, assim como a disponibilidade de infraestrutura, recursos financeiros e mão de obra.

Semente ortodoxa é tolerante à desidratação a teores de água muito baixos e ao congelamento em temperaturas ultrabaixas como $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Semente com esse comportamento fisiológico é conservada por longo prazo em banco convencional de germoplasma semente e em banco criogênico.

Semente intermediária tolera parcialmente a desidratação. Dependendo da espécie, a dessecação pode ser conduzida até valores aproximados de 10% de teor de água. Entretanto, semente com esse comportamento fisiológico para fins de conservação é sensível ao congelamento em temperaturas subzero. Sobrevive por período de tempo de até 1 ano sem perda de germinabilidade em baixas temperaturas ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $15\text{ }^{\circ}\text{C}$). O melhor método para a conservação de semente com essas características é a criopreservação da semente inteira em nitrogênio líquido ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), resgatando-se seu eixo embrionário e regenerando-o *in vitro*, ou a conservação *in vitro* em condições de crescimento lento e a criopreservação de estruturas vegetativas da espécie.

Semente recalcitrante apresenta intolerância variável à desidratação e sensibilidade ao congelamento em temperaturas subzero. Sobrevive por períodos de tempo inferiores aos das sementes intermediárias em baixas temperaturas. O melhor método para a conservação de semente com essas características são as mesmas descritas para semente intermediária (Rao et al., 2007; Hay; Probert, 2013).

127 Qual é a importância da água na conservação das sementes?

A longevidade das sementes está sujeita à ação conjunta de vários fatores externos, dentre as quais a umidade e a temperatura são as mais importantes. A umidade relativa é considerada a mais influente, por causa da sua relação direta com o grau de umidade das sementes. O grau de umidade da semente geralmente acima de 30% pode propiciar a germinação de sementes quiescentes. Entre 18% e 30%, pode ocorrer rápida deterioração, principalmente pela ação de microrganismos. Acima de 20%, a taxa

respiratória associada a pouca ventilação pode provocar o aquecimento e, conseqüentemente, a morte das sementes. Abaixo de 9% de umidade da semente, a atividade de insetos de armazenamento é diminuída; e, abaixo de 4% a 5%, o ataque de pragas e fungos de armazenamento praticamente não ocorre (Marcos-Filho, 2015). O controle da umidade das sementes no armazenamento é feito pelo ajuste da umidade relativa (UR%) do ambiente por diversos métodos. Se a refrigeração for usada como meio de diminuir a temperatura do ambiente, a desumidificação é crucial, principalmente se as sementes estão acondicionadas em embalagens que permitam troca de umidade com o ambiente.

128

Quais métodos de secagem devem ser utilizados para armazenamento das sementes?

Os métodos escolhidos dependerão do equipamento disponível, número e tamanho das amostras a serem secas, condições climáticas locais, considerações de custo e do tipo de coleção/período de conservação. Os métodos mais comuns para a secagem das sementes são a utilização de um dessecante ou câmara de secagem. O importante é considerar que, após secagem, as sementes devem ser acondicionadas em embalagens e ambientes apropriados, de modo a não permitir a reabsorção de água.

129

Como fazer para conservar as sementes se as condições de refrigeração não forem adequadas?

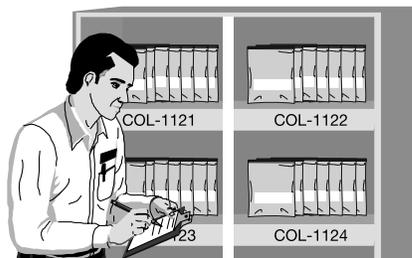
Se as condições de refrigeração não forem adequadas, pode-se reduzir o conteúdo de água das sementes, dependendo do seu comportamento fisiológico. O efeito da umidade durante o armazenamento não pode ser analisado independentemente da temperatura, mas, se houver opção, é preferível armazenar sob baixa umidade. Existe uma regra prática, segundo a qual o período para o armazenamento seguro duplica para cada redução de 1% no

teor de água das sementes ou decréscimo de 5,5 °C na temperatura ambiente (Marcos Filho, 2015). Essa regra deve ser utilizada para estimar o comportamento de sementes com graus de umidade entre 5% e 14% e temperatura entre 0 °C e 50 °C.

130

Quais são as atividades do curador do banco de germoplasma?

O curador desenvolve uma série de atividades vinculadas à ampliação, à manutenção, à agregação de informação e ao uso da variabilidade genética mantidas no banco de germoplasma. Entre essas atividades se destacam (Nass, 2007):



- Inventariar a coleção de germoplasma.
- Zelar pela conservação da coleção.
- Manter informações sobre a disponibilidade do germoplasma.
- Realizar expedições de coleta.
- Multiplicar e/ou regenerar os acessos do banco de germoplasma.
- Descrever atributos dos acessos por meio dos descritores.
- Elaborar manual com a metodologia para emprego dos descritores.
- Elaborar catálogos com acessos do banco de germoplasma.
- Colaborar para a formação de profissionais que venham a atuar na área de conservação de recursos genéticos.
- Atender a solicitações de intercâmbio de amostras de acessos do banco de germoplasma.
- Manter informações relativas ao banco de germoplasma organizadas em bancos de dados.
- Manter-se atualizado sobre questões relativas à coleção mantida no banco de germoplasma.

- Participar da elaboração e acompanhar as legislações nacionais e internacionais referentes aos recursos genéticos.

131

Qual é a implicação da forma de polinização (alogamia/autogamia) na multiplicação de recursos genéticos vegetais?

Os acessos de espécies autógamas tendem a ser formados por indivíduos homocigóticos e idênticos ou muito próximos geneticamente entre si, portanto um ou poucos indivíduos representam o acesso. Já em plantas alógamas, um acesso é uma população composta de indivíduos com maior variabilidade genética entre si, e, para representar geneticamente um acesso, é necessário um número maior de indivíduos. Essa diferença na forma de polinização é muito importante na multiplicação e/ou regeneração de acessos de bancos de germoplasma, para definir o número de indivíduos que deverão ser incluídos no lote de multiplicação/regeneração e, com isso, garantir que o novo lote de sementes do acesso represente a variabilidade genética do lote anterior.

132

É possível encontrar variação fenotípica entre indivíduos de um mesmo acesso mantido em um banco de germoplasma?

Sim, é possível para os vegetais e microrganismos. Muitas espécies vegetais mantidas em banco de germoplasma são alógamas, ou seja, apresentam fecundação cruzada. Nesse caso, um acesso não é um indivíduo e, sim, uma população, ou seja, um conjunto de indivíduos. Entre esses indivíduos poderá haver variação genética para alguns caracteres, o que resultará em variação fenotípica. Nos microrganismos, pode haver variações nas características visíveis a partir da interação desses com ambiente ou hospedeiro específico. A variação fenotípica é mais comum em fungos. No caso de animais, o próprio animal é considerado o acesso, ou espécime.

133

Qual é a diferença entre semente botânica e semente agrônômica?

O termo semente é usado para designar partes da planta com a capacidade de originar um novo indivíduo. Sob o ponto de vista da botânica, as sementes são formadas pela fecundação, ou seja, pela união de dois gametas, e, por essa razão, essa semente é denominada semente botânica. Muitas espécies são multiplicadas por meio de sementes botânicas, tais como milho, trigo, arroz, feijão, soja, algodão, e uma série de hortaliças, como tomate, pimentão, cenoura. Entretanto, algumas espécies, apesar de produzirem sementes botânicas, são usualmente reproduzidas por propágulos derivados de outras partes da planta e não pela semente botânica. Essa forma de multiplicação é denominada multiplicação ou propagação vegetativa. As lavouras das espécies propagadas vegetativamente são implantadas utilizando-se os propágulos que também são sementes e que, muitas vezes, são denominadas sementes agrônômicas justamente para diferenciar daquelas sementes obtidas por fecundação. Algumas espécies que têm suas lavouras implantadas em geral por sementes agrônômicas são batata, cana-de-açúcar, morango.

134

As sementes podem permanecer vivas durante centenas ou milhares de anos, em condições naturais?

Em coleções mantidas em museus, como o de História Natural, em Paris, as longevidades relatadas variaram de 55 e 158 anos. No entanto, foi com uma semente de lótus (*Nelumbo nucifera*), procedente da China, com 1.288 ± 271 anos, o registro como a mais antiga semente em que tanto a idade como a germinação foram documentadas de maneira científica.

135

Por quanto tempo podemos conservar o germoplasma animal *in vitro*?

Apesar de a técnica de congelamento de germoplasma animal ter, aproximadamente, 60 anos, em teoria, o germoplasma pode ser

conservado por tempo indeterminado desde que imerso em nitrogênio líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

136

Qual é o número ideal de doses de sêmen e de embriões a ser criopreservado para assegurar a conservação de uma raça?

Quando se pensa em assegurar a conservação de uma raça baseada no germoplasma conservado em nitrogênio líquido, deve-se pensar na quantidade de palhetas de sêmen e de embriões congelados necessários para restaurar essa raça no caso de uma eventual extinção. A quantidade de sêmen varia conforme a espécie, o número de fêmeas que vão ser inseminadas e a taxa de fertilidade dessas fêmeas usando o sêmen conservado. Como exemplo, para ruminantes, são necessárias aproximadamente 50 doses de sêmen de 25 reprodutores, no total de 1.250 palhetas, para serem utilizadas em 250 fêmeas alcançando uma taxa de gestação de 40%. No caso de embriões, a quantidade necessária para reconstituir uma raça varia com a taxa de gestação e a taxa de desmama dos produtos nascidos. Seguindo com o exemplo dos ruminantes, são necessários aproximadamente 250 embriões oriundos de 25 fêmeas e 25 machos diferentes quando considerada uma taxa de gestação de 40% e taxa de desmama de 80%.

137

Para cada tipo de germoplasma, quais as técnicas de conservação ex situ que podem ser adotadas e suas particularidades?

Recurso genético animal (FAO, 2012):

- Conservação ex situ in vitro em que sêmen, embriões, ovócitos, células somáticas, folículos pré-antrais e espermatogônias são conservados por longo prazo em nitrogênio líquido ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$).

- Conservação ex situ in vivo em que animais vivos são criados fora de seu ambiente natural, como em jardim zoológico e piscicultura, ou fora do bioma em que estão adaptados.

Recurso genético vegetal:

- Sementes ortodoxas em banco convencional de germoplasma por longo ou médio prazo.
- Espécies propagadas vegetativamente, espécies com alta taxa de heterozigosidade, espécies com sementes recalcitrantes, espécies com longo período juvenil, meristemas, ápices caulinares, conservadas por curto ou médio prazo em coleções in vitro.
- Sementes ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes, ápice caulinares, células em suspensão, embriões somáticos e zigóticos, eixo embrionário, gemas axilares, meristemas, pólen, conservados por longo prazo em condições criogênicas (-196 °C) (González-Benito et al., 2004).
- Espécies perenes como fruteiras, madeireiras, medicinais, ornamentais, parentes silvestres e com sementes recalcitrantes geralmente conservadas em banco ativo de germoplasma (BAG) a campo. Dependendo da espécie, em curto, médio e longo prazo.
- Jardins botânicos (Brasil, 2017).

Recurso genético microbiano (Sola et al., 2012):

- Em meio de cultivo com repicagem contínua em curto prazo.
- Em óleo mineral e congelamento a -20 °C, em médio prazo.
- Em condições criogênicas, liofilizado e congelamento a -80 °C, em longo prazo (Mello et al., 2011).

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conservação in situ, ex situ e on farm**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/agrobiodiversidade/conserva%C3%A7%C3%A3o-in-situ,-ex-situ-e-on-farm>>. Acesso em: 4 set. 2017.

DINIZ, F. Dos bancos genéticos para o mercado: Embrapa estuda funcionalidade de microrganismos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/24759263/dos-bancos-geneticos-para-o-mercado-embrapa-estuda-funcionalidade-de-microrganismos>>. Acesso em 10 out. 2017.

FAO. **Cryoconservation of animal genetic resources**. Rome, 2012. (FAO Animal Production and Health Guidelines, 12).

GONZÁLEZ-BENITO, M. E.; CLAVERO-RAMÍREZ, I.; LÓPEZ-ARANDA, J. M. REVIEW. The use of cryopreservation for germplasm conservation of vegetatively propagated crops. **Spanish Journal of Agricultural Research**, n. 2, p. 341-351, 2004.

HAY, F. R.; PROBERT, R. J. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. **Conservation Physiology**, v. 1, p. 11, 2013.

JOSÉ, S. C. B. R. **Manual de curadores de germoplasma - vegetal**: conservação *ex situ* (Colbase - Sementes). Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 12 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 317).

LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Pré-melhoramento de plantas**: estado da arte e experiências de sucesso. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 614 p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.

MATSUMOTO, K.; CARDOSO, L. D.; SANTOS, I. R. I. **Manual de curadores de germoplasma vegetal**: conservação *in vitro*. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 11 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 318).

MELLO, S. C. M. de; REIS, A.; SILVA, J. B. T. da. **Manual de curadores de germoplasma - micro-organismos**: fungos filamentosos. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 25 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 335; Embrapa Hortaliças. Documentos, 134).

NASS, L. L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 858 p.

RAMOS, A. F.; AZEVEDO, H. C.; CASTRO, S. T. R.; EGITO, A. A. **Manual de curador de germoplasma – animal**: conservação *ex situ/in vitro* de sêmen, embriões, DNA e tecidos. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e

Biotecnologia, 2012. 18 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 340).

RAO, N. K.; HANSON, J.; DULLOO, M. E.; GLOSH, K.; NOWELL, D.; LARIND. M. **Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma**. Roma: Bioversity International, 2007. 164 p. (Manuales para Bancos de Germoplasma, 8).

REED, B. **Plant cryopreservation: a practical guide**. New York: Springer-Verlag, 2008.

SANTOS, I. R. I; SALOMÃO, A. N. **Manual de curadores de germoplasma – vegetal: criopreservação**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 16 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 319).

SOLA, M. C.; OLIVEIRA, A. P. de; FEISTEL, J. C.; REZENDE C. S. M. E. **Manutenção de microrganismos: conservação e viabilidade** Enciclopédia biosfera, v. 8, n. 14, p. 1398-1418, jun. 2012.

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, B. O.; ANDRADE, R. V.; PADILHA, L. **Boas práticas na manutenção de germoplasma e variedades crioulas de milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 8 p. (Comunicado técnico, 113).

4

Conservação In Situ de Recursos Genéticos



*Anderson Cassio Sevilha
Terezinha Aparecida Borges Dias
Maria Aldete Justiniano da Fonseca
Dulce Alves da Silva
Fábio de Oliveira Freitas
Paulo Sérgio Ribeiro de Mattos
Carmen Sílvia Soares Pires
Bruno Machado Teles Walter
José Roberto Moreira*

138 O que é conservação in situ?

A conservação in situ (que significa “no local”) aplica-se tanto à conservação da biodiversidade, quanto aos recursos genéticos associados, incluindo fatores culturais relacionados às populações humanas que fazem uso desses recursos. É o tipo de estratégia utilizada para a conservação de espécies de plantas, animais e microrganismos nos locais onde eles ocorrem, quer seja de forma espontânea na natureza (nativos), quer seja nos locais onde se adaptaram sob influência humana, quando se trata de espécies domesticadas ou cultivadas.

139 Por que conservar in situ?

A conservação in situ tem por finalidade básica a conservação dos ecossistemas e, por conseguinte, a manutenção ou a restauração de comunidades, ou populações viáveis de espécies autorreguladas em seus meios naturais, de modo a garantir a continuidade dos processos evolutivos das espécies e ambientes ao longo do tempo. No caso das espécies domesticadas ou cultivadas, a conservação in situ serve ainda à preservação dos conhecimentos tradicionais associados, às tradições e práticas relacionadas ao manejo e ao uso e à conservação dos recursos ambientais e biológicos. Uma vez preservada a funcionalidade dos agroecossistemas, preservam-se os mecanismos e processos ecológicos (como interações predador-presa, planta-polinizador, planta-dispersor, parasita-hospedeiro, planta/animal-homem, dentre outros) e, por conseguinte, plantas, animais e microrganismos associados. Além disso, ela permite a manutenção de espécies cujo potencial de uso ainda é desconhecido da ciência na alimentação, medicina, cosmética, engenharia e em outras áreas.

140 O que é conservação on farm?

A expressão on farm significa a conservação de plantas sob cultivo, ou criação de animais em seus locais de produção.

Essa expressão, portanto, é utilizada para se referir à diversidade de seres vivos, de ambientes terrestres ou aquáticos, cultivados ou criados em diferentes estágios de domesticação. Por englobar espécies que sofreram ou sofrem algum grau de manipulação humana, a conservação on farm inclui fortemente o componente socio-cultural das populações humanas que manejam tais espécies.



141

Qual é a diferença entre conservação in situ e conservação on farm?

Conservação on farm é considerada uma estratégia, ou categoria, complementar à conservação in situ. Destina-se à conservação dos recursos genéticos da agrobiodiversidade, enquanto a conservação in situ foca na preservação de ecossistemas.

142

Como é feita a conservação in situ?

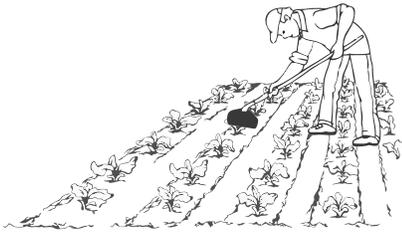
A conservação in situ é feita por meio de técnicas, práticas e ações de caracterização e manejo dos ecossistemas, ou dos habitats naturais onde as espécies silvestres ocorrem ou, no caso das espécies domesticadas ou cultivadas, dos agroecossistemas onde elas tenham desenvolvido suas características particulares.

143

Onde é feita a conservação in situ?

A conservação in situ das populações silvestres é feita em áreas protegidas, seja de âmbito federal, estadual, municipal, ou ainda em terras privadas destinadas a esse fim. As áreas protegidas podem preconizar tanto a proteção integral quanto o uso sustentável de recursos.

144 Onde é feita a conservação on farm?



A conservação on farm é feita em áreas sob manejo produtivo adaptativo. Essas áreas podem estar localizadas em territórios de uso privado, ou territórios de uso comunitário, como assentamentos, reservas extrativistas, reservas de desenvolvimento sustentável, terras indígenas, terras quilombolas e territórios tradicionais, dentre outras. Os territórios ocupados por povos indígenas e comunidades tradicionais são ainda considerados como territórios bioculturais. São assim denominados, pois incluem os recursos biológicos presentes na área e as tradições e práticas ancestrais relacionadas à forma de manejar adaptativamente um ecossistema complexo e seu uso sustentável.

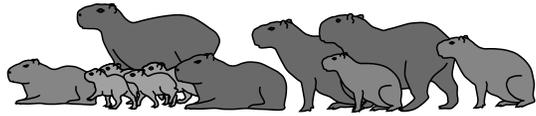
145 A conservação in situ pode ser direcionada à conservação de determinadas espécies?

Sim, e é denominada conservação de espécies-alvo. Nesse caso, a conservação de espécies complementa a conservação de ecossistemas por meio da proteção de grupos (plantas e animais) de interesse ou importância particular. Esta se dá, por exemplo, quando tratamos dos esforços de conservação de espécies ameaçadas de extinção, por causa da intensa exploração ou ameaça aos seus indivíduos (como o palmito na Mata Atlântica ou o mogno na Floresta Amazônica); da destruição dos habitats preferenciais de algumas espécies (como no caso das florestas, para a onça-pintada ou o mico-leão-dourado); ou ainda, quando tratamos das espécies consideradas chaves para a manutenção da funcionalidade (da saúde) dos ecossistemas (como o caso de algumas espécies de palmeiras na Amazônia ou das barrigudas nas florestas secas, que são fundamentais para a produção de alimentos para a fauna em períodos de escassez de alimentos).

146

Por que promover a conservação in situ de animais silvestres?

Os animais silvestres são importantes por seu papel na ecologia e na manutenção da funcionalidade dos ecossistemas. Além disso, muitas populações humanas são dependentes de recursos alimentares e subprodutos oriundos de animais silvestres, tais como a carne, o couro, os ovos, o mel, a gordura, que podem ser utilizados como alimentos e também para uso medicinal ou em rituais religiosos.



147

O que são serviços ecossistêmicos da fauna e qual é sua importância na conservação in situ?

Os animais são muito importantes e, em alguns casos, essenciais para processos que ocorrem no ambiente. Entre esses processos, também chamados de serviços ecossistêmicos, podemos citar a polinização, a dispersão de sementes, o controle biológico e a decomposição.

148

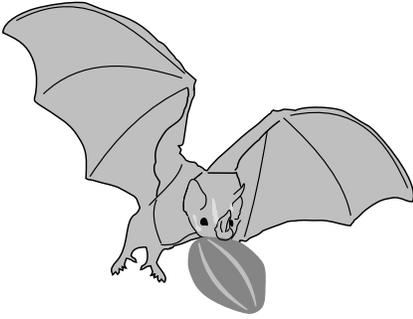
Qual a importância da polinização realizada por animais na conservação in situ?

A polinização garante que as plantas gerem suas sementes e, em alguns grupos vegetais, também os frutos. Muitos desses frutos e sementes são utilizados na alimentação humana, assim como são essenciais para a manutenção da integridade dos ecossistemas. Como animais polinizadores, destacamos as abelhas, as moscas, os besouros, os pássaros (especialmente os beija-flores) e os morcegos.

149

Qual é a importância da dispersão de sementes realizada por animais na conservação in situ?

Muitas plantas precisam de animais para dispersar suas sementes. Se as sementes ficassem sempre próximas à planta-mãe,



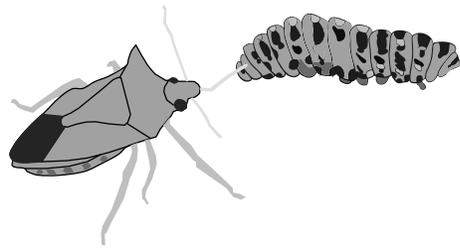
suas populações seriam confinadas a pequenas áreas, e o adensamento poderia criar um sistema de competição por recursos diversos (nutrientes ou luz), o que prejudicaria o crescimento dos indivíduos mais jovens, além de limitar a possibilidade de cruzamentos que ampliam a diversidade genética

da população. Outro aspecto é o de que muitas plantas necessitam da fauna para germinar suas sementes. Um exemplo é a relação de roedores (cotia e paca) com a castanheira. A castanheira mantém suas sementes em um fruto popularmente chamado de ouriço da castanheira, cuja casca é muito dura e só pode ser aberta na natureza pelos roedores. Dessa forma, a persistência de populações de castanheira depende da existência desses animais.

150

Qual é a importância do controle biológico na conservação *in situ*?

Na natureza, existe um equilíbrio nas populações de diferentes organismos. Em ambientes alterados pelo ser humano, com a eliminação dos predadores naturais, há uma quebra nesse equilíbrio. Isso causa a superpopulação de algumas espécies que se tornam pragas agrícolas, transmissoras de doenças, destruidoras de ambientes, etc. A premissa básica do controle biológico é controlar as pragas e os insetos transmissores de doenças a partir do uso de seus inimigos naturais, que podem ser outros insetos benéficos, predadores, parasitoides e microrganismos, como fungos, vírus e bactérias, e restabelecer o equilíbrio antes existente no ambiente.



151

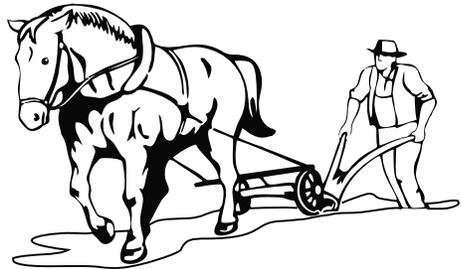
Qual é a importância das atividades de decomposição na conservação in situ?

Decomposição é o processo pelo qual a matéria orgânica nos organismos é degradada em partículas menores e em nutrientes após sua morte. Esse processo é auxiliado por urubus, besouros, baratas, minhocas e outros animais e realizado por bactérias e fungos. Assim, os nutrientes são decompostos e devolvidos ao meio ambiente, podendo ser reaproveitados por outros organismos. O processo faz parte do ciclo de nutrientes e é essencial para a manutenção da vida na Terra.

152

A conservação in situ pode ser direcionada à conservação de determinados sistemas agrícolas tradicionais?

No caso de espécies da agrobiodiversidade, a conservação in situ vai além da preservação dos sistemas agrícolas tradicionais. Faz-se necessário, também, a preservação e a manutenção das condições para se promover e propagar



os saberes locais e a cultura daquelas populações. Os modos diferenciados com que manejam seus agroecossistemas, somados aos seus hábitos alimentares, ritos, mitos e tradições, permitem a conservação e a manutenção dos processos evolutivos associados às espécies que fazem parte do universo cultural dessas populações.

153

Quais são os tipos de área de proteção integral?

Nas áreas de proteção integral, os ecossistemas, teoricamente, são mantidos livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo-se apenas o uso indireto de seus atributos naturais.

São exemplos de áreas de proteção integral os parques nacionais e estaduais, estações ecológicas, reservas biológicas, monumentos naturais e as áreas de refúgio de vida silvestre.

154 Quais são os tipos de área de uso sustentável?

Nas áreas de uso sustentável, a exploração do ambiente é permitida desde que garanta a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo, assim, a biodiversidade e os demais atributos ecológicos para que sejam utilizados de forma socialmente justa e economicamente viável. As Áreas de Proteção Ambiental (APA), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (Arie), Florestas Nacionais (Flona), Reservas Extrativistas (Resex), Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Reservas Genéticas e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) são exemplos de áreas destinadas ao uso sustentável.

155 É permitido o uso sustentável de animais silvestres no Brasil?

No Brasil, a utilização *in situ* de recursos genéticos de animais silvestres só é permitida para a subsistência, por meio de planos de manejo de unidades de conservação de uso sustentável. Para a sua implantação, é necessária a comprovação da sustentabilidade do uso do recurso em longo prazo. Porém, a comercialização de produtos da fauna brasileira só é permitida a partir de criações em cativeiro.

156 O que são povos e comunidades tradicionais?

São grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica,

utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos por tradição. Alguns exemplos são quilombolas, ciganos, seringueiros, castanheiros, quebradeiras de coco-de-babaçu, comunidades de fundo de pasto, faxinalenses, pescadores artesanais, marisqueiras, ribeirinhos, varjeiros, caiçaras, praieiros, sertanejos, jangadeiros, açorianos, campeiros, vazanteiros, pantaneiros, caatingueiros, geraizeiros, entre outros. Povos indígenas também se enquadram nessa definição e são reconhecidos por sua grande diversidade étnica.

157

Qual é a relação dos povos e comunidades tradicionais com a conservação in situ e on farm?

Normalmente, muitos povos e comunidades tradicionais conservam e manejam uma rica agrobiodiversidade em seus sistemas agrícolas tradicionais. A riqueza em espécies e variedades cultivadas e manejadas é o que lhes garante a segurança alimentar, pois suas roças agrobiodiversas são mais resistentes e resilientes ao ataque de pragas, a doenças e às mudanças climáticas. Portanto, esses povos fazem conservação in situ e on farm.

158

De que maneira a conservação in situ poderia garantir a representatividade da variabilidade genética das populações de espécies e sua persistência em longo prazo?

Esse é um dos principais desafios que se coloca à conservação in situ em países megadiversos, como o caso do Brasil. Para garantir representatividade e persistência das populações, faz-se necessário assegurar a criação de uma rede de reservas de tamanho e forma diferenciados, espacialmente distribuída, que cubra a variação genética conhecida ou esperada dessas populações e os processos ecológicos e seletivos necessários a sua sobrevivência na natureza. É necessário também estabelecer corredores ecológicos interligando tais reservas, garantindo o fluxo genético de animais e plantas.

159

O que são corredores ecológicos e qual é a sua importância para a conservação in situ?

São porções de ecossistemas naturais ou seminaturais que se destinam a conectar fragmentos de habitats ou unidades de conservação. Os corredores ecológicos são importantes à conservação in situ, pois visam garantir a manutenção dos processos ecológicos nessas áreas e, com isso, permitir a dispersão e a movimentação de espécies da fauna e da flora, o fluxo gênico entre populações, a recolonização de áreas degradadas e a viabilidade de populações que demandam grandes áreas para sobreviver.

160

Quais são os entraves para avanço da conservação in situ no Brasil?

Pouco conhecimento a respeito da diversidade biológica e da sua distribuição geográfica nos biomas e a escassez e mau uso de investimentos em pesquisa básica, na formação de pesquisadores e no gerenciamento das unidades de conservação. Soma-se a isso o acelerado processo de destruição de habitats para implementação de agricultura industrial, reflorestamento, pastagens, mineração e outros usos, bem como problemas fundiários e mudanças socioculturais.

161

O que é restauração ecológica e qual é a sua importância na conservação in situ?

É a intervenção feita em ecossistemas degradados ou alterados com o propósito de desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica. Com isso, a restauração ecológica se faz importante à conservação in situ por proporcionar a restauração da funcionalidade dos ecossistemas, dos seus serviços ambientais e da manutenção dos processos evolutivos necessários à manutenção de espécies.

162

Quais são os métodos utilizados na restauração ecológica com vistas a promover a conservação *in situ*?

Os métodos consistem de atividades relacionadas à coleta de sementes de espécies nativas para o plantio via semeadura direta ou ainda do plantio de mudas. A restauração ecológica pode também se valer da transposição de solos de um local para o outro para se aproveitar do banco de sementes dos solos transpostos, ou ainda, da instalação de poleiros artificiais com vistas a facilitar o pousio de aves e a dispersão de sementes via deposição de fezes.

163

Qual é a melhor estratégia de conservação, *in situ* ou *ex situ*?

Ambas as estratégias (conservação *in situ* e *ex situ*) devem ser encaradas na perspectiva de complementaridade e jamais sob o enfoque de qual seria a melhor, pois ambas possuem suas vantagens e desvantagens. Assim, a adoção de uma ou outra estratégia, ou até a adoção simultânea de ambas, dependerá dos objetivos que se busca cumprir com a conservação de determinada espécie ou de um conjunto de espécies. Ambas formam a base para a implementação dos três grandes objetivos da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB): a conservação da diversidade biológica; o uso sustentável dos seus componentes; e a repartição dos benefícios derivados do uso dos recursos genéticos.

164

Quais são as vantagens da conservação *in situ* sobre a *ex situ* para recursos genéticos vegetais?

A conservação *in situ* abrange um conjunto maior de espécies, demanda menos esforço para a conservação desse número maior de espécies e ainda permite que os processos evolutivos continuem atuando sobre os organismos, quando comparada à conservação *ex situ*.

165

Como promover essa interação entre a conservação ex situ e a conservação on farm?

Esta interação possibilita amplos ganhos para ambas as estratégias de conservação. Como exemplo, destaque-se a possibilidade de repatriação de variedades crioulas perdidas pelos agricultores, mas que se encontram conservadas ex situ, nos bancos de germoplasma. Ao mesmo tempo, variedades crioulas mantidas pelos agricultores, mas que se encontram sob risco de erosão genética nos campos agrícolas (ou nas roças ou in situ), podem ser conservadas por meio de sua coleta e depósito nos bancos ex situ. Outro exemplo é o desenvolvimento de ensaios participativos e comparativos com variedades crioulas e acessos de germoplasma conservados ex situ, gerando informações importantes para as instituições e as comunidades tradicionais. Também abre perspectivas de construção de acordos de parceria entre curadores de germoplasma e comunidades de guardiões de sementes, para a multiplicação de sementes de acessos de germoplasma de interesse dos guardiões e/ou de variedades crioulas, bem como de interesse dos curadores, para depósito em coleções ex situ. Finalmente, essa interação permite o enriquecimento da documentação nacional dos acessos de germoplasma, assim como sobre o estado de conservação das espécies.

166

Como estimular a conservação on farm?

É necessário fortalecer os diálogos e as interações entre os guardiões da agrobiodiversidade e os curadores dos bancos de germoplasma institucionais. Para isso é necessário: treinamento de multiplicadores em estratégias participativas para o manejo comunitário da agrobiodiversidade; desenvolvimento de protocolos comunitários relacionados à agrobiodiversidade; planejamento para o estabelecimento de bancos comunitários de sementes e o incentivo à formação e ao fortalecimento dos guardiões da agrobiodiversidade.

167

Por que os agricultores localizados em áreas marginais e sob extrema variação ambiental podem preferir a utilização de variedades de plantas crioulas?

É comum entre agricultores localizados em áreas marginais e sob extrema variação ambiental a manutenção de um grande número de variedades agrícolas locais. Isso permite que esses agricultores sempre tenham disponíveis variedades que sejam produtivas nas diferentes condições ambientais que se apresentam ano a ano. Isso permite a sustentabilidade da produção desses agricultores, uma vez que variedades modernas nem sempre conseguem ser produtivas nessas condições adversas.

168

O que é banco local da agrobiodiversidade ou banco de variedades crioulas?

É o espaço em que são conservadas, por agricultores familiares e povos ou comunidades tradicionais, as variedades crioulas, tradicionais ou locais. Os bancos são também denominados como casa ou banco de sementes, casa ou banco de agrobiodiversidade, casa ou banco comunitário de sementes, entre outros nomes. Esses bancos podem existir nos níveis familiar, comunitário ou regional. Considerado como uma tecnologia social, um banco local da agrobiodiversidade é importante para garantir a segurança alimentar e a conservação das sementes, contribuindo para a redução da fome e desnutrição da comunidade. Além da conservação das variedades crioulas, esses bancos permitem a manutenção dos conhecimentos tradicionais associados a essas variedades por meio de seu registro pela comunidade.

169

O que é um guardião da agrobiodiversidade?

Guardião da agrobiodiversidade, também chamado de guardião de sementes, é a pessoa cujo envolvimento com a conservação



da diversidade de variedades locais ajuda a criar mais segurança alimentar. Normalmente são agricultores que se diferenciam por manterem em seus cultivos uma rica variedade de produtos da agrobiodiversidade, sendo reconhecidos em sua comunidade como conservadores de sementes crioulas ou tradicionais. É muito importante que sejam reconhecidos como tal e incentivados à continuação de seu trabalho de conservação de recursos genéticos e do estímulo

ao repasse intergeracional do conhecimento tradicional associado. Identificar esses guardiões é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de fortalecimento do manejo da agrobiodiversidade pelas próprias comunidades e para ações de planejamento integrado de conservação in situ/on farm e ex situ.

170 O que é feira de sementes ou feira da agrobiodiversidade?

São espaços comunitários para troca de sementes e conhecimentos entre os agricultores. Essas feiras contribuem para fomentar o manejo comunitário da agrobiodiversidade, possibilitar o acesso a espécies e variedades agrícolas desaparecidas localmente, introduzir novas culturas nos sistemas locais e promover o intercâmbio de experiências entre os agricultores. São também espaços de comercialização de produtos da agricultura familiar.

171 O que são métodos participativos?

É um conjunto de enfoques e ações dirigidos a permitir, no caso de uma população local, a incorporação de seu conhecimento

e opiniões no planejamento e manejo de projetos e programas de desenvolvimento.

172

Quais são os principais métodos participativos que promovem a conservação on farm?

Os principais métodos participativos utilizados na conservação on farm são os canteiros de diversidade, kits de diversidade, registro da biodiversidade comunitária, feiras da agrobiodiversidade e melhoramento participativo, entre outros. Os canteiros de diversidade correspondem ao cultivo, lado a lado, de variedades crioulas e/ou outras externas à comunidade, com a finalidade principal de compará-las, mas também de identificar o conhecimento local acerca da variedade crioula, entre outros. Os kits de diversidade consistem na disponibilização de um conjunto de amostras de sementes de variedades crioulas, atuais ou antigas, e de interesse dos agricultores e que podem estar sob risco de desaparecer. O melhoramento participativo é a seleção e o melhoramento de variedades crioulas (e/ou acessos de germoplasma) com a participação ativa da comunidade de agricultores. As informações a respeito das trocas de sementes e suas escolhas permitem identificar os fatores que afetam a tomada de decisões dos agricultores, assim como analisar se a ação está produzindo efeito para a manutenção e o aumento da variabilidade genética na comunidade ou na região.

173

Como o melhoramento participativo pode fortalecer a conservação de recursos genéticos?

Os programas de melhoramento participativo integram os conhecimentos científicos e tradicionais, promovem a geração de novos conhecimentos, processos e produtos que fortalecem essas estratégias de conservação (ex situ e on farm) e a interação entre elas. Por exemplo, a seleção participativa de variedades crioulas nos ambientes com estresses biótico e abiótico (solos de baixa fertilidade,

aridez, doenças, entre outros) pode identificar fontes de resistência para o desenvolvimento de novas cultivares, bem como prover importantes informações para conservação de recursos genéticos. Além disso, o melhoramento participativo promove a integração dos agricultores em redes locais na busca de soluções para suas demandas e fornece novos materiais localmente adaptados que podem ser incorporados aos sistemas locais de conservação.

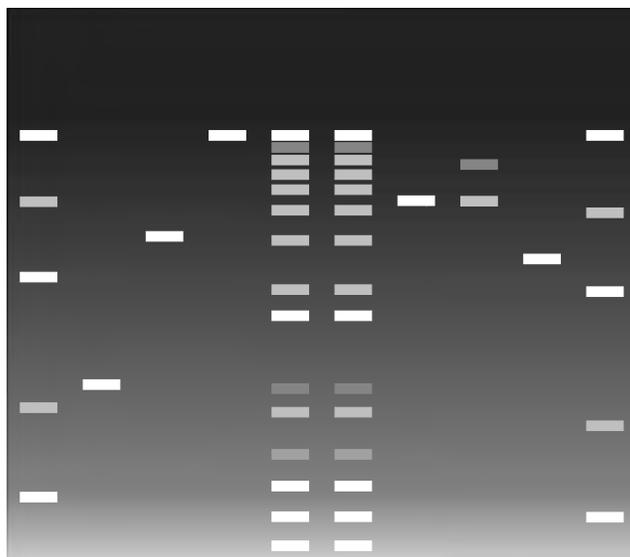
174

Como documentar a agrobiodiversidade conservada localmente?

A documentação da agrobiodiversidade local pode ser feita por diferentes meios, entre os quais estão as metodologias participativas chamadas de Registro Comunitário da Agrobiodiversidade, que visa obter informações a respeito dos cultivos valiosos para as comunidades e registrar informações mínimas de cada variedade crioula. Esse registro gera informações importantes para a proteção do conhecimento associado às variedades crioulas e amplia o conhecimento acerca dos recursos genéticos e de seu valor. Entretanto, há outras metodologias, tanto participativas quanto não participativas. Nesta última categoria, as informações são coletadas por meio de observações.

5

Caracterização de Recursos Genéticos



*Samuel Rezende Paiva
Flavia França Teixeira
Semíramis Rabelo Ramalho Ramos
Cristina de Fátima Machado
Ana Cristina Mazzocato
Osmar Alves Lameira
Daniela Lopes Leite
Ana Cecília Ribeiro de Castro
Sueli Corrêa Marques de Mello
João Batista Tavares da Silva
Vânia Cristina Rennó Azevedo*

175

O que é o processo de caracterização de um recurso genético?

É o conjunto de atividades que usa ferramentas para aumentar o conhecimento sobre animais, plantas e microrganismos. A caracterização gera informações básicas (p. ex. taxonomia, morfologia, ecologia) ou aplicadas (p. ex. dados produtivos, nutricionais, inserção em programas de melhoramento, etc.).

176

A caracterização pode ser feita após a incorporação do material em coleção ex situ?

Sim. Dependendo do tipo de germoplasma ou do método de conservação, a caracterização pode ser feita antes ou durante a conservação. Por exemplo, espécies perenes geralmente são conservadas em campo (banco ativo de germoplasma), porém caracterizadas quando adultas. No entanto, quando possível, o material deve ser caracterizado antes da conservação.

177

Por que o conhecimento da taxonomia e sistemática é fundamental para o processo de caracterização de recursos genéticos?

Porque fornece conhecimentos básicos para a identificação das espécies, auxilia na qualificação, triagem e seleção dos recursos genéticos.

178

Qual é a diferença entre taxonomia e sistemática?

A taxonomia é uma ciência que utiliza como critério de classificação propriedades dos organismos tais como a morfologia. Atualmente o critério básico aceito para a taxonomia é aquele que reflete a filogenia dos seres vivos e compara os caracteres de

qualquer natureza, sejam eles morfológicos, anatômicos, citogenéticos e moleculares. Dessa forma, a taxonomia é uma ferramenta primordial para a caracterização de germoplasma. As coleções de referência desempenham um papel importante na definição taxonômica.

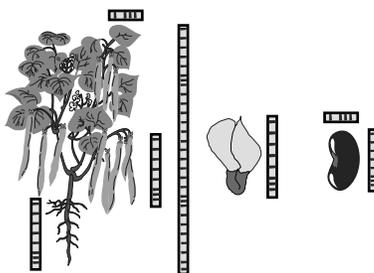
A sistemática é a ciência da diversidade. Inclui estudos filogenéticos, taxonômicos, ecológicos e informações paleontológicas. Ela permite tanto que se tenha uma visão global da diversidade de materiais conservados bem como sua inter-relação. Ela tem ainda um caráter preditivo, possibilitando uma seleção mais criteriosa do germoplasma a ser caracterizado e das metodologias a serem usadas e aperfeiçoa a análise dos resultados.

179 Qual é a utilidade dos dados de caracterização?

O objetivo principal dos dados de caracterização é agregar valor aos recursos genéticos conservados *in situ* e *ex situ*, de forma que se aumente sua utilização. As informações geradas podem ser aplicadas na identificação de novos materiais para enriquecer bancos de germoplasma e programas de melhoramento genético; na definição de germoplasma para intercâmbio ou repatriamento; na identificação de material duplicado; na estimativa da diversidade genética das coleções e na identificação de genes de interesse econômico.

180 Em recursos genéticos, o que é um descritor?

Característica mensurável ou subjetiva que qualifica o recurso genético. Em outras palavras, é a característica morfológica, anatômica, fisiológica, bioquímica ou molecular utilizada na identificação de um recurso genético e/ou seu germoplasma associado.



181 Os descritores são comumente utilizados com que finalidade na conservação?

Na caracterização dos recursos genéticos visando a sua identificação e valoração de forma a aumentar e/ou manter a diversidade genética, bem como seu uso por parte da sociedade.

182 O que é e qual a importância das listas de descritores?

A lista de descritores é um documento, elaborado por especialistas, contendo os descritores agrupados, em geral, em cinco níveis: passaporte, caracterização, avaliação preliminar, avaliação aprofundada e manejo. A lista é importante por servir como um guia para iniciar a caracterização e avaliação das amostras conservadas.

183 Quem define e registra descritores no processo de caracterização de germoplasma?

As características e os atributos de cada espécie/variedade de um recurso genético são definidos por especialistas das culturas e/ou curadores dos bancos ativos de germoplasma (BAG) e núcleos de conservação (NC). Por exemplo, no caso de plantas, a Bioversity International (instituição internacional que trabalha com recursos genéticos vegetais) desenvolveu uma ampla lista de descritores para culturas, e conjuntos de descritores mínimos foram estabelecidos para a utilização em várias delas. O registro de dados deve ser realizado por funcionários treinados, usando instrumentos de medição padronizados, calibrados e, posteriormente, inseridos em uma base de dados.

184 Como aferir a importância de um descritor?

A validação de um descritor para caracterizar ou avaliar um acesso é conferida quando, por meio da sua aplicação, o curador

consegue diferenciar e quantificar a variabilidade presente na coleção de germoplasma. A validação é normalmente realizada por meio de análise estatística, uni ou multivariada, em que a importância desse descritor é quantitativamente estimada.

185

Como iniciar a caracterização de um acesso quando não existir lista oficial de descritores publicada para a espécie?

As listas oficiais para muitas espécies encontram-se disponíveis¹⁰ e devem ser consultadas antes de iniciar o processo de caracterização morfológica. No caso de não existir uma lista oficial para a espécie, recomenda-se, primeiramente, buscar a existência da lista publicada para o gênero. Caso exista, descritores dessa lista podem ser adaptados e servir inicialmente como guia. O curador também pode consultar a lista dos descritores recomendada pela União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV). Contudo, caso também não exista nessas duas fontes, o curador e sua equipe podem, com base na experiência com a espécie, propor descritores que, após ampla e conjunta discussão, sejam validados internacionalmente. Recentemente, o Brasil fez a validação de descritores com o butiá (*Butia capitata*) e a mangaba (*Hancornia speciosa*).

186

Quais são as diferenças entre descritores qualitativos e quantitativos?

O descritor será qualitativo quando resultar de uma classificação por tipos ou atributos, como cor da flor, formato do fruto ou do grão, presença de pelos ou espinhos. O descritor será quantitativo quando seus valores forem expressos em números. As variáveis quantitativas podem ser divididas em quantitativas discretas e quantitativas contínuas. As variáveis quantitativas discretas só poderão

¹⁰Disponível em: <<https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/categories/descriptors/>>.

assumir valores pertencentes a um conjunto, como números de frutos, folhas, tetas, chifres e, ainda, escalas de notas e de classificações numéricas que sejam atribuídas de acordo com uma gradação. A variável quantitativa contínua será aquela que poderá assumir qualquer valor em um intervalo de variação, tais como altura de planta, produção de matéria seca, peso ao nascer, produção de leite, etc. Em geral, os descritores qualitativos são menos influenciados pelas variações ambientais do que os descritores quantitativos.

187 Qual é a diferença entre caracterização e avaliação?

Na caracterização, os acessos ou indivíduos são descritos a partir de características, principalmente qualitativas e com baixa influência do ambiente, ou seja, relativamente estáveis entre diferentes ambientes e que sejam facilmente visíveis ou mensuráveis. Na avaliação, os acessos ou indivíduos são descritos a partir de características principalmente quantitativas, influenciadas pelo ambiente de cultivo ou criação.

188 É necessário ter uma coleção de trabalho para se fazer a caracterização de um material?

Não necessariamente. Com a coleção de trabalho pode ser realizada a caracterização, desde que se tenha um número mínimo de indivíduos para garantir as repetições. O mesmo procedimento também pode ser realizado com o material de um banco ativo de germoplasma ou núcleo de conservação.

189 Um acesso pode ter sido caracterizado mais de uma vez e os resultados serem diferentes?

Sim, é possível. Algumas características podem variar de acordo com as condições ambientais. Nesses casos, o fenótipo

(característica mensurada) poderá ser diferente de um ambiente para outro.

190 O que é herdabilidade?

O fenótipo de um indivíduo é fruto do seu potencial genético, do ambiente em que é cultivado e da interação entre esses dois fatores. A proporção da variação fenotípica explicada por fatores genéticos, herdáveis entre as gerações, é denominada herdabilidade. Algumas características têm a sua expressão fenotípica sempre constante independentemente da variação ambiental. Essas características são conhecidas como características de alta herdabilidade. Já outras características têm a sua expressão fenotípica muito variável de acordo com o ambiente em que são cultivadas, e são conhecidas como caracteres de baixa herdabilidade.

191 Os dados de caracterização fazem parte dos dados de passaporte?

Dados de passaporte e dados de caracterização são conjunto de dados distintos relacionados aos acessos de um banco de germoplasma. Esses dois conjuntos de dados têm entre si o ponto em comum de agregar informação aos recursos genéticos, entretanto o tipo de informação é distinto.

Os dados de passaporte guardam informações sobre a origem dos acessos, tais como: identificação de gênero e/ou espécie; denominações; códigos; data de entrada do acesso no banco de germoplasma; forma de obtenção; local de obtenção e nome do coletor; entre outras a critério do curador ou do coletor ou ainda de acordo com particularidades de cada espécie.

Já os dados de caracterização estão relacionados à expressão fenotípica dos acessos e seguem os descritores da espécie em questão que, em geral, são caracteres morfológicos, tais como cor e tipo de grão, arquitetura de plantas, formato da folha, cor da flor e

até mesmo alguns caracteres quantitativos, como altura de planta e número de dias para florescimento (precocidade).

192

Que tipos de caracterização podem ser feitas em animais, plantas e microrganismos?

Os principais tipos de caracterização são morfológica, agrônômica, zootécnica, fisiológica, molecular e genética. Nas duas últimas, incluem-se as conhecidas ômicas: genômica, proteômica, metabolômica. Para microrganismos, só não se aplica a caracterização agrônômica e caracterização zootécnica. Na caracterização morfológica, é possível, por exemplo, fazer medidas morfométricas e merísticas (contagens), bem como medidas relacionadas a aspectos produtivos (agrônômicos e zootécnicos). Na caracterização fisiológica, pode-se avaliar período de floração e frutificação, tempo de germinação das sementes, tempo de vida das folhas e das plantas, taxa de crescimento, época do cio, produção leiteira, intervalo entre partos, entre outras. A caracterização molecular tem como base o uso das principais macromoléculas dos organismos multicelulares: proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA).

193

Qual tipo de caracterização é mais acessível e prioritário?

A caracterização morfológica é o tipo com melhor custo/benefício para ser realizado no maior grupo de espécies e, de forma inicial, a prioritária para ser conduzida nos bancos ativos de germoplasma e núcleos de conservação. Nos casos de coleções muito grandes e com disponibilidade de recursos financeiros, a genotipagem (caracterização pela análise do ácido desoxirribonucleico – DNA) pode ser a forma mais viável para, primeiramente, se estimar a diversidade genética da coleção, identificar os acessos mais diferentes e, assim, selecionar uma amostragem, o mais diversa possível, para ser caracterizada morfologicamente.

194

Qual é a diferença entre caracterização morfológica e agrônômica?

Na caracterização morfológica, são medidos e avaliados os caracteres morfológicos do material, como largura e comprimento da folha, comprimento do entrenó superior, altura natural, comprimento da inflorescência, volume e número de sementes (caracteres mensuráveis), forma e coloração da folha, intensidade de pilosidade da folha, hábito de crescimento, tipo de cálice (caracteres visuais), dentre muitos outros.

Na caracterização agrônômica, são medidos e avaliados os caracteres ligados a aspectos produtivos do material, resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses, produtividade e outros.

195

Como caracterizar recursos genéticos a partir de DNA?

O DNA, molécula central no processo biológico da transmissão das características hereditárias, está presente em todas as células de plantas, animais e microrganismos. Em razão de conter todo esse nível de informação, o DNA é hoje a molécula ideal para conhecer melhor os organismos, em razão do grande número de variáveis que podem ser analisadas ao mesmo tempo. Apenas como exemplo, na espécie humana, estima-se que haja, em média, de 3 a 4 milhões de marcas diferentes no DNA.

196

Quais são as vantagens e desvantagens da caracterização morfológica?

A caracterização morfológica é a ferramenta primária para identificação das espécies, relativamente simples de ser realizada, rápida e, em geral, de baixo custo. Além disso, permite a identificação dos modos de reprodução predominantes nos acessos. Entretanto, a natureza quantitativa de grande parte dos caracteres e sua baixa herdabilidade faz com que as identificações não sejam

tão precisas. Ademais, muitas das características só podem ser mensuradas em indivíduos adultos, o que requer tempo e espaço físico para as avaliações.

197 **Quais são as vantagens e desvantagens da caracterização agrônômica?**

A caracterização agrônômica possibilita o conhecimento produtivo do germoplasma disponível, a identificação dos acessos duplicados, o estabelecimento de coleções nucleares, bem como da ocorrência ou não de variabilidade entre indivíduos. Como desvantagem, a caracterização agrônômica demanda experimentos com repetição, gestão homogênea de parcela experimental, exige maior número possível de ambientes de avaliação e de população representativa.

198 **Quais são as vantagens e desvantagens da caracterização molecular por isoenzimas?**

A caracterização molecular por enzimas apresenta herança mendeliana simples e possui baixo custo. Porém, cobre uma pequena porção do genoma, é de difícil genotipagem, apresenta baixo polimorfismo, é dependente do estágio de desenvolvimento do organismo e apresenta alguma influência do ambiente.

199 **Quais são as vantagens e desvantagens da caracterização citogenética?**

A caracterização citogenética descreve a organização genômica, utilizando como base a contagem do número cromossômico, a observação da morfologia de cromossomos, o estabelecimento de padrões cariotípicos, e a análise do comportamento meiótico de híbridos intra e



interespecíficos. Também contribui nos estudos de evolução, no auxílio à caracterização molecular, pela localização de sequências específicas de DNA, pela hibridação *in situ*. Como desvantagem, apresenta relativo alto custo, pois requer infraestrutura laboratorial e equipe técnica especializada. A eficiência da técnica depende da biologia da espécie sob estudo e não é viável para estudos populacionais.

200

Quais são as vantagens e desvantagens da caracterização molecular?

A caracterização molecular, em geral via marcadores no DNA, permite uma ampla cobertura do genoma das espécies, é de fácil detecção e possibilita acessar diretamente o genótipo de um indivíduo, evitando, assim, a influência do ambiente e a expressão do fenótipo. Como desvantagem, o custo de genotipagem ainda é relativamente alto dependendo da espécie e da cobertura do genoma a ser avaliado. Assim como na caracterização citogenética, requer infraestrutura laboratorial e equipe técnica capacitada.

201

O que é necessário para se fazer a caracterização morfológica e agrônômica/zootécnica de um recurso genético?

A sequência de atividades necessária para esse tipo de caracterização é: delineamento experimental, disponibilidade de acessos ou indivíduos devidamente identificados, definição dos descritores a serem aplicados, execução do experimento, coleta dos dados, análise estatística dos dados e interpretação dos resultados.

202

Qual é a principal aplicação da caracterização morfológica e agrônômica/zootécnica de um recurso genético?

Agregar valor a um banco de germoplasma ou núcleo de conservação com informações acerca do desempenho de seus acessos/indivíduos. Essa caracterização possibilita a formação de

uma importante base de dados que pode subsidiar programas de melhoramento genético.

203 Qual é a importância da amostragem na caracterização?

A amostragem é fundamental para uma caracterização eficiente. Caso a amostragem seja inadequada, os resultados obtidos poderão ser muito diferentes da realidade da população ou coleção estudada, o que poderá impactar diretamente nas decisões a serem tomadas com base no resultado obtido.

204 Como é feita a avaliação de acessos em um banco de germoplasma vegetal?

A avaliação é o registro daquelas características cuja expressão é frequentemente influenciada por fatores ambientais, e muitas dessas características resultam de fortes interações entre genótipos por ambiente e, portanto, são específicas do local. Envolve a coleta metódica de dados sobre características agronômicas e de qualidade por meio de ensaios experimentais adequadamente planejados. É recomendado que os ensaios sejam conduzidos em, pelo menos, três locais ambientalmente diversos e em três ciclos vegetativos, e os dados comparados estatisticamente ao longo dos anos. Em plantas, os dados de avaliação incluem frequentemente resistência a pragas, doenças e avaliações qualitativas e características ambientais. Esses conjuntos de dados são todos altamente desejados pelos usuários para incorporar características em programas de melhoramento e ampliar a utilização de coleções. O germoplasma pode ser sistematicamente avaliado usando uma abordagem de rede, em nível internacional, nacional ou regional.

205 Qual é a importância da caracterização dos recursos genéticos vegetais na avaliação da diversidade genética?

Os recursos genéticos vegetais são a matéria-prima utilizada no melhoramento das culturas, e a sua conservação e utilização

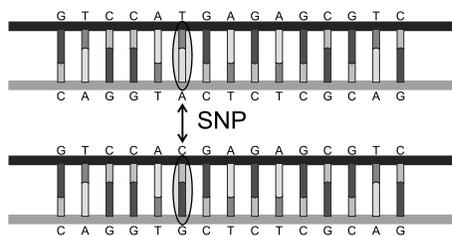
são fundamentais para a segurança alimentar e nutricional global. É essencial que o germoplasma que está sendo conservado seja devidamente caracterizado para maximizar seu uso pelos melhoristas de plantas.

206 O que é necessário para o uso do germoplasma vegetal no melhoramento genético?

A identificação taxonômica de cada espécie; registro do acesso; avaliação e caracterização. Nesse contexto, as atividades de pré-melhoramento são fundamentais para conectar os programas de conservação e melhoramento, pois essas ações permitem qualificar o material conservado e diminuir o tempo de seleção por parte dos melhoristas.

207 Quais são os principais marcadores moleculares utilizados na caracterização de germoplasma?

Os principais marcadores moleculares usados na caracterização e avaliação de germoplasma são os marcadores codominantes como microssatélites (SSR) e polimorfismos de base única (SNP). Eles substituíram amplamente os marcadores dominantes mais antigos, como polimorfismo de DNA amplificado ao acaso (RAPD), em razão da sua relativa abundância genômica e da alta reprodutibilidade de dados. Por exemplo, hoje existem ferramentas que permitem genotipar 700 mil marcadores de uma só vez em um bovino ou uma planta cultivada, como arroz ou soja. Além disso, os avanços na técnica de sequenciamento de nova geração do DNA e a consequente redução nos custos resultaram no uso crescente de ensaios baseados em sequenciamento na avaliação de germoplasma. Essas



novas tecnologias têm alterado significativamente a eficiência da conservação e o melhoramento genético com a implementação da chamada seleção genômica.

208 Qual marcador molecular é mais indicado para caracterização de uma coleção ex situ?

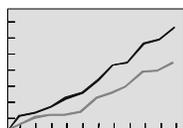
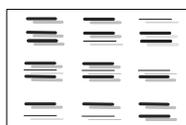
Vários tipos de marcadores podem ser utilizados de forma eficiente para a caracterização molecular de uma coleção. O melhor marcador a ser utilizado depende diretamente da resposta que se deseja obter. Para simples estimativa de variabilidade, os marcadores dominantes e universais podem ser úteis, como RAPD, ISSR e AFLP, por exemplo. Para estudos mais informativos, que podem ajudar na estimativa de diversidade genética, identificação de duplicatas, realização de estudos de *GAP analysis* e determinação do sistema reprodutivo, tanto SSR quanto SNP são marcadores altamente eficientes. Os SNPs apresentam vantagem caso se deseje associar os marcadores a características de interesse, pois são mais abundantes e permitem análises mais robustas.

209 Qual marcador molecular é mais indicado para subsidiar a conservação in situ?

Da mesma forma descrita para a conservação ex situ, o melhor marcador a ser utilizado para subsidiar a conservação in situ depende da pergunta que se quer responder. Independentemente do marcador, é fundamental estimar a diversidade interpopulacional, de modo que seja possível determinar populações prioritárias para conservação, *pools* gênicos únicos, populações sob maior risco e áreas prioritárias para coleta de germoplasma, para a realização da conservação ex situ de forma complementar. Pode-se dizer que os marcadores codominantes como SSR e SNP geram mais dados capazes de subsidiar essas decisões.

210

Quantos marcadores moleculares são necessários para uma caracterização eficiente?



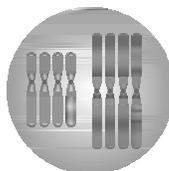
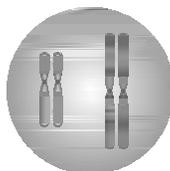
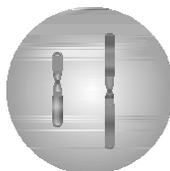
O número ideal de marcadores a serem utilizados varia de acordo com o nível de polimorfismo do marcador, da amostragem e da pergunta que se deseja responder ou da análise que se deseja fazer com essa caracterização. Geralmente, quanto mais polimórfico o marcador, menor a quantidade necessária para se obter os dados desejados. Por exemplo, em estudos de diversidade genética, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

(FAO) sugere de 25 a 50 indivíduos por população analisada, utilizando de 20 a 30 marcadores microssatélites. Com a redução de custo dos marcadores SNP, esse número vai aumentar, mas não será maior do que algumas dezenas de milhares. Para estudos de associação e seleção genômica, são necessários centenas de milhares de marcadores SNP.

211

Qual é a importância da ploidia da espécie na caracterização molecular?

A caracterização molecular, com marcadores codominantes de espécies diploides, é bastante simples, pois estes



se comportam de forma mendeliana. Entretanto, quando a espécie é poliploide, as análises tornam-se mais complicadas, pois a estimativa das frequências alélicas torna-se inviável. Por exemplo, no caso

de espécie diploide, sabe-se que o indivíduo A tem duas vezes o alelo A; o AB tem uma vez o alelo A e uma vez o alelo B; e o indivíduo B tem duas vezes o alelo B. No caso de uma espécie tetraploide, cujo genótipo de um indivíduo num determinado loco seja A, sabemos que ele tem o alelo A quatro vezes. O mesmo acontece com o genótipo B, que terá o alelo B quatro vezes. Entretanto, no caso de o indivíduo apresentar genótipo AB, não se sabe quantas vezes cada alelo ocorre. Os genótipos possíveis seriam: AAAB, AABB ou ABBB. E, caso o indivíduo tetraploide apresentasse genótipo ABC, as possíveis combinações seriam: AABC, ABBC ou ABCC.

212

Qual é o método de citogenética que tem se destacado para caracterização de germoplasma vegetal?

A citogenética molecular é uma das técnicas mais informativas e que gerou mais impacto nos últimos anos. É utilizada para localizar distintas sequências de ácidos nucleicos sobre os cromossomos. O processo consiste basicamente na desnaturação do ácido nucleico alvo, seja DNA ou RNA, e a sua hibridização com uma sonda adequada. Essa sonda é constituída por segmento de ácido nucleico, previamente conhecido e marcado, que possibilita reconhecimento e localização de sequências específicas, permitindo o reconhecimento de cromossomos ou genomas inteiros. A técnica tem sido utilizada com muito sucesso em estudos de diversas espécies para fins de melhoramento.

213

Por que a caracterização molecular é essencial nos programas de melhoramento vegetal, para a proteção de cultivares e no controle da produção de mudas?

Porque a quantificação da variabilidade genética, via marcadores moleculares, reduz os problemas de identificação de grupos taxonômicos, bem como fornece marcadores diagnósticos para correta designação de cultivares e rastreabilidade de mudas.

214 **Que elementos devem ser considerados para estabelecer os custos da caracterização?**

Devem ser consideradas a existência e a manutenção da infraestrutura de campos experimentais e de laboratórios; custos para insumos agrícolas e reagentes. Além disso, devem ser também estimados os custos para recursos humanos.

215 **Quais são as causas do uso incipiente do germoplasma conservado ex situ?**

Várias são as causas que contribuem para a baixa utilização dos bancos de germoplasma, tais como a falta de documentação dos dados de passaporte e descrição adequada das coleções de germoplasma, a falta de caracterização e avaliação agronômica, fitopatológica e entomológica dos acessos registrados nos bancos de germoplasma ou a indisponibilidade de acesso a esses dados. Tudo isso limita o interesse de usuários, principalmente dos melhoristas, que, por sua vez, já possuem coleções de trabalho substanciais e não desejam incluir em seus estudos acessos ou indivíduos com pouca ou nenhuma caracterização. Outro ponto é o baixo número de programas de pré-melhoramento, tanto para espécies nativas quanto para exóticas. Por último, os custos elevados para caracterização e avaliação dos recursos genéticos bem como a adaptação restrita dos acessos contribuem também para a baixa utilização dos bancos de germoplasma.

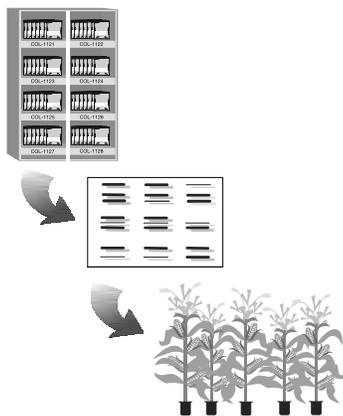
216 **Quais são as ações mínimas necessárias para reverter o uso incipiente do germoplasma conservado ex situ?**

A falta de informação acerca dos materiais disponíveis nos bancos de germoplasma pode ser superada pela organização da informação já disponível sobre os acessos ou indivíduos conservados em bancos de germoplasma; pela coleta rotineira de

observações de maior interesse dos usuários; pela conservação de acessos caracterizados e avaliados; pelo conhecimento de informações para características de adaptação ambiental; pela manutenção de estoques genéticos, mutantes e linhagens; pela manutenção de características úteis que possam substituir e complementar as coleções de trabalho; pela divulgação adequada dessas informações aos usuários de interesse. Além disso, é importante otimizar os programas de pré-melhoramento para fazer uma ligação eficiente entre bancos de germoplasma e os programas de melhoramento tradicionais.

217

Como as tecnologias/métodos de caracterização podem ser aplicadas na gestão de um banco de germoplasma?



Um problema em bancos de germoplasma de todo mundo, inerente às estratégias regulares de coleta e armazenamento, é a existência de acessos ou indivíduos idênticos, mas com dados de passaporte diferentes. Esses casos não são desejáveis, pois, além de ocuparem mais espaço físico e recursos financeiros, eles não contribuem na conservação da variabilidade genética dentro de uma espécie. Dessa forma, ferramentas moleculares, baseadas em marcadores

de DNA, podem fazer uma varredura do banco e identificar, com alta acurácia e precisão, amostras duplicadas ou altamente relacionadas. Estudos nos EUA mostraram que algumas coleções de plantas têm de 15% a 30% de duplicação de seus acessos.

218

O que é caracterização microbiana e qual a sua importância?

Caracterização é um conjunto de estudos específicos com isolados microbianos, visando entender sua morfologia, genética

e fisiologia. Sua importância reside no conhecimento das características particulares do isolado, não só para definir sua taxonomia, mas também para determinar o seu potencial de uso. Assim, a existência de um banco de caracteres é fundamental para a exploração socioeconômica da coleção microbiana.

A caracterização pode ser feita inicialmente usando princípios da taxonomia clássica, com base em estudos bioquímicos e/ou fisiológicos e microscópicos. Entretanto, o emprego de técnicas moleculares é cada vez mais exigido. Amplificações e sequenciamento direto do DNA ribossomal (rDNA) foram algumas das primeiras aplicações de PCR na taxonomia. Genes do rDNA têm regiões conservadas e variáveis, ITS1 e ITS2 (*Internal Transcribed Spacer*), as quais são utilizadas para o estudo de grupos taxonômicos relacionados. *Primers* universais e específicos têm se mostrado eficazes, pois permitem que essas regiões ITS sejam amplificadas, usando as sequências conservadas de rDNA. Com o auxílio de programas de computador, a partir dos dados de PCR, é possível identificar espécies inequivocamente, embora algumas compartilhem sequências ITS1 e ITS2 idênticas, sendo, portanto, indistinguíveis por esse método. Porém, essa tecnologia tem evoluído muito, e novos programas estão sendo desenvolvidos, assim como novos marcadores podem ser introduzidos para resolver as dúvidas taxonômicas que ainda perdurem. As técnicas “ômicas” também são cada vez mais utilizadas para desvendar funções gênicas e rotas metabólicas.

219

Como se procede a identificação dos microrganismos em uma coleção de culturas?

Cada grupo de microrganismo requer uma série de análises de caracteres taxonômicos específicos. Assim, a identificação dos microrganismos pode ser feita por diferentes técnicas, e, na maioria dos casos, é necessária uma combinação de técnicas, na chamada taxonomia polifásica. Essa vem ganhando força nas últimas décadas. A taxonomia clássica constitui a técnica mais antiga e baseia-se em estudos culturais e microscópicos.

A partir dos anos 1980, técnicas moleculares foram desenvolvidas, e hoje se utiliza especialmente a análise dos genes mais conservados (ribossomais), como 16S RNAr para procariotos, 18S RNAr, região intergênica entre o 5S RNAr e o 18S RNAr para eucariotos. Outros genes conservados, que codificam proteínas essenciais para os microrganismos, são usados complementarmente, e, com as novas técnicas de sequenciamento, o sequenciamento de nova geração, genomas inteiros podem ser obtidos com maior facilidade, permitindo a identificação precisa de um número crescente de microrganismos.

Outras técnicas baseadas em cromatografia e espectrometria (MS) também podem ser usadas para tipificação de microrganismos com base na composição de ácidos graxos e proteínas celulares. Diferentes abordagens da técnica MS, baseada em sistemas de ionização e detecção, vêm sendo desenvolvidas e utilizadas principalmente para fungos e bactérias, a partir da técnica de ionização por adsorção a laser assistida (*Matrix Assisted Laser Desorption Ionization* – *Maldi*), seguida pela detecção em um analisador tipo tempo de voo (*Time of flight* – *TOF*). Alguns vírus são identificados com base em estruturas típicas observadas por microscopia ótica, como os corpos de oclusão de forma poliédrica, porém a maioria requer análises por microscopia eletrônica de partículas purificadas de vírus. Melhor identificação desses agentes infecciosos é obtida com análises moleculares a partir de DNA das partículas virais. Os critérios mínimos de taxonomia e sistemática para cada grupo de microrganismos são estabelecidos por comitês formados por especialistas internacionais.

220

Em que consiste a caracterização patogênica de microrganismos?

Consiste na determinação das seguintes características do microrganismo:

- **Patogenicidade:** visa verificar se um isolado desconhecido é patogênico a uma espécie de planta ou animal ou verificar se um isolado conhecido não perdeu sua capacidade de

infectar e causar doenças em seu hospedeiro. Os isolados devem ser inoculados em seu hospedeiro e incubados sob condições que favoreçam a colonização. No caso de fungo antagonista, são feitos testes para determinar se é um hiperparasita, por exemplo.

- **Virulência:** para os patógenos, diz respeito ao grau dos sintomas ocasionados. Normalmente é medida com o auxílio de escalas diagramáticas específicas. A agressividade diz respeito ao período de tempo que o microrganismo patogênico leva para causar infecção. Virulência e agressividade são respostas do hospedeiro submetido a uma determinada quantidade de inóculo e mostra a capacidade com que o patógeno penetra e supera o sistema de defesa natural do indivíduo. É medida, em geral, pela velocidade com que o patógeno causa a morte do hospedeiro. De forma genérica, o coeficiente angular das curvas de tempo-resposta (inclinação da curva) para diferentes espécies ou isolados, determinado em bioensaios controlados, indica a virulência ou agressividade daquele patógeno.

221

Em que consiste a caracterização bioquímica de microrganismos?

A caracterização bioquímica reside na possibilidade de se observar as atividades metabólicas dos microrganismos. São as chamadas provas bioquímicas, pelas quais se observam as transformações químicas verificadas em determinado substrato. Essas transformações são decorrentes de reações catalisadas por enzimas, utilizando nutrientes obtidos do ambiente que os cercam. Como um determinado microrganismo, ou grupo de microrganismos, possui sistemas enzimáticos específicos, as transformações bioquímicas são específicas e, portanto, constituindo características próprias. Um exemplo é a capacidade de usarem enzimas para degradar hidratos de carbono, lipídeos, proteínas e aminoácidos. Geralmente, a metabolização dessas moléculas gera produtos, cuja detecção pode ajudar na caracterização dos organismos de interesse.

6 Documentação e Informatização de Recursos Genéticos



Ivo Roberto Sias Costa
Patrícia Ianella
Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes
Eduardo Vaz de Mello Cajueiro
Francisco Régis Ferreira Lopes

222 O que é documentação de recursos genéticos?

Toda e qualquer forma organizada de registro, armazenamento, manutenção e sistematização de informações e dados relacionados aos recursos genéticos. A atividade de documentação pode ser realizada por meio de registros manuais, em cadernetas de coleta, cadernos de campo, entre outros, ou por meio do registro eletrônico em sistema informatizado.

223 Qual é a importância da documentação para os recursos genéticos?

A documentação é essencial para gestão e organização das informações acerca dos recursos genéticos. Permite o gerenciamento e o manejo das coleções, de suas informações associadas, do intercâmbio de germoplasma, além de auxiliar a identificação dos provedores quanto aos direitos e obrigações, em caso de repartição de benefícios.

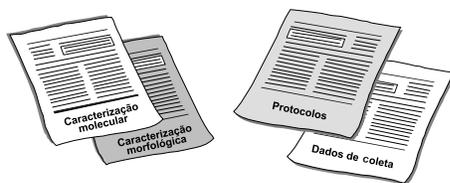
224 Qual é a importância dos sistemas de informação para as atividades relacionadas aos recursos genéticos?

Os sistemas de informação são ferramentas para armazenamento e gerenciamento de grandes quantidades de dados, permitem rápida atualização, rastreabilidade, compartilhamento, consultas, e contribuem para institucionalizar a gestão de informação e sua disponibilização à comunidade científica e a outros usuários.

225 Quais são os tipos de informações associadas aos recursos genéticos?

Há dois tipos de informações associadas aos recursos genéticos: informações para gerenciamento e informações descritivas. As informações para gerenciamento são aquelas produzidas durante aquisição, manejo, monitoramento e distribuição de material

biológico, como qualidade, quantidade, tipo do material, localização, forma de conservação e tratamentos realizados. As informações descritivas (morfológicas, agronômicas, zootécnicas, bioquímicas, moleculares, entre outras) auxiliam na escolha do material para o uso, por exemplo, em programas de melhoramento, conservação e intercâmbio de germoplasma.



226

Quem pode fazer a documentação e a informatização dos dados produzidos com recursos genéticos?

Na prática, qualquer pessoa poderá documentar informações relacionadas a recursos genéticos. Considerando o programa de conservação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o curador de banco ativo de germoplasma, núcleo de conservação e coleção biológica é o responsável por coletar, organizar, registrar, validar e disponibilizar dados e informações sobre as atividades com recursos genéticos.

227

Como a documentação e a informatização de recursos genéticos auxiliam os curadores na gestão dos acervos sob sua responsabilidade?

Os curadores usam essas informações para realizar ações relacionadas à organização do banco, como estabelecer prioridades, planejar atividades (coleta, introdução, regeneração e multiplicação de materiais), gerenciar recursos humanos e financeiros, bem como dimensionar a infraestrutura.

228

Como a documentação e a informatização podem favorecer a utilização dos recursos genéticos?

A documentação e a informatização dos dados associados aos recursos genéticos permitem a unificação, uniformização e

intercâmbio dessas informações. Permitem, ainda, o acesso ágil, padronizado, de forma a auxiliar à tomada de decisão por parte do usuário. O uso e a agregação de valor aos recursos genéticos pressupõem conhecer a variabilidade do que se tem conservado e dispor dessa informação catalogada e documentada com qualidade e organização.

229 Por que a Embrapa tem um sistema próprio de informação?

A Embrapa investiu no desenvolvimento de um sistema próprio de dados e informações para garantir a unificação, a uniformização, a disponibilização e o intercâmbio de informações acerca dos recursos genéticos. Esse sistema está subdividido em Alelo Animal, o sistema para os recursos genéticos animal resultante da parceria entre Brasil, Estados Unidos e Canadá, por meio de suas agências de pesquisa agropecuária – Embrapa, Agricultural Research Service (ARS) e Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), respectivamente; o Alelo Micro para tratar de dados e informações geradas nas atividades com os recursos genéticos microbianos; e o Alelo Vegetal para as atividades executadas com as plantas.

230 O que é o Portal Alelo?



É uma plataforma de serviços e gestão de dados e informações gerados nas atividades com recursos genéticos¹¹. Essa plataforma reúne informações gerais sobre recursos genéticos, programas de conservação, legislação associada e sistemas de documentação de recursos genéticos animais, microbianos e vegetais.

¹¹ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/alelo>>.

231 Como acessar os sistemas de informação do Portal Alelo?

De forma geral, os sistemas informatizados permitem diferentes níveis de acesso para garantir segurança das informações.

Alelo Animal: qualquer interessado pode acessar as páginas públicas do sistema e consultar dados, como o tipo de material genético armazenado (sêmen, embriões, DNA), visão geral da coleção, número de acessos e quantidade de material disponível. Para os usuários cadastrados, existe acesso hierarquizado de administradores e de curadores, com restrições próprias para cada um deles. O acesso de curador permite somente a inserção, edição e completa visualização dos dados referentes à espécie/raça que o curador é responsável.

Alelo Micro e Alelo Vegetal: qualquer interessado pode acessar as páginas públicas dos sistemas e consultar dados de passaporte, acessos por instituição, acessos por taxonomia, busca de acessos, ensaios por banco, grupo de descritores, imagens por banco, alguns gráficos, mapas, etc. Estão disponíveis instruções para o intercâmbio de materiais genéticos.

232 Quem pode acessar as informações registradas nos sistemas do Portal Alelo?

Os sistemas possuem acesso hierarquizado (administrador, curador, demais usuários) para garantia da segurança das informações. Algumas informações relativas às caracterizações gerais do inventário são públicas, e, por isso, qualquer pessoa que acesse o sistema via páginas públicas pode acessá-las. Curadores responsáveis pela inserção de dados podem incluir informações sensíveis no sistema com a segurança de que serão divulgadas somente quando o responsável permitir.

233 Outros países possuem sistemas de informações de recursos genéticos próprios?

Vários países possuem sistemas de informação de recursos genéticos como iniciativas locais, regionais e internacionais. Podem-se

citar o Animal Grin/Alelo Animal (sistema de recursos genéticos americano, brasileiro e canadense), o National Inventory on Plant Genetic Resources (PGRDEU), Alemanha; European Farm Animal Biodiversity Information System (Efabis); Animal Genetic Resources from India Information System (AGRI-IS); African Animal Genetic Resources Information System (Aagris); Plant Genetic Resources Documentation in the Czech Republic (Evigez); Germplasm Resource Information Network (GRIN-Global); Global Crop Diversity Trust; Bioversity International; e United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service (Usda-ARS), EUA.

234

Existem iniciativas globais para unificação das bases de dados dos diferentes sistemas de recursos genéticos?



Sim. Como exemplos, podemos citar os sistemas de informação da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO): Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS), para espécies animais; e World Information and Early Warning System for PGRFA (WIEWS), para espécies vegetais. Outro exemplo de iniciativa global na área vegetal é o sistema Global Gateway to Genetic Resources (Genesys).

235

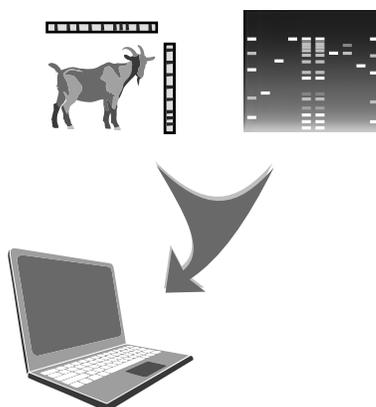
Quais são as informações básicas a serem registradas no momento da coleta de germoplasma?

No momento da coleta de germoplasma, de acordo com o material coletado (animal, vegetal ou microrganismo), devem ser registradas todas as informações possíveis. Como exemplo,

informações taxonômicas (identificação de família, gênero e/ou espécie, raça, linhagem, nome comum), dados sobre a coleta (data da coleta, coletor), localização (país/região/estado/coordenadas geográficas); botânicas (hábito de crescimento, cor da flor e fruto); zootécnicas (peso ao nascer, peso a desmama, circunferência escrotal); e ecológicas (ambiente em que foi coletado, substrato, topologia, entre outros).

236 Quais são as informações que devem ser registradas sobre animais?

Devem ser registradas informações tanto gerenciais quanto descritivas, como identificação taxonômica, sexo, data de nascimento, local de nascimento, proprietário do animal, identificações (código do registro em associações, brinco, tatuagem, microchip, código recebido pela instituição proprietária, etc.), e informações provenientes da caracterização dos acessos (descritores fenotípicos, moleculares, genotípicos e de ambiente). O sistema Alelo Animal permite também incorporar fotos, pedigree e dados genômicos.



237 Quais são as informações que devem ser registradas sobre os microrganismos?

Devem ser registradas informações tanto gerenciais quanto descritivas, como por nome do microrganismo, código da linhagem, código da coleção original, identificação de quem fez o isolamento, data do isolamento, identificação taxonômica, restrições, condições de crescimento, dados de isolamento (data, nome e localidade), dados taxonômicos (características morfológicas e fisiológicas), e

informações obtidas durante a caracterização dos acessos. O sistema de informação Alelo Micro permite incorporar outras informações, como fotografias, dados genômicos ou outras propriedades específicas de interesse.

238

Quais são as informações que devem ser registradas sobre vegetais?

Devem ser registradas informações tanto gerenciais quanto descritivas, como nome e número do coletor, informações taxonômicas, botânicas, data da coleta, ambiente onde o espécime foi coletado, detalhes do local da coleta, entre outras observações que sejam necessárias sobre a coleta, e informações obtidas da caracterização do material. Para o registro do acesso em banco ou coleção de germoplasma no sistema Alelo Vegetal, são necessários no mínimo a taxonomia, a forma de obtenção do acesso, data de entrada e código local da coleção. A partir do registro, o acesso recebe um número único de identificação (código BRA) que possibilita vincular informações de geolocalização, coleta, detalhes de processos de melhoramento, tipos de uso e denominações do acesso, entre outros, assim agrupados como dados de passaporte. O sistema Alelo Vegetal ainda permite agregar valores de caracterização e avaliação (descritores morfológicos, agrônômicos, moleculares), dados de manejo e indicadores de conservação (sementes in vitro, plantas no campo, etc.), como poder germinativo, peso, quantidade. Além disso, permite documentar o acesso por meio de arquivos descritivos e imagens.

239

O que são dados de passaporte?

São informações associadas à identificação do recurso genético no banco de



germoplasma ou na coleção. Esses dados se referem à identificação de gênero e/ou espécie, às denominações, às siglas, ao tipo de material (raça, espécie silvestre, híbrido, linhagem ou clone), à data e ao local de coleta ou obtenção do material, à data de entrada do acesso no banco de germoplasma ou na coleção. É possível que os dados de passaporte incluam mais informações, o que é denominado de dados de passaporte expandidos. Nesse caso, podem ser incluídas informações sobre a forma de conservação, se o acesso é conservado por sementes, plantas no campo, in vitro, criopreservação (no caso de vegetais), forma de uso, informações complementares referentes a restrições fitossanitárias e de intercâmbio, informações sobre a inclusão do acesso nas coleções base ou nuclear, se já foi realizada a caracterização ou avaliação do acesso. Observações e informações adicionais sobre a coleta, tais como nome do produtor que forneceu a amostra (provedor), nome da propriedade onde foi feita a coleta, podem ser incluídas.

240

Qual é a importância de registrar códigos de identificação utilizados em outras instituições?

Muitos acessos são mantidos em instituições distintas que possuem formas próprias de codificação do material. No caso de plantas, por exemplo, os bancos de germoplasma da Embrapa têm o código BRA seguido de série numérica como identificador único para cada acesso. O banco de dados do United States Department of Agriculture (Usda), nos Estados Unidos, usa a sigla PI, abreviatura de Plant Inventory, seguida de seis dígitos para identificar um acesso. É importante que sistemas de informação em recursos genéticos permitam registrar a codificação atribuída por outras instituições. Dessa forma, é possível que as informações de caracterização e avaliação sejam resgatadas, e, assim, agregam valor e conhecimento acerca do acervo conservado. Havendo necessidade de repatriação, intercâmbio ou trânsito interno, o registro desses códigos evita a duplicação dos acessos.

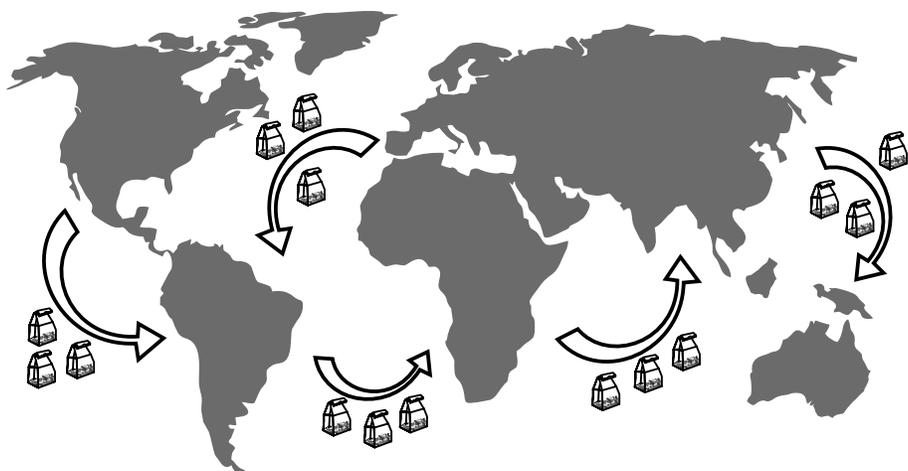
241 O que são descritores de caracterização?

São características que agregam valor aos recursos genéticos conservados. Por exemplo, caracteres morfológicos tais como cor e tipo de grão, arquitetura de plantas, formato da folha, cor da flor e até mesmo alguns caracteres quantitativos, como número de dias para florescimento (precocidade), podem ser usados como descritores para muitas espécies. O Bioversity International disponibilizou a lista de espécies para as quais já foram estabelecidos descritores.

242 O que são descritores de avaliação?

São características de interesse agrônomo observadas nas plantas e que respondem as condições do ambiente onde são cultivadas. Essas características estão normalmente associadas aos componentes do rendimento, a fatores bióticos e abióticos. São descritores de avaliação, teor de matéria seca, índice de colheita, produção, produtividade, tolerância ou não ao déficit hídrico, níveis de resistência a doenças, entre outros.

7 Intercâmbio e Quarentena de Recursos Genéticos



*Francisco Ricardo Ferreira
Norton Polo Benito
Marcelo Lopes da Silva
Maria do Socorro Maués Albuquerque
Abi Soares dos Anjos Marques*

243

O que se entende por intercâmbio de germoplasma vegetal e qual é a sua importância?

Intercâmbio de germoplasma vegetal é a troca de material genético na forma de propágulos de plantas (sementes, mudas, estacas, etc.) entre instituições nacionais e internacionais. O processo de intercâmbio é de grande importância para a agricultura, pois o germoplasma enviado e/ou recebido é a matéria-prima para se obter novas cultivares mais eficientes e mais eficazes para os sistemas produtivos.

244

Como é feito o intercâmbio de germoplasma vegetal?



O intercâmbio de germoplasma vegetal é disciplinado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por meio do Departamento de Sanidade Vegetal (DSV). Esse departamento é responsável tanto pela permissão de importação como pela prescrição de quarentena. Na solicitação da importação, o interessado deve dizer o que será feito com o

material vegetal, onde será feito, quais cuidados serão tomados e para qual estação quarentenária o material será encaminhado para passar por análises fitossanitárias. O material importado passa por um processo quarentenário que se baseia em uma série de análises fitossanitárias, e, após essas análises, é emitido o laudo final pela estação quarentenária, o qual é encaminhado ao Mapa para a liberação da quarentena.

245

Como é feita a importação de produtos de origem animal no Brasil?

A importação de produtos de origem animal é fiscalizada e controlada pelo Mapa de forma a salvaguardar a saúde animal, a saúde pública e o desenvolvimento socioeconômico nacional. O desembarque de qualquer produto de origem animal no Brasil depende de prévia autorização do Mapa, por intermédio do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa) da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). O Vigiagro é responsável pela verificação das restrições sanitárias do país de origem para ingresso de produtos de origem animal no Brasil, e o Dipoa pela habilitação do estabelecimento exportador, assim como registro da sua rotulagem.

246

Mesmo que o germoplasma vegetal não seja vendido e/ou comprado, é possível mensurar o seu valor socioeconômico atual e potencial?

O germoplasma básico, mantido nos bancos genéticos, não é comercializado. Os materiais são doados de uma instituição para outra na base de troca. Porém, material com valor agregado, no qual já existe algum *input* de melhoramento genético, pode ser comercializado. De qualquer forma, seja material básico ou melhorado, o valor socioeconômico é incomensurável, tanto para os programas atuais de melhoramento como para uso futuro de médio e longo prazo.

247

Quais são as mudanças básicas que ocorreram no intercâmbio de germoplasma após a Convenção da Diversidade Biológica (CDB)?

Antes da CDB, o germoplasma era considerado um bem da humanidade, ou



seja, não tinha dono; independentemente de onde ele ocorresse, qualquer um poderia utilizá-lo, sem restrição. Com o estabelecimento da CDB, em 1992, o germoplasma passou a ser propriedade do país onde ele ocorre, e, como tal, a partir dessa premissa, o intercâmbio de germoplasma passou a ser praticado com restrição, como foi o caso do intercâmbio bilateral praticado entre o Brasil e a China, em que todo material intercambiado (espécies e acessos) foi previamente discutido e negociado entre os dois países.

248 Por que a agricultura brasileira é tão dependente de germoplasma exótico?

Embora tenhamos uma ampla diversidade genética de espécies nativas no Brasil, a agricultura brasileira é altamente dependente de germoplasma exótico porque a maioria dos produtos importantes para a nossa alimentação, assim como para a nossa economia, não são nativos no Brasil.

249 Por que o Brasil necessita exportar germoplasma vegetal?

O intercâmbio de germoplasma é, via de regra, praticado com base na reciprocidade, ou seja, não é comercializado e sim trocado entre diferentes países. Portanto, para que sejamos receptores de germoplasma exótico, temos que ser fornecedores de material nativo e/ou germoplasma exótico estocado no País. Essa política de retribuição é muito importante para manter um bom sistema de intercâmbio de germoplasma com os diferentes países do mundo e, de certa forma, contribuir para segurança alimentar mundial.

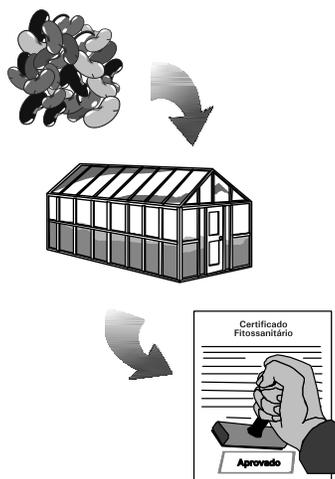
250 Quanto germoplasma vegetal foi importado e exportado pela Embrapa nessas últimas quatro décadas?

O Brasil pratica o intercâmbio de germoplasma há muito tempo, por meio de instituições centenárias, como o Instituto

Agrônomo de Campinas (IAC), a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), entre outras. A partir de 1976, porém, a Embrapa iniciou um amplo e bem estruturado sistema de intercâmbio, aliado a um programa de conservação e uso de germoplasma em nível nacional, abrangendo a maioria das espécies agrícolas. Nessas quatro décadas, a Embrapa movimentou cerca de 680 mil acessos, sendo que a grande maioria, aproximadamente 75%, ou seja, 510 mil acessos, refere-se à importação.

251 O que é quarentena vegetal?

A quarentena vegetal é uma forma de evitar a entrada de novas pragas agrícolas, quarentenárias ou exóticas, nos países ou nas regiões onde ela ainda não foi relatada. O material vegetal é recebido e confinado em laboratórios e casas de vegetação, bem como é submetido a várias análises e/ou tratamentos para verificar se o material está livre dessas pragas quarentenárias ou exóticas. As análises laboratoriais em busca de pragas são feitas diretamente no material vegetal recebido (sementes, estacas, mudas, etc.) assim como no material plantado e cultivado nas casas de vegetação (chamadas de quarentenários) a partir do material recebido. O prazo para realização de todas essas etapas e liberação ou não do material leva de quatro a 12 meses, ou às vezes até mais.



252 O que é uma estação quarentenária?

Estação quarentenária é a instalação com estrutura e procedimentos capazes de manter o material vegetal para o qual é necessário autorização de importação definida por lei (artigo regulamentado),

com a finalidade de detectar, conter e identificar todas as categorias de pragas a ele associadas.

253

Qual é a autoridade que regulamenta o funcionamento de uma estação quarentenária vegetal?

A Organização Nacional para Proteção de Plantas (ONPF) é o órgão governamental que organiza, regulamenta e fiscaliza o sistema de defesa fitossanitária do País. No Brasil, essa organização é representada pelo DSV, da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), do Mapa. Existem, basicamente, duas instruções normativas (IN) emitidas pelo Mapa que regulamentam o intercâmbio no País: IN nº 29, de 24 de agosto de 2016 (Brasil, 2016a), que dispõe as regras para o credenciamento e o funcionamento de uma estação quarentenária vegetal; e IN nº 52, de 1º de dezembro de 2016 (Brasil, 2016b), que define quem pode realizar a introdução de materiais vegetais para a pesquisa e experimentação no País e quais os procedimentos que devem ser seguidos para se obter a autorização de importação de material vegetal.

254

Quantas e quais são as estações quarentenárias vegetais no Brasil, credenciadas pelo Mapa?

O Brasil conta com duas estações quarentenárias (EQ) vinculadas ao serviço público: a EQ do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a EQ da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O País conta ainda com EQs ligadas a empresas do setor privado. Deve-se salientar que todas necessitam ser credenciadas pela IN nº 29, de 24 de agosto de 2016 (Brasil, 2016a), que estabelece a norma técnica para estrutura, credenciamento e operação de EQ.

255

Onde é feita a quarentena de animais no Brasil?

A quarentena de animais é feita na estação quarentenária de Cananea (EQC), que é o único estabelecimento regulamentado

pelo Mapa para o intercâmbio de animais e a emissão de certificado. A quarentena utiliza técnicas e procedimentos recomendados pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). A estação quarentenária está localizada no município do mesmo nome, ao sul do estado de São Paulo, na região denominada de Vale do Ribeira, distante cerca de 70 km de Registro (município mais desenvolvido da região), 261 km da capital paulista e 246 km de Curitiba, PR. É a ilha mais meridional do estado de São Paulo, e está circundada pelo litoral paulista e por mais duas ilhas: a Ilha do Cardoso e a Ilha Comprida.

256 Como é feita a quarentena de animais no Brasil?

Para animais provenientes de países que declaram oficialmente na Organização Internacional de Epizootias (OIE) a presença em seu território de peste equina africana e/ou febre do Vale do Rift, no certificado zoonitário internacional deverão constar, também, as seguintes informações: que, no lugar de origem e num raio de 50 km deste, não foram registrados casos das doenças citadas acima nos últimos 3 anos; que os animais não estiveram, durante esse período, em regiões afetadas por essas doenças. Para esses animais não se realiza a quarentena. Quando há suspeita de animais com doenças infectocontagiosas, zoonóticas ou de alto risco, são tomadas providências que asseguram seus isolamentos e correspondentes medidas sanitárias.

257 A quem a estação quarentenária de Cananeia (EQC) está subordinada?

A EQC está subordinada ao Departamento de Saúde Animal (DSA) que é assessorado pelo Grupo Técnico de Quarentena Animal (GTQA), estabelecido pelo Mapa, para discutir, propor normas, recomendações sobre procedimentos, biosseguridade, provas diagnósticas, duração mínima da quarentena e outras questões relacionadas à quarentena animal.

258

Que material vegetal está regulamentado para ser importado para fins de pesquisa e experimentação?



O material vegetal considerado artigo regulamentado pode ser uma planta inteira ou sua parte ou mesmo um produto vegetal que possa abrigar pragas. Esse material inclui sementes, mudas, pólen, plantas inteiras, estacas, gemas, bulbos, toletes, tubérculos, rizomas, plântulas in vitro, fruto ou quaisquer partes de planta. Assim,

toda a planta ou sua parte estará submetida a procedimento de quarentena em estação quarentenária credenciada pelo Mapa.

259

Qual é a diferença entre a importação de material vegetal para pesquisa e a importação para experimentação?

O material vegetal importado para pesquisa científica será usado para gerar dados e informações para estudos científicos, enquanto o material vegetal importado para experimentação será usado para gerar dados e informações técnicas visando ao aperfeiçoamento ou à melhoria de processo e produto, que nesse caso, inclui melhoramento genético. Portanto, a importação de material genético visando ao enriquecimento de bancos de germoplasma vegetal para posteriores estudos de adaptação climática e resistência às pragas seria uma pesquisa quando ainda não se está visando à obtenção de uma cultivar comercial. No caso de uma experimentação, a importação ocorre em maior volume de material vegetal, com a finalidade de testes de campo para avaliação de adaptação ou desempenho de uma variedade ou cultivar, já com finalidade de desenvolver a cultivar comercial.

260

Quem pode solicitar uma importação para pesquisa e experimentação?

A pessoa interessada em importar material vegetal para pesquisa e experimentação deverá estar vinculada a uma instituição ou empresa, com atuação comprovada em atividades que envolvam pesquisa científica e experimentação.

261

Todo o material vegetal importado para pesquisa e experimentação deve ser submetido a procedimentos de quarentena em uma estação quarentenária?

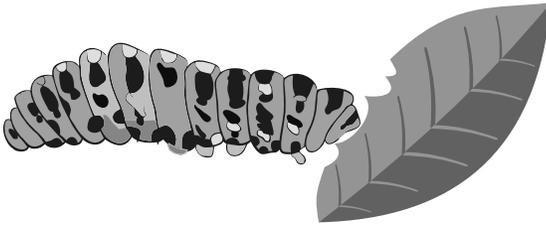
Será possível a dispensa dos procedimentos de quarentena para vegetal ou parte de vegetal em que a finalidade do trabalho envolva manipulação confinada a laboratório e o uso pretendido não envolver liberação no meio ambiente. É preciso assegurar que o material tenha o destino de destruição, após procedimento de inativação de pragas no descarte. Para esses casos de dispensa, deverá ser feita uma justificativa técnica ao DSV do Mapa. Nos demais casos, todo o material importado deverá ser submetido aos procedimentos de quarentena.

262

Qual é a condição para liberação do material vegetal de uma estação quarentenária?

O material vegetal só será liberado da quarentena pelo setor de sanidade vegetal da Superintendência Federal de Agricultura (SFA) do Mapa, da unidade federativa da localização da estação quarentenária. A liberação será baseada no laudo emitido pelo responsável técnico da estação quarentenária que conste o resultado negativo para praga quarentenária e praga sem registro de ocorrência no Brasil, ou atender aos limites de tolerância de pragas estabelecidos em normas específicas.

263 O que é uma praga quarentenária?



O termo praga submete-se a uma definição emitida pela Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais - CIPV (Glossário..., 2009)

e adotada internacionalmente, sendo “qualquer espécie, raça ou biótipo de vegetais, animais ou agentes patogênicos, nocivos para os vegetais ou produtos vegetais (insetos, ácaros, bactérias, fungos, nematoides, fitoplasmas, vírus, viroides e plantas invasoras)”. Uma praga é considerada quarentenária quando apresenta importância econômica potencial para determinada área em perigo, ou seja, área onde essa praga ainda não está presente, ou não se encontre amplamente distribuída (nesse último caso, estando sob controle oficial).

264 Por que o Brasil deve ter uma lista de pragas quarentenárias e qual é o impacto dessa lista para a importação de material vegetal para a provisão de recursos genéticos vegetais?

A existência de uma lista de pragas quarentenárias do Brasil facilita o comércio internacional de produtos vegetais, pois são listadas pragas ausentes ou sob controle oficial, o que constitui a informação oficial de quais pragas não sejam veiculadas nas exportações brasileiras ou pragas que o Brasil não permitiria estarem presentes nos produtos importados.

Para a importação de material vegetal com finalidade de provisão de recursos genéticos, a lista pode orientar as análises fitossanitárias realizadas nas estações quarentenárias. Dessa maneira, há segurança de que o material importado para enriquecer bancos de germoplasma ou mesmo para desenvolver novas variedades não seja veículo de disseminação de novas pragas no Brasil.

265

Uma praga que tem o rótulo de quarentenária apresenta a mesma rotulagem em todos os lugares? A rotulagem é permanente para essa praga?

Não, para ambas as perguntas. O fato de uma determinada praga ser considerada quarentenária é uma situação relativa. Uma praga é considerada quarentenária para determinado país ou região, em determinado tempo. Se ocorrer a introdução dessa praga em área onde não ocorria antes, ela deixa de ser quarentenária para aquele país ou região, mesmo que seja muito importante para a sanidade da cadeia produtiva afetada. Há um processo denominado categorização de praga, que é usado para determinar se uma praga tem ou não as características de uma praga quarentenária ou de uma praga não quarentenária regulamentada.

266

Quais análises são feitas em um laboratório de quarentena vegetal?

Como uma praga é qualquer organismo que seja nocivo e possa causar danos a uma planta cultivada e seus produtos, as análises realizadas são específicas para cada grupo de pragas, organizadas em sete laboratórios (ácaros, insetos, plantas infestantes, fungos, nematoides, bactérias, vírus). Ou seja, são feitos exames com a ajuda de lupas buscando organismos maiores como insetos, ácaros e sementes de plantas infestantes. Nas plantas cultivadas em quarentenários, é realizada uma busca de sintomas de possíveis pragas que só aparecem no decorrer do crescimento/desenvolvimento da planta. Métodos de diagnóstico que utilizam meios de cultura, sorologia e análise molecular (DNA) podem também ser utilizados para a interceptação e a identificação das pragas.

267

Como selecionar os métodos diagnósticos em uma análise fitossanitária?

Os métodos são escolhidos em razão da sua especificidade, sensibilidade, rapidez e facilidade de aplicação para determinado

laboratório credenciado no qual é realizada a análise fitossanitária. É importante que sejam conhecidas as limitações dos métodos, como a possibilidade de gerar falsos-positivos ou negativos. É necessário que sejam métodos reconhecidos e recomendados internacionalmente, que tenham sido submetidos a ensaios de validação e cujos resultados sejam rastreáveis.

268

O que acontece com o material vegetal quando se verifica estar contaminado por uma praga quarentenária?

Para todo material vegetal analisado em uma estação quarentenária, é emitido um laudo fitossanitário em que constam as informações sobre as pragas encontradas, se são quarentenárias ausentes ou presentes e quais métodos foram utilizados na detecção e identificação dessas pragas. Esse laudo fitossanitário é enviado para a Superintendência Federal de Agricultura do Distrito Federal (SFA) ligada ao Mapa que determina, baseado no laudo fitossanitário, a destruição ou liberação do material vegetal. Pela legislação atual, qualquer material vegetal em quarentena, que apresente uma praga quarentenária, será destruído, não podendo ser internalizado no País. Quando são encontradas pragas presentes no País ou território, o material é tratado e, então, liberado.

269

Posso trazer na minha bagagem pequenas quantidades de sementes de outros países que visito?

Não. Para trazer qualquer material vegetal e suas partes, sejam sementes, frutos, madeira, estacas, mudas, ou qualquer parte vegetal que possa ser ou não ser cultivada, é necessário ter uma autorização para introduzir esse material no País, e ele deve vir acompanhado de um certificado fitossanitário. Mesmo que a pessoa portadora do material vegetal não vá utilizá-lo para cultivo ou liberá-lo no meio ambiente, ainda assim existe o risco de uma ação não intencional introduzir uma nova praga no País. Caso a pessoa se esqueça dessa

regra, assim que entrar no País, seja por aeroporto, porto ou por fronteira seca (de carro), ela deve procurar um auditor fiscal agropecuário e apresentar o material vegetal que está transportando ou transportou para saber se existe algum risco associado àquele material vegetal.

270

Quarentena vegetal, sanidade vegetal e defesa vegetal são a mesma coisa?

Não. Quarentena vegetal é o conjunto de atividades destinadas a prevenir a introdução e/ou disseminação de pragas quarentenárias ou a assegurar seu controle oficial. A sanidade vegetal comporta todas as ações e normativas direcionadas a preservar os cultivos importantes para a agricultura nacional em bom estado fitossanitário. Por sua vez, defesa vegetal é a totalidade de diretivas visando à proteção dos vegetais, incluindo-se nesse conceito a quarentena vegetal e estendendo-se às exigências fitossanitárias e regulamentações internacionais, assim como à análise de risco de pragas no comércio internacional.

271

Por que é importante para o Brasil ter um sistema de vigilância fitossanitária?

Dada a importância da agricultura para o País, um sistema de vigilância fitossanitária, do qual as estações quarentenárias vegetais fazem parte, é necessário para garantir a segurança alimentar e econômica. O sistema de vigilância deve trabalhar para evitar a introdução de novas pragas que poderiam causar danos às lavouras e gerar restrições de exportação dos nossos produtos. E, quando uma nova praga é introduzida, o sistema de vigilância deve responder rápido para diminuir o impacto que ela pode ter no campo. É importante lembrar que um sistema de vigilância robusto e eficiente se faz com a participação dos agricultores e de toda a sociedade.

272

As mudanças climáticas podem aumentar ou reduzir a possibilidade de introdução e dispersão de pragas?

O Brasil tem a maior parte do seu território na zona tropical, e a região Sul do País na zona subtropical. Dessa forma, as temperaturas médias anuais em torno de 25 °C são favoráveis para a maior parte das pragas que encontra condições para se estabelecer e provocar danos às lavouras. Os efeitos das mudanças climáticas, como chuvas mais intensas ou secas prolongadas, podem criar períodos com condições muito favoráveis às pragas e desfavoráveis às lavouras, aumentando, assim, os custos para o controle e a contenção das pragas. Essa situação não fica restrita somente para as pragas quarentenárias, mas sim para qualquer praga presente no País. Eventos climáticos extremos podem também afetar o ciclo de reprodução das pragas.

273

Por quais meios uma praga importante para agricultura pode chegar ao Brasil?

Os meios de dispersão de pragas são conhecidos por vias de ingresso e referem-se a quaisquer meios que permitam sua entrada ou disseminação. As pragas podem se dispersar ativa ou passivamente, ou seja, por seus próprios meios (insetos que voam) ou infestando/infectando partes de plantas para plantio, consumo, ornamento e até mesmo embalagens. Também podem se dispersar pelo vento, pela água; aderidas a vestimentas humanas, calçados ou externamente a veículos. Além disso, a atividade humana ligada à agricultura, regida pela curiosidade e pela necessidade de aumento na produtividade, incentiva a movimentação de plantas de forma legal ou não. O risco da introdução de organismos nocivos no País por quaisquer dos meios mencionados é muito grande, e o atendimento às leis para o movimento seguro de vegetais é indispensável.

O Brasil precisa se preocupar em não enviar a outros países pragas que só existem aqui?

Sim. O movimento seguro de vegetais ao redor do mundo é compromisso de todas as partes envolvidas. Conforme a CIPV, coordenada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), os países signatários têm o direito de inspecionar os envios recebidos de outros países e devolvê-los em caso de contaminação, como tem o dever de fazer acompanhar seus envios de um certificado fitossanitário (CF), atestando a sanidade do material vegetal em questão. Por vezes, uma declaração adicional é requerida por um país importador, para ser incluída no CF, atestando a ausência de certas pragas regulamentadas. A atitude de enviar a outros países materiais vegetais livres de pragas representa o respeito ao bem-estar da comunidade internacional, à sustentabilidade das cadeias produtivas e à proteção do meio ambiente, cuja repercussão atinge a todos.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 29, de 24 de agosto de 2016**. Brasília, DF, 2016a. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2016/08/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-No-29-DE-24-DE-AGOSTO-DE-2016.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 52, de 1º de dezembro de 2016**. Brasília, DF, 2016b. Disponível em: <http://www.lex.com.br/legis_27247747_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_52_DE_1_DE_DEZEMBRO_DE_2016.aspx>. Acesso em: 4 out. 2018.

GLOSSÁRIO de Termos Fitossanitários. Roma, 2009. 27 p. (NIMF, 5). Disponível em: <<https://www.ippc.int/en/publications/glossary-phytosanitary-terms/>>. Acesso em: 23 maio 2018.

8

Legislação Relacionada a Recursos Genéticos



Fernanda Alvares da Silva

Francys Mara Ferreira Vilella

Jerri Edson Zilli

Juliano Gomes Pádua

Luciana Harumi Morimoto Figueiredo

Maria Isabela Lourenço Barbirato

Simone Nunes Ferreira

275

Como proceder para realizar atividades de coleta de material botânico, fúngico ou microbiológico?



Para a coleta desses materiais, a necessidade de autorização dependerá da área onde se dará a coleta. Se a coleta não for realizada em unidade de conservação federal ou não envolver coleta de espécie que se encontra em lista de espécies ameaçadas, o pesquisador não necessitará de autorização específica, mas poderá solicitar o comprovante do registro voluntário de coleta por meio do Sistema de Autorização e

Informação em Biodiversidade (Sisbio). Se a coleta for realizada em unidade de conservação federal, independentemente da espécie a ser coletada, o pesquisador necessitará de autorização do Sisbio. No caso da coleta ocorrer em unidade de conservação estadual ou municipal, o pesquisador deverá entrar em contato com o órgão local responsável por essa atribuição.

276

Como proceder para coleta de fauna em território nacional, plataforma continental ou zona econômica exclusiva?

Independentemente do local de coleta, seja unidade de conservação ou área privada, é necessária autorização de coleta. Por meio da Instrução Normativa nº 3, de 1º de setembro de 2014, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2014), a captura, marcação de animais silvestres in situ, transporte de material biológico e manutenção temporária de espécimes de fauna silvestre em cativeiro, para fins científicos ou didáticos, devem ser solicitados por meio do Sisbio ou por meio de licença permanente para a coleta de material zoológico.

277

É permitida a participação de pesquisador estrangeiro em atividades de coleta em território nacional, plataforma continental ou zona econômica exclusiva?

Sim, é permitida a participação de pesquisador estrangeiro nessas atividades, desde que tenha autorização do órgão responsável pela política nacional científica e tecnológica.

278

O que deve ser obtido além da autorização ou da licença de coleta para fauna para fins de pesquisa?

A criação e a utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa científica dependem da prévia autorização da comissão de ética na utilização de animais (Ceua) da instituição. Qualquer instituição legalmente estabelecida em território nacional que crie ou utilize animais para ensino e pesquisa deve requerer credenciamento no Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea), para uso de animais, desde que, previamente, crie a Ceua.

279

É obrigatória a apresentação do comprovante de aprovação da pesquisa pela Ceua para concessão da autorização ou licença de coleta?

Em alguns casos poderá ser solicitada ao pesquisador a apresentação do parecer do comitê de ética no uso de animais da instituição a qual está vinculado o projeto, quando se julgar necessário para a análise da solicitação de autorização ou licença permanente.

280

Quais espécies são consideradas patrimônio genético nacional pela Lei da Biodiversidade?

Como regra, toda espécie da fauna e flora nativas do Brasil é considerada patrimônio genético, bem como os microrganismos

isolados do território nacional, do mar territorial, da zona econômica exclusiva ou da plataforma continental. Além desses, ainda são consideradas patrimônio genético as populações espontâneas de espécies exóticas que tenham adquirido alguma característica útil no território nacional e as variedades desenvolvidas por populações indígenas, comunidades tradicionais ou agricultores tradicionais que não sejam semelhantes às variedades comerciais (Brasil, 2016).

281

Qual é o conceito de conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético?



Conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético (CTA) é definido como informação ou prática de população indígena, comunidade tradicional ou agricultor tradicional, a respeito das propriedades e dos usos diretos ou indiretos, associada ao patrimônio genético (Brasil, 2015). Pode ser de origem identificável ou não identificável. A origem é considerada identificável quando o conhecimento pode ser relacionado a qualquer população indígena, comunidade tradicional ou agricultor tradicional que o crie, desenvolva, detenha ou conserve. A origem não será identificável quando não houver a possibilidade de vincular sua origem a qualquer dos grupos acima descritos (Brasil, 2016).

282

Populações indígenas e comunidades tradicionais podem acessar o patrimônio genético de instituições nacionais?

A Lei de Acesso à Biodiversidade (Brasil, 2015) estabelece as diretrizes para que o patrimônio genético mantido em coleções

ex situ, em instituições nacionais geridas com recursos públicos, e as informações a ele associadas, sejam acessadas pelas populações indígenas, pelas comunidades tradicionais e pelos agricultores tradicionais.

283

A nova Lei da Biodiversidade estabelece o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado para que fins? Como efetuar o cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen)?

Para fins de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e pesquisa em conjunto com desenvolvimento tecnológico. O cadastro das atividades no SisGen pode ser solicitado em conjunto ou por etapas, a critério do solicitante. A escolha das atividades, projetos ou linhas de pesquisa depende do melhor formato que o solicitante entender que se adeque ao seu caso.



284

Qual é a diferença entre remessa e envio de material ao exterior?

Envio e remessa serão sempre com movimentação de material ao exterior, uma vez que a lei não trata de remessa interna. O envio faz parte da atividade de pesquisa, cujo acesso é realizado no Brasil mediante responsabilidade do da instituição remetente. Nesse caso, a instituição colaboradora no exterior não fica com amostra do componente do patrimônio genético. Deve devolvê-la ou destruí-la. A remessa deve ser previamente cadastrada, já que o acesso ao componente do patrimônio genético ocorrerá no exterior, sendo a responsabilidade, nesse caso, da destinatária.

285

O que é necessário para finalizar o pedido de depósito de patente a partir de vários isolados de microrganismos coletados em território nacional?

A instituição de vínculo do pesquisador deve estar habilitada no SisGen. Preencher o formulário do SisGen a que se refere a atividade que gerou o pedido de invenção e obter o cadastro e/ou autorização, conforme o caso. O número do cadastro e/ou autorização deve ser fornecido ao órgão competente no momento do depósito do pedido de patente.

286

Quais são as autorizações ou licenças necessárias para enviar amostras de DNA de patrimônio genético nacional para prestação de serviços no exterior?

Como a atividade se enquadra como acesso ao patrimônio genético, é necessário seguir os seguintes passos: verificar se já possui autorização de coleta do Sisbio; providenciar o cadastro da atividade de acesso e de envio no SisGen; providenciar a solicitação de licença de exportação via Cadastro Técnico Federal (CTF); verificar as exigências para entrada do material no país destinatário. No caso de material vegetal, verificar se já possui autorização de coleta do Sisbio nos casos de coleta em unidade de conservação ou se consta da lista de espécies da flora ameaçadas de extinção; e providenciar a solicitação de licença de exportação via CTF quando se tratar de espécies ameaçadas de extinção.

287

É necessário realizar o cadastro do envio do patrimônio genético para prestação de serviços no exterior antes do cadastro do acesso?

Não. O cadastro de acesso deverá ser realizado antes ou no mesmo momento do cadastro de envio. É possível enviar o material e fazer o cadastro de envio no prazo de 1 ano. Caso tenha necessidade de divulgação ou publicação de resultados, o cadastro deve ser imediato e anterior ao envio do material.

288

Como proceder para não infringir a lei antes da comercialização de um produto a partir de material considerado patrimônio genético?

Antes da emissão da primeira nota fiscal do produto, deve ser feito o cadastro no SisGen. Uma vez realizado o cadastro de acesso, é necessário verificar se o produto é considerado produto acabado para fins da incidência da repartição de benefícios. Caso seja um produto acabado, a empresa que for comercializar o produto precisa preencher o cadastro referente à notificação. É importante lembrar que as regras de repartição de benefícios para a agricultura são diferentes das regras dos demais setores econômicos, inclusive para os produtos registrados como insumos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

289

Uma instituição pública e uma empresa desenvolveram uma cultivar resistente a estresse hídrico utilizando espécies consideradas patrimônio genético nacional. A empresa vai comercializar as sementes. Quem deve repartir os benefícios advindos do desenvolvimento tecnológico dessa cultivar?

Quem reparte benefícios é quem explora comercialmente o produto acabado; nesse caso, as sementes. A empresa parceira é quem repartirá os benefícios advindos da exploração econômica.

290

Uma instituição pública disponibilizou animais considerados patrimônio genético para venda em leilão. Quem reparte os benefícios oriundos da venda do sêmen desses animais?

A repartição de benefícios ocorrerá por quem comercializar o material reprodutivo (sêmen).

291

Em que momento é necessário realizar o cadastro de remessa no SisGen para remeter ao exterior material considerado patrimônio genético?

O cadastro para fins de remessa de material ao exterior é prévio à remessa propriamente dita. Dessa forma, o material somente poderá ser remetido após a obtenção de cadastro de remessa.

292

Como realizar uma remessa para o exterior de material que não se enquadra na Lei da Biodiversidade?

Não é necessário preencher o cadastro no SisGen. Porém, é importante verificar as exigências de remessa do Mapa e dos países recebedores do material.

293

É necessário preencher um Termo de Transferência de Material (TTM) a cada remessa realizada para a mesma instituição?

Não. A lei prevê que a instituição remetente firmará um único TTM com a instituição destinatária para todas as remessas a serem realizadas no prazo de 10 anos. A cada remessa, uma guia de remessa deverá acompanhar os materiais, e a remessa deverá ser cadastrada previamente no SisGen. O Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) aprovou um modelo específico para transferência de material.

294

Transferência de sequências genéticas e correlatas para bancos estrangeiros é considerada remessa nos termos da Lei da Biodiversidade?

A transferência de sequências genéticas e correlatas (imagens de material biológico, informações fenotípicas e ecológicas), para bancos de dados estrangeiros, até o momento não se caracteriza como remessa, e não é necessário firmar o TTM de acordo com

decisão do CGEN, em 2018. A pesquisa que gerou as frequências deve estar cadastrada no SisGen.

295 Quem infringir a nova Lei da Biodiversidade comete crime de biopirataria?

O crime de biopirataria não está previsto no ordenamento jurídico nacional. O que existe é a infração administrativa contra o patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado.

296 Quais são as infrações administrativas contra patrimônio genético e/ou conhecimento tradicional associado?

As infrações são: acesso a componente do patrimônio genético ou do conhecimento tradicional associado sem autorização do órgão competente ou em desacordo com a autorização obtida; remessa para o exterior de amostra de componente do patrimônio genético e deixar de repartir, quando existentes, os benefícios resultantes da exploração econômica de produto e processo desenvolvido, a partir do acesso à amostra do patrimônio genético ou do conhecimento tradicional associado, com quem de direito.

297 O que não pode ser feito antes da finalização do cadastro das atividades de pesquisa no SisGen?

A lei proíbe publicação de resultados em quaisquer meios de comunicação, remessa ao exterior, depósito de pedido de patentes, notificação de produto e exploração econômica, antes da realização prévia do cadastro no SisGen.

298 Quais informações são necessárias para iniciar o preenchimento do cadastro no SisGen?

São necessários os dados de passaporte do material, como local de coleta, data de coleta, latitude, longitude, bioma, município

de coleta, e demais informações quando se tratar de obtenção a partir de condição *ex situ*. Verificar com o CGEN a edição de resoluções sobre o tema que estão em constante atualização.

299 **Como preencher o campo “data de obtenção”, no formulário do SisGen, quando utilizar material proveniente de coleção *ex situ*?**

O referido campo corresponde à data da obtenção ou coleta *in situ* do material, e não à data de retirada desse material da coleção *ex situ*.

300 **Qual é a principal diferença entre adequação e regularização na Lei da Biodiversidade? Qual das duas modalidades é obrigatória no prazo de 1 ano?**

Toda atividade de pesquisa autorizada no âmbito da antiga Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001 (Brasil, 2001), deverá ser adequada dentro da nova lei por meio de acesso no SisGen e aceitação da autorização inserida pelo CGEN. Em seguida, o sistema emitirá um número de cadastro, confirmando a adequação. A regularização refere-se a toda ação realizada sem cumprimento do disposto na medida provisória e que deverá ser efetivada no SisGen. Ambas deverão ser efetuadas no prazo de 1 ano a contar da disponibilização do SisGen, desde que tenham obedecido as normativas que postergaram o cadastro em razão da espera de uma versão atualizada do SisGen.

301 **As espécies listadas nas Instruções Normativas (IN) do Ministério da Agricultura devem se enquadrar na Lei da Biodiversidade para desenvolvimento de um produto?**

Não. As listas referem-se às espécies vegetais e animais introduzidas no território nacional e não são consideradas patrimônio genético encontrado em condições *in situ*.

302

Como a Lei da Biodiversidade dispõe sobre o acesso ao conhecimento tradicional associado, quando envolvem variedades tradicionais locais ou crioulas e raças localmente adaptadas para fins de atividade agrícola?

Nesses casos, para atividades agrícolas, o acesso ao conhecimento tradicional associado não identificável não depende do consentimento prévio da população indígena, da comunidade tradicional ou do agricultor tradicional que cria, desenvolve, detém ou conserva a variedade ou a raça.

303

Pesquisadores e empresas estrangeiras podem acessar recursos genéticos microbianos nacionais?

Os direitos e as obrigações de pessoa física ou jurídica que acessa o patrimônio genético nacional, tanto para pesquisa, desenvolvimento tecnológico ou remessa para o exterior, são estabelecidos pela Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 (Brasil, 2015). Na prática, qualquer cidadão ou empresa nacional pode



acessar os recursos genéticos brasileiros, desde que as atividades de pesquisa ou os produtos desenvolvidos sejam cadastrados no CGEN. O acesso ao patrimônio genético brasileiro pode ser realizado por pessoa jurídica sediada no exterior, desde que haja uma associação formal com uma instituição nacional de pesquisa, pública ou privada, e que haja o cadastramento dessa atividade no CGEN.

304

Quando se deve apresentar comprovação de acesso ao patrimônio genético e/ou conhecimentos tradicionais associados para registrar pedido de proteção no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi)?

O cadastramento da atividade de acesso ao patrimônio genético que gerou resultado passível de proteção é prévio ao momento

do depósito do pedido no Inpi (Brasil, 2015, art. 12, § 2º). Portanto, primeiro deve-se cadastrar a atividade que gerou o ativo de proteção no SisGen, obter o número do cadastro e apresentar no momento do depósito.

305

Como proceder com pedidos de depósito no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi), protocolados antes da entrada em vigor da Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 (Brasil, 2015)?

A partir do momento em que a instituição tenha recebido a exigência para apresentação da comprovação do acesso ao patrimônio genético e/ou conhecimentos tradicionais associados, ela tem o prazo de 60 dias para apresentação da declaração positiva ou negativa do acesso. Caso a instituição já possua a comprovação, deve apresentar simultaneamente a declaração e a autorização ou cadastro nesse mesmo prazo. No caso de não possuir a autorização, o Inpi aguardará a apresentação do cadastro respectivo, sendo obrigatória a apresentação da declaração positiva.

306

Como devemos aplicar a Lei da Biodiversidade em cooperações técnicas nacionais e internacionais com outras instituições? Como e quando ela deve ser prevista nessas cooperações?

Para que a cooperação seja firmada dentro da legalidade, é importante já acordar na negociação prévia que os instrumentos contratuais prevejam as obrigações e responsabilidades quanto ao cumprimento das normas para obtenção do cadastro e/ou autorização de acesso no SisGen, incluindo a remessa.

307

O que é o Sistema Multilateral, mais conhecido como Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (Tirfaa)?

O Sistema Multilateral é uma estrutura internacional criada para facilitar o acesso e a repartição de benefícios para 64 espécies

mais importantes para alimentação e agricultura, as quais contemplam 80% do consumo humano. O acesso é gratuito e amplo para todos os países signatários.

308 Quais materiais estão no âmbito do Tirfaa?

Material genético de origem vegetal, inclusive reprodutivo ou para propagação vegetativa, que contenha unidades funcionais de hereditariedade, com valor real ou potencial para a alimentação e a agricultura. Não se enquadram materiais de origem vegetal incapazes de reprodução ou propagação vegetativa, genes clonados ou segmentos de DNA.

309 Quais são as obrigações estabelecidas pelo Tirfaa em relação aos direitos de agricultores?

Direitos de agricultores são os direitos originados das contribuições passadas, presentes e futuras dos agricultores ao conservarem, melhorarem e tornarem disponíveis os recursos fitogenéticos, principalmente nos centros de origem e de diversidade. Por intermédio do Tirfaa, os governos nacionais se comprometeram a implementar os direitos de agricultores, mediante a proteção para o conhecimento tradicional sobre recursos fitogenéticos, o direito de participar de forma equitativa dos benefícios oriundos desses recursos e o direito de participar na tomada de decisões nacionais sobre a conservação e o uso sustentável dos recursos fitogenéticos.

310 Qual é a diferença do Sistema Multilateral em relação aos demais sistemas de acesso e repartição de benefícios, baseados na Convenção sobre Diversidade Biológica?

O Sistema Multilateral distingue-se dos demais por apresentar as condições de acesso livre e gratuito para apenas uso com fins alimentícios e agrícola. Esse sistema é igual aos demais em não contemplar acesso livre e gratuito para usos químicos, farmacêuticos

e/ou outros usos não alimentícios e industriais, bem como se o produto acabado for protegido pelo direito patentário.

311 **Quais são as condições de acesso e repartição de benefícios dos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura encontrados em condições in situ?**

O acesso aos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura encontrados em condições in situ será concedido de acordo com a legislação nacional, ou, na ausência de tal legislação, de acordo com as normas que venham a ser estabelecidas pelo órgão gestor. No caso brasileiro, segundo as regras estabelecidas pela Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 (Brasil, 2015).

312 **O que é o Termo de Transferência de Material Padrão (TTMP)?**

O Termo de Transferência de Material Padrão do Sistema Multilateral de Acesso e Repartição de Benefícios (TTMP) é um instrumento privado de transferência de recursos fitogenéticos, que é firmado por pessoas físicas e jurídicas, e não por governos. O TTMP, obrigatório a todas as transferências de material do Sistema Multilateral, possui termos e condições padronizadas. Isso significa que as cláusulas não podem ser modificadas, apenas completadas com as informações individualizadas de cada remessa. Em todos os acordos firmados, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) participa como terceiro interessado, para proteger os interesses do Sistema Multilateral.

313 **As atividades de acesso aos recursos fitogenéticos cobertos pelo Sistema Multilateral necessitam cadastro no SisGen?**

As espécies de plantas que constam do Anexo I do Tirfaa não necessitam de cadastro de acesso e/ou remessa perante o SisGen, pois seguem as regras estabelecidas no Sistema Multilateral.

314

Quando é obrigatória e como funciona a repartição monetária de benefícios no Sistema Multilateral?

Os produtos desenvolvidos, que sejam disponibilizados com restrições, são obrigados à repartição monetária de benefícios. Esses produtos, ao serem comercializados, devem recolher uma porcentagem fixa sobre o preço de venda. Os recursos financeiros advindos da repartição de benefícios integram um fundo internacional sob os auspícios da FAO.

315

É possível proteger recursos genéticos vegetais, animais ou microbiológicos pelo sistema de patentes?

No Brasil, os recursos genéticos vegetais, animais e microbiológicos não podem ser protegidos pelo sistema de patentes, uma vez que, no art. 10º da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (Brasil, 1996), “o todo ou parte de seres vivos naturais e materiais biológicos encontrados na natureza, ou ainda que dela isolados, inclusive o genoma ou germoplasma de qualquer ser vivo natural e os processos biológicos naturais” não são considerados invenções.

A Lei da Propriedade Industrial, no entanto, abre uma exceção para o patenteamento dos microrganismos transgênicos e define como tal “organismos, exceto o todo ou parte de plantas ou de animais, que expressem, mediante intervenção humana direta em sua composição genética, uma característica normalmente não alcançável pela espécie em condições naturais” (Brasil, 1996). No entanto, é importante ressaltar que, para que as invenções relacionadas a microrganismos tenham suficiência descritiva, faz-se necessário que esses microrganismos estejam depositados em uma instituição depositária reconhecida pelo Tratado de Budapeste.

Nos Estados Unidos da América e no Japão, os recursos genéticos vegetais, animais e/ou de microrganismos podem ser passíveis de proteção pelo sistema de patentes, desde que atendam à legislação local. A proteção de plantas também pode ser feita via patentes em alguns países e/ou via União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais (Upov) em outros, como é o caso

do Brasil (Lei de Proteção de Cultivar – Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997) (Brasil, 1997).

316

Como fica a questão da titularidade de um ativo se for desenvolvido em conjunto com parceiros?

Quando uma pesquisa é desenvolvida em parceria com outras instituições, é importante definir a colaboração de cada parte, seja no quesito intelectual, financeiro ou estrutural, para facilitar o cálculo de participação de cada titular no desenvolvimento do ativo, pois a cooperação poderá gerar ativos passíveis de proteção. Dessa forma, existem dois instrumentos jurídicos importantes que estão envolvidos na titularidade de um ativo:

- **Contrato de Cooperação Técnica:** contrato firmado antes do desenvolvimento da pesquisa e que prevê questões de propriedade intelectual dos ativos que surgirem do projeto de pesquisa em parceria.
- **Contrato de Propriedade Intelectual:** contrato firmado entre as partes que define todas as questões de propriedade intelectual, incluindo a participação de cada parte sobre os ativos gerados pela pesquisa em parceria. Esse contrato geralmente é firmado quando o ativo já foi validado em laboratório e, preferencialmente, avaliado com relação ao potencial de proteção.

É importante ressaltar que, para o caso de proteções pelo sistema de patentes no Brasil, conforme estabelece o art. 88 da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (Brasil, 1996), as invenções serão de titularidade do empregador quando decorrerem de contrato de trabalho cuja execução ocorra no Brasil, e que tenha por objeto a pesquisa ou a atividade inventiva, ou resulte da natureza dos serviços para os quais foi o empregado contratado.

317

Qual é a diferença entre registro de um produto e certificação de um produto orgânico?

O registro de um produto é a forma legal de sua comercialização no país, seja por intermédio de formulação/fabricação dos

seus componentes e/ou de importação deles. O objetivo do registro, entre outras coisas, é garantir a segurança da população e do meio ambiente, além de garantir seus padrões de qualidade e sua eficiência. O primeiro passo é o correto enquadramento do produto de acordo com o uso, a finalidade a que se destina, podendo ser enquadrado na Lei de Agrotóxicos e Afins – Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (Brasil 1989), na Lei dos Fertilizantes/Inoculantes ou até mesmo na Lei dos Domissanitários/Saneantes.

A certificação de um produto é um ato de avaliação da conformidade credenciado e tem por objetivo garantir que uma produção ou um processo foi metodicamente avaliado e está em conformidade com as normas de produção orgânica vigentes, ou seja, está intimamente ligado à rastreabilidade dos processos de produção orgânica.

318 Quando um produto biológico é considerado um saneante domissanitário?

Um produto biológico se encaixa na categoria de registro de saneante domissanitário quando utilizado em ambientes domiciliares, coletivos ou públicos, ou no tratamento da água. Podem ser citados como exemplos os inseticidas/raticidas para uso doméstico, moluscidas e repelentes. É competência do Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o registro de produtos nessa categoria.

319 Quando um produto biológico é considerado um inoculante?

Segundo a regulamentação, os inoculantes são definidos como produtos que contenham microrganismos com atuação favorável ao crescimento de plantas, como os *Bradyrhizobium* sp. e *Rhizobium* sp. É de competência do Mapa, por meio de



suas superintendências estaduais, as avaliações sobre os pleitos de registro de produtos e estabelecimentos, bem como os procedimentos de fiscalização. Existem normas específicas para orientar cada uma das categorias de produtos que estão sob a égide da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 (Brasil, 1980).

320

Quando um produto biológico é considerado um agrotóxico ou afim?

Um produto é definido como agrotóxico ou afim se for um produto ou agente “de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos” (Brasil, 1989, art. 2º). Nessa definição se enquadram os agentes biológicos de controle (entomopatógenos, parasitoides, predadores e nematoides), os agentes microbiológicos de controle (bactérias, fungos e vírus), os semioquímicos, outros bioquímicos, extratos vegetais e minerais, utilizados na agricultura com finalidade de controlar organismos considerados nocivos.

321

Um produto biológico definido como agrotóxico e afim recebe o mesmo tratamento como um produto químico?

Não. Os produtos biológicos têm prioridade de análise, possuem tramitação e requisitos diferenciados. Cada categoria possui regulamentação específica, com requisitos claros e mais simplificados do que um produto químico. Um exemplo é a diferença que foi dada aos produtos biológicos com a ausência de registro de produto técnico, não sendo necessária a apresentação de uma série de testes, tornando o processo menos dispendioso.

Quais são os órgãos responsáveis pelo registro dos agrotóxicos no Brasil?

O Mapa, a Anvisa e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) são os órgãos federais responsáveis pela avaliação e o registro de agrotóxicos e afins. Cabe ao Mapa avaliar a eficiência agrônômica dos agrotóxicos e afins para uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas florestas plantadas e nas pastagens; conceder o certificado de registro, inclusive o Registro Especial Temporário (RET), de agrotóxicos, produtos técnicos, pré-misturas e afins para uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas florestas plantadas e nas pastagens, atendidas as diretrizes e exigências do Ministério da Saúde (MS) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

À Anvisa cabe avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, seus componentes e afins; avaliar os produtos destinados ao uso em ambientes urbanos, industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública, quanto à eficiência do produto; realizar avaliação toxicológica preliminar dos agrotóxicos, produtos técnicos, pré-misturas e afins, destinados à pesquisa e à experimentação; estabelecer intervalo de reentrada em ambiente tratado com agrotóxicos e afins; conceder o certificado de registro, inclusive o RET, de agrotóxicos, produtos técnicos, pré-misturas e afins destinados ao uso em ambientes urbanos, industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública, atendidas as diretrizes e exigências do Mapa e do MMA e monitorar os resíduos de agrotóxicos e afins em produtos de origem animal.

Ao Ibama compete avaliar os agrotóxicos e afins destinados ao uso em ambientes hídricos, na proteção de florestas nativas e de outros ecossistemas, quanto à eficiência do produto; realizar a avaliação ambiental dos agrotóxicos, seus componentes e afins, estabelecendo suas classificações quanto ao potencial de periculosidade ambiental; realizar a avaliação ambiental preliminar de agrotóxicos, produto técnico, pré-mistura e afins destinados à pesquisa e experimentação; conceder o certificado de registro,

inclusive o RET, de agrotóxicos, produtos técnicos e pré-misturas e afins destinados ao uso em ambientes hídricos, na proteção de florestas nativas e de outros ecossistemas, atendidas as diretrizes e exigências do Mapa e do MS.

323

O que se deve fazer para registrar um inoculante e um agrotóxico biológico?

Para se obter o registro de um inoculante, a empresa requerente deve ter o estabelecimento produtor/importador registrado. Como pré-requisito deste existe a necessidade de cumprimento da legislação ambiental (Licença Ambiental) concedida pelo órgão estadual ambiental competente, ou sua dispensa. O prazo de validade desse registro é de 5 anos e renovado por iguais períodos. Também deverão ser registrados os fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes. Não há necessidade de um registro para proceder a pesquisa e experimentação, como no caso dos agrotóxicos e afins. Entretanto, para o registro de um produto considerado novo, nacional ou importado, que não conte com antecedente de uso no País, só terá o registro concedido após apresentação ao Mapa do relatório técnico-científico conclusivo, emitido por órgão brasileiro de pesquisa oficial ou credenciado, que ateste a viabilidade e eficiência de seu uso agrícola. Os trabalhos de pesquisa com o produto não deverão estender-se por mais de três safras agrícolas, exceto quando condições técnicas exigirem a sua prorrogação. De forma geral, no caso do biológico, a empresa requerente deve estar legalmente constituída e cadastrada no estado como fabricante, formulador, manipulador, importador e ou exportador. Deverá pleitear o RET, autorização esta concedida para a geração dos estudos de campo e de laboratório, se for o caso. Uma vez gerados todos os dados, o interessado deve pleitear o registro federal.

324

Produtos considerados insumos aprovados para uso em agricultura orgânica precisam de RET?

Não. Como não se faz necessária a condução de estudos de eficácia, de ecotoxicologia ou de toxicologia, o interessado em

ter seu produto registrado pode solicitar o registro federal sem a necessidade de solicitar o RET, desde que o produto apresente característica, processo de obtenção, composição e indicação de uso de acordo com o estabelecido nas especificações de referência.

325

Uma vez concedido o registro federal para o produto agrotóxico, ele está apto para comercialização?

Não. Para a comercialização, o produto deve ser cadastrado em cada um dos estados da Federação que a empresa pretende vender o produto, e, para tanto, deve seguir os requisitos legais estabelecidos por cada órgão estadual e pagar as taxas, quando for o caso.

Referências

BRASIL. Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016. Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 fev. 2016.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto no 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória no 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 maio 2015.

BRASIL. Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. (Redação dada pela Lei nº 12890, de 2013). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 dez. 1980.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 jul. 1989.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF 15 maio 1996.

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 maio 1997.

BRASIL. **Medida Provisória 2.186-16, de 23 de agosto de 2001**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.ghente.org/doc_juridicos/mp2186.htm>. Acesso em: 5 out. 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Instrução Normativa nº 3, de 1º de setembro de 2014**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/images/stories/INSTRU%C3%87%C3%83O_NORMATIVA_ICMBio_N%C2%BA_3_DE_2014_com_retifica%C3%A7%C3%A3o_do_DOU18062015.pdf>. Acesso em: 5 out. 2018.

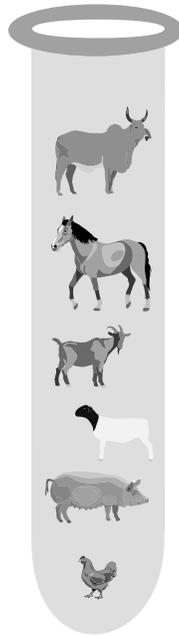
Literatura recomendada

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 20 de março de 2019. **Diário Oficial da União**, 22 mar. 2019. Seção 1, p. 4. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/68159861>. Acesso em: 20 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 50, de 12 de setembro de 2018. **Diário Oficial da União**, 27 set. 2018. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/42586536>. Acesso em: 20 maio 2019. Acesso em 20 mai. 2019.

9

Recursos Genéticos Animais



Maria do Socorro Maués Albuquerque

Arthur da Silva Mariante

Kleibe de Moraes Silva

Geraldo Magela Cortês Carvalho

Tânia Maria Leal

Fábia de Mello Pereira

Ramayana Menezes Braga

Edison Martins

Vera Maria Villamil Martins

326 Do que trata a conservação de recursos genéticos animais?

A conservação de recursos genéticos animais trata de ações que garantam a manutenção da diversidade desses recursos genéticos, sua contribuição na agropecuária e a preservação de valores ecológicos e culturais. A conservação passa pela gestão sustentável de todo material genético representativo de uma espécie, seja ele local (crioulo, autóctone, localmente adaptado) ou exótico/especializado.

327 Quais são os recursos genéticos animais que estão sendo conservados no Brasil?

Atualmente, os recursos genéticos animais que estão sendo conservados são raças/espécies de animais domésticos que descendem dos animais trazidos na época da colonização (bovinos, equinos, asininos, suínos, ovinos, caprinos e aves), assim como raças bubalinas importadas no final do século 19. O escopo está sendo ampliado para as espécies domésticas especializadas. Além desses, também estão sendo conservados alguns animais nativos com potencial econômico, como peixes, abelhas, mamíferos e quelônios.

328 Quais são as principais etapas para implementar um programa de conservação de recursos genéticos animais no Brasil?

- Identificar e caracterizar fenotipicamente as raças de animais domesticados, estabelecendo os centros de origem, diversidade e variabilidade genética para os grupos ameaçados de extinção.
- Implantar núcleos de conservação para raças que possam ser identificadas como ameaçadas de extinção.
- Monitorar os animais selecionados entre as raças priorizadas para conservação.
- Conservar ex situ o material genético por meio da criopreservação de sêmen e embriões.

- Caracterizar geneticamente as populações sendo conservadas.
- Conscientizar os diversos segmentos da sociedade sobre a importância da conservação desses recursos genéticos.

329

Nos programas de conservação de recursos genéticos animais, há alguma priorização nas raças a se conservar?

Considerando que qualquer material genético possa ser um recurso, os programas de conservação e utilização de recursos genéticos animais priorizam as raças brasileiras reconhecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e raças localmente adaptadas, pouco utilizadas em processos de seleção e melhoramento genético.

330

Que estratégias de conservação são praticadas para as raças de animais domésticos em risco de extinção?

Diferentes estratégias de conservação são utilizadas para as raças de animais domésticos em risco de extinção. A manutenção dos rebanhos nos ecossistemas em que foram originados e tradicionalmente criados é chamada de conservação *in situ* e realizada em núcleos de conservação (NC). Quando a conservação é realizada pela manutenção de rebanhos fora do habitat natural dos recursos genéticos animais, recebe a denominação de *ex situ in vivo*. Quando o material genético é mantido criopreservado em longo prazo, na forma de sêmen, embriões ou ovócitos, a conservação é denominada *ex situ in vitro*. Quando a conservação busca possibilidades de exploração com os produtores, é denominada *on farm*.

331

Qual é a forma de conservação mais adequada para os recursos genéticos animais?

Não existe uma abordagem única para conservar recursos genéticos animais. Os métodos *in situ* e *ex situ* podem ser

complementares ou utilizados simultaneamente. Assim, mantém-se um rebanho de conservação (conservação in situ), e, ao mesmo tempo, coletam-se sêmen e embriões (conservação ex situ in vitro), para assegurar a preservação da raça. Quando existem limitações para a conservação in situ, deve-se priorizar a conservação ex situ in vitro.

332 Por que é importante conservar as raças localmente adaptadas?

É importante conservar as raças localmente adaptadas porque elas suportam situações adversas como condições climáticas hostis, restrições hídricas e nutricionais. Conseguem sobreviver, produzir e se reproduzir em condições nas quais muitas das raças especializadas padecem. Essas raças têm características de adaptação que poderão ser de grande importância se transferidas para raças especializadas. Outra alternativa seria sua utilização em sistemas de produção específicos.

333 No Brasil, onde são criadas as raças ou grupos genéticos já contemplados no programa de conservação da Embrapa?

As raças ou grupos genéticos estão relacionados a seguir, por espécie, bem como as regiões onde são normalmente encontradas.

Bovina:

- Curraleira Pé-Duro: Piauí, Maranhão, Goiás, Tocantins e Distrito Federal.
- Pantaneira: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.
- Caracu: em todo País, com núcleos mais fortes na região de Palmas, PR, e na região do Vale do Rio Pardo, SP.
- Crioula Lageana: presente fortemente em Santa Catarina e nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.
- Mocha Nacional: Minas Gerais e São Paulo.

- Junqueira: alguns criadores no interior de São Paulo e Minas Gerais mantêm em suas propriedades pequeno número de animais. Na Fazenda Sucupira, da Embrapa, são mantidos 11 exemplares da raça.
- Sindi: regiões Norte, Nordeste e Sudeste.

Equina:

- Pantaneira: Pantanal Matogrossense, MS.
- Lavradeira: região do Lavrado, RR, mais especificamente nos municípios de Alto Alegre, Amajari, Boa Vista e Bonfim, Cantá, Normandia, Pacaraima e Uiramutã, e nas reservas indígenas de São Marcos e Raposa do Sol.
- Marajoara: Ilha de Marajó, PA.
- Mini Cavalu Puruca: Ilha de Marajó, PA.

Ovina:

- Santa Inês: concentrada na região Nordeste, mas distribuída em todo o território brasileiro.
- Morada Nova: Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco, além de rebanhos em São Paulo.
- Somalis Brasileira: região Nordeste, mais especificamente Ceará e Rio Grande do Norte.
- Barriga Negra: além do rebanho de conservação da Embrapa em Boa Vista, RR, a raça ocorre na Venezuela, Guiana, México, países do Caribe e Estados Unidos.
- Pantaneira: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.
- Rabo Largo: Bahia e Pernambuco.
- Crioula: concentrada na região Sul.

Caprina:

- Moxotó: região Nordeste, principalmente nos estados do Piauí, Ceará, Paraíba e Pernambuco.
- Canindé: atualmente pequenos rebanhos são encontrados na Bahia, em Pernambuco, no Rio Grande do Norte e no Ceará.
- Marota: predominantemente na região Nordeste, principalmente nos estados do Piauí, Ceará, Pernambuco e Paraíba.
- Gurgueia: Piauí, Ceará.
- Azul: Semiárido nordestino.

Suína:

- Moura: Concórdia e Lages, SC; Carlos Barbosa, RS; São Mateus, Prudentópolis e Curitiba, PR; Ilha Solteira, SP.

Aves:

- Linhagens puras de aves para corte e postura: Concórdia, SC; e Gramado, RS.

Caititus (*Pecari tajacu*): a espécie ocorre na natureza em todo o Brasil. Criatórios em cativeiros na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Universidade Federal de Manaus, AM, e Universidade Federal de Mossoró, RN, além de criatórios no Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste.

Muçuãs (*Kinosternon scorpioides*): predominantemente na região Norte, concentrado na Ilha de Marajó, com uma coleção biológica no Banco de Germoplasma da Amazônia (Bagam), pertencente à Embrapa.

Abelhas-sem-ferrão: *Melipona fasciculata* – Maranhão, Piauí, Pará, Mato Grosso e Tocantins. *Melipona subnitida* – Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

Peixes:

- Caranha (*Piaractus brachipomus*): Bacia Amazônica e Araguaia-Tocantins.
- Tambaqui (*Colossoma macropomum*): ocorre na América do Sul, nas bacias do Rio Amazonas e Orinoco. A produção em cativeiro ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.
- Pirarucu (*Arapaima gigas*): a espécie ocorre naturalmente na Bacia Amazônica, do Peru até a Bacia Araguaia-Tocantins. A produção em cativeiro ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, e o maior polo de produção encontra-se em Rondônia e no Acre.

334

Quais são as principais ameaças à conservação dos recursos genéticos animais?

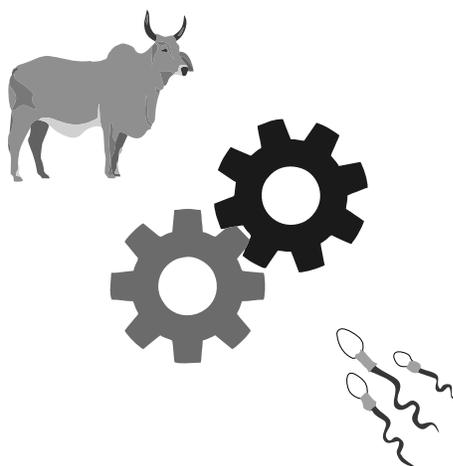
Existe um conjunto de fatores que favorecem a erosão genética e podem constituir uma ameaça potencial à conservação dos

recursos genéticos animais. São eles: cruzamentos absorventes com raças especializadas; políticas institucionais frágeis; intensificação dos sistemas de produção; perda de pastos; introdução ou aumento do uso de raças exóticas; falta de rentabilidade/competitividade; escasso controle das enfermidades e pouco controle da endogamia.

335

No Brasil, quais instituições trabalham com recursos genéticos animais e quais iniciativas são tomadas para evitar o desaparecimento das raças localmente adaptadas?

A Embrapa desenvolve programas de pesquisa para a conservação e uso de recursos genéticos animais visando garantir a manutenção dos acervos conservados *in situ* e *ex situ*. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia coordena esse trabalho no qual estão envolvidas 12 Unidades Descentralizadas da Embrapa que trabalham em parceria com universidades e instituições estaduais de pesquisa para a conservação *ex situ* de material genético (sêmen, embriões e DNA) e com, no mínimo, oito associações de criadores, além de criadores particulares em defesa da conservação e reinserção das raças brasileiras no setor produtivo vigente, conforme relação a seguir:



Unidades da Embrapa:

- Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Embrapa Amazônia Oriental; Embrapa Meio-Norte; Embrapa Caprinos e Ovinos; Embrapa Roraima; Embrapa Tabuleiros Costeiros; Embrapa Suínos e Aves; Embrapa Pecuária Sul; Embrapa Pecuária Sudeste; Embrapa Pantanal; Embrapa Pesca e Aquicultura; Embrapa Gado de Corte e Embrapa Semiárido.

Universidades:

- Universidade de Brasília (UnB); Universidade Católica de Brasília (UCB); Universidade Federal de Goiás (UFG); Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS); Universidade Federal do Ceará (UFC); Universidade Estadual do Maranhão (Uema); Universidade Federal do Pará (UFPA); Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc); Universidade Federal Rural do Semiárido (UFRSA).

Instituições estaduais de pesquisa:

- Instituto de Zootecnia de São Paulo (Estação de Sertãozinho e Estação de Colina) e Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba.

Associações de criadores:

- Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ABCO); Associação Brasileira de Criadores de Caprinos (ABCC); Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Pantaneiros (ABCCP); Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Campeiros (ABRACCC); Associação Brasileira de Criadores de Bovinos Pantaneiros (ABCBP); Associação Brasileira de Criadores de Bovinos Curraleiros Pé-Duro (ABCBCPD); Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Sindi (ABCsindi); Associação Brasileira de Criadores de Crioula Lageana (ABCCL).

Criadores particulares:

- Nelson Camargo, Marcio Antônio Camargo, Edison Martins, Paulo Moura e Dirceu Costa, entre outros.

336

Em que condições uma raça pode ser considerada ameaçada ou vulnerável?

Quando a população de fêmeas em reprodução encontra-se entre 100 a 1.000 e de machos está entre 5 a 20 animais. Ou ainda quando a população, em um cenário de crescimento, tem de 80 a 100 animais com 80% de fêmeas em reprodução; em cenário de redução, quando tem de 1.000 a 1.200 animais com menos de 80% de fêmeas em reprodução.

337

Quais são os critérios para fazer o descarte dos animais em um núcleo de conservação?

Primeiramente, devem ser descartados os animais descaracterizados, ou seja, aqueles que apresentam características morfológicas indesejáveis que fujam ao padrão estabelecido para a raça. Devem ser descartados, também, os animais endogâmicos, ou ainda os que se mostram similares em análises moleculares, já que o objetivo da conservação é manter para as gerações futuras a máxima variabilidade genética possível.

338

Como manter a variabilidade genética nos núcleos de conservação?

Estratégias de acasalamentos associadas ao controle genealógico auxiliam na manutenção da diversidade genética dos rebanhos. Outra forma muito efetiva de manter a variabilidade é a introdução de indivíduos de outros rebanhos da mesma raça que tenham pouco ou nenhum parentesco com os animais sob conservação.

339

Os núcleos de conservação in situ só podem ser institucionais?

Não. Também podem ser particulares, caso haja interesse do criador em formalizar seu rebanho como um núcleo de conservação. Existem criadores apaixonados pelas raças brasileiras reconhecidas pelo Mapa e raças localmente adaptadas que dedicam toda uma vida a elas, conservando o rebanho porque seus pais e avós já o faziam. Acreditam no potencial da raça e trabalham para o seu reconhecimento.

340

O que é endogamia e qual o máximo de taxa de endogamia permitida nos rebanhos de conservação?

A endogamia é o resultado do acasalamento de indivíduos aparentados em razão do reduzido número de ancestrais ou do uso

contínuo de poucos reprodutores. É expressa pelo coeficiente de endogamia (F), que mede a probabilidade de dois alelos no mesmo loco serem idênticos se escolhidos ao acaso em consequência da ascendência. O coeficiente de endogamia varia de zero, em indivíduos exogâmicos, a um, em indivíduos completamente endogâmicos. Em uma população, ela é prejudicial por causa do aumento da homoziguidade com a possível expressão de características não desejáveis para produção. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), uma população está susceptível quando a taxa de endogamia for superior a 1%.

341 Quais são os critérios para iniciar um rebanho de conservação?

O trabalho de conservação de animais depende da diversidade do grupo considerado, sendo que essa é resultado da variabilidade genética. Caso haja indícios de risco de extinção, é importante o conhecimento do número de indivíduos da raça e sua variabilidade genética, pois essas informações são indispensáveis para o seu gerenciamento futuro. Um programa de conservação genética animal deve levar em consideração o efetivo da raça, o número de reprodutores, o sistema de produção e o manejo reprodutivo que implique em menor risco de endogamia em médio prazo (a FAO cita o tamanho efetivo de população mínimo igual a 50 animais). Também é preciso conhecer a variabilidade genética da raça para que essa seja manejada com critérios reprodutivos que garantam a sua manutenção e ou ampliação.

342 Onde podem ser adquiridos animais de raças brasileiras reconhecidas pelo Mapa e raças localmente adaptadas para iniciar uma criação?

Animais podem ser adquiridos em propriedades privadas, consultando as associações de criadores que possuem cadastro de seus associados e podem informar os melhores rebanhos cadastrados

ou ainda indicar outros criadores. Além disso, a Embrapa comercializa animais de seu plantel em leilões.

343 Qual é a importância da anotação zootécnica para a conservação?

A anotação zootécnica é fundamental para um programa de conservação, principalmente no que diz respeito às informações de pedigree. Com base nessas informações, são planejados, por exemplo, os acasalamentos de modo a evitar, ao máximo, animais aparentados no rebanho.



344 De que maneira a variabilidade genética contribui para a resistência ou tolerância a doenças?

Quanto maior for a variabilidade genética, maiores são as chances de se ter no rebanho animais resistentes ou tolerantes às diversas enfermidades. Todavia, é sabido que, quanto maior a especialização de uma raça, maiores são suas exigências em termos de manejo sanitário e nutricional. A principal consequência da seleção artificial é o aumento da endogamia, diminuindo a capacidade da população em responder, em termos genéticos, a qualquer desafio do ambiente (valor adaptativo).

345 Qual é a origem do termo cavalo Lavradeiro?

Em Roraima, existem cerca de 4 milhões de hectares cuja vegetação predominante é a pastagem nativa. Essa região que representa 17% do estado recebe a denominação de Cerrado, Savana, campos gerais do Alto Rio Branco ou Lavrado, daí a denominação

dos cavalos que se adaptaram a essa vegetação, ao longo dos anos, de Lavradeiros.

346

Como os cavalos chegaram à região do Lavrado? De onde veio a maior parte dos cavalos introduzidos na região do Lavrado?

Desde 1789, em razão das extensas áreas com pastagem nativa, vislumbrou-se a ocupação de Roraima pelos portugueses com a pecuária bovina, ocasião em que foram introduzidas as primeiras cabeças de gado na região. Com o crescimento da população bovina, o cavalo também veio para a região, por ser a única alternativa para a lida com os bovinos nas extensas áreas de lavrado. Muito provavelmente, esses animais são descendentes de cavalos tipo ibérico, introduzidos desde 1534 no Nordeste brasileiro e, em 1680, na Ilha de Marajó. Foram trazidos para a região principalmente por comerciantes de animais e por alguns fazendeiros que se instalaram no Lavrado. Inicialmente, os tipos introduzidos, em maior número, foram o Garrano, Bérbere, Andaluz e o Sorraia ou Marismenho. Posteriormente, a partir de 1920, os fazendeiros trouxeram reprodutores das raças Mangalarga e Campolina.

347

Existe a possibilidade de o cavalo Lavradeiro possuir em sua constituição genética algum grau de sangue de raças introduzidas na Guiana e na Venezuela que fazem fronteira com Roraima?

Sim. O cavalo Lavradeiro possui em sua constituição genética algum grau de sangue das raças introduzidas nas regiões vizinhas. Isso aconteceu quando a atual Guiana ainda era colônia inglesa e foram levados para aquele país animais como o Puro Sangue Inglês (PSI), e, posteriormente, introduzidos no Lavrado pelos fazendeiros do lado brasileiro.

348**Como o cavalo Lavradeiro poderia ser definido quanto ao porte?**

Nos animais mantidos em condições extensivas, podem ser destacados, visivelmente, dois tipos quanto ao aspecto ou fenótipo. Há um grupo de cavalos de menor porte e corpo curto, compactos, cuja constituição teria forte influência daquelas raças/tipos introduzidas da Península Ibérica. O outro grupo é de animais de maior porte, compridos, de pescoço mais fino, cernelha destacada, sugerindo uma forte influência do PSI.

349**Por que os cavalos Lavradeiros ficaram conhecidos como cavalos selvagens?**

Por mais de 200 anos, a criação de bovinos e de equinos no Lavrado de Roraima foi realizada de forma extensiva, e suas propriedades não possuíam cercas, ou seja, não havia controle da reprodução desses animais. Essa condição permitiu a formação de enormes manadas de cavalos vivendo livremente, sem dono; e, pela dificuldade de serem capturados, eram considerados pelos fazendeiros como selvagens. Na realidade, o cavalo Lavradeiro é um animal doméstico que passou a viver livremente na região do Lavrado.

350**Qual é a importância do cavalo Lavradeiro e seu risco de extinção?**

Os cavalos Lavradeiros são animais extremamente rústicos, que sobrevivem a dietas pobres e parecem ser resilientes a ecto e endoparasitas. Infelizmente, uma série de circunstâncias nos leva a crer na possibilidade do risco de extinção dessa raça. Entre essas circunstâncias, destaca-se a substituição das raças brasileiras por raças melhoradas. Além disso, por muito tempo foram alvo de

caçadas, o que contribuiu para a diminuição do número efetivo de sua população.

351

Qual seria a alternativa para a conservação do cavalo Lavradeiro frente à realidade atual?

Indiscutivelmente, a principal alternativa seria a criação de uma associação de criadores cujo interesse seria sua conservação e uso de maneira a implementar melhorias no manejo e na seleção de animais considerados superiores, e, dessa forma, dar maior valor à raça/tipo.

352

Existem outras alternativas de aproveitamento do cavalo Lavradeiro, além da lida com os bovinos?

Outra possibilidade de aproveitar o Lavradeiro seria por intermédio do empreendedorismo ou turismo rural, em que o cavalo fizesse parte de um contexto de utilização do Lavrado como ponto turístico. Os cavalos vivendo livremente seriam os atores de atividades turísticas, utilizando o Lavrado como cenário.

353

Qual é a situação da raça Caracu ao ser comparada com as demais raças localmente adaptadas?

Entre as raças brasileiras de bovino, a Caracu é a que apresenta maior efetivo populacional. Depois de uma drástica redução da população por causa, principalmente, da entrada no País das diversas raças zebuínas, os criadores voltaram a demonstrar interesse pela raça, já que trabalhos de cruzamentos mostraram o seu potencial como produtora de carne. Além disso, ao contrário das raças zebuínas, os animais da raça Caracu podem suportar invernos rigorosos. Esse interesse por parte dos criadores fez com que o efetivo populacional aumentasse de forma exponencial, fazendo com que essa raça não esteja mais sob ameaça de extinção.

354 Qual é a situação atual da raça Mocho Nacional?

Essa raça de bovinos era dada como exemplo de extinção ou falência por se conhecer apenas um rebanho extremamente reduzido. Felizmente, mais tarde foram descobertos alguns outros criadores da raça em São Paulo e Paraná. São animais de precocidade média, com boa propensão para engorda e temperamento dócil. Por sua grande semelhança com o Caracu, atualmente os animais da raça Mocho Nacional estão sendo registrados pela Associação Brasileira de Criadores de Caracu (ABCC) como uma variedade Mocha da raça Caracu. Esse fato, aliado ao bom desempenho produtivo apresentado pelos animais, despertou o interesse de criadores que passaram a utilizar o sêmen em seu plantel. Com isso, esse material genético passou a ter sua conservação garantida.



355 Qual é a importância dos bovinos Curraleiro Pé-Duro?

Como consequência principal da ação da seleção natural e deriva genética, os bovinos Curraleiro Pé-Duro adquiriram características de adaptação às condições desfavoráveis do Semiárido nordestino. São animais de pequeno porte, mas apresentam alta taxa de fertilidade. Sobrevivem em pastagens pobres e resistem a longos períodos de seca. Podem ser um recurso genético extremamente valioso em programas de cruzamento com raças especializadas.

356 Qual é o peso médio de machos e fêmeas Curraleiro Pé-Duro aos 2 anos de idade?

Em pesagens realizadas em Campo Maior, PI, quando os animais estavam em pastagens nativas com fornecimento apenas



de sal mineralizado e água em tanques, as fêmeas apresentaram um peso médio de 152,89 kg, enquanto os machos apresentaram um peso médio de 168,05 kg. Isso mostra sua capacidade produtiva em condições adversas. É claro que, se os animais tiverem acesso a melhores pastagens e sal mineralizado, seu desempenho será muito melhor e poderão apresentar pesos bem mais altos.

357

Qual é a idade das fêmeas Curraleiro Pé-Duro, ao primeiro parto?

A idade das fêmeas ao primeiro parto vai depender da boa nutrição e mineralização do rebanho. Fêmeas bem nutridas podem apresentar cio aos 365 dias de vida, parindo antes dos 24 meses. Todavia, esse parto a uma idade reduzida retarda o seu crescimento, diminuindo o peso adulto das vacas.

358

Sou pequeno pecuarista, criador de Curraleiro Pé-Duro e adepto do sistema de criação com o reprodutor e as vacas juntos o ano todo. Como devo proceder para implantar uma estação de monta a campo?

A estação de monta faz com que as coberturas sejam realizadas em um período curto, de mais ou menos 3 meses; e, conseqüentemente, haverá uma concentração temporal no nascimento dos bezerros. Assim, para se implementar uma estação de monta, basta colocar o touro junto com as vacas apenas na época em que houver maior disponibilidade de alimentos. Essa prática é recomendada para gado de corte, uma vez que, em gado de leite, o que se deseja é ter bezerros sendo desmamados ao longo de todo o ano, para que se possa manter uma produção leiteira em níveis constantes.

359

Estou começando a criação de gado Curraleiro Pé-Duro, já tenho algumas cabeças de gado da raça. Queria saber se posso registrá-los e onde fazer isso? Desejo fazer melhoramento genético da raça, quem pode me ajudar?

Você pode e deve registrar seus animais da raça Curraleiro Pé-Duro. Quem faz os registros é a Associação Brasileira de Criadores de Bovinos Curraleiro Pé-Duro (ABCPCD), com sede em Teresina, PI. A ABCPCD lhe dará maiores informações quanto aos registros e melhoramento genético da raça.

360

A produção de gado para corte no Semiárido é viável economicamente?

A produção de carne de qualidade, com retorno econômico, em regiões inóspitas como as encontradas no Semiárido é um desafio. Todavia, é possível produzir carne de boa qualidade desde que sejam adotadas soluções tecnológicas disponibilizadas pela pesquisa. Alguns fatores são fundamentais, como a escolha das raças e/ou o uso destas em cruzamentos, com vistas à heterose, para enfrentar as condições adversas do meio. Outro fator de suma importância é a disponibilidade de água e alimento. Deve-se priorizar o uso de variedades de plantas que sejam mais tolerantes à falta d'água. A disponibilidade de subprodutos da agroindústria e o uso de sal proteínado (com ureia) também podem e devem ser usados. Práticas de adoção de bancos de proteínas com leguminosas, confecção de silagem e fenação no período chuvoso também são imprescindíveis. Bovinos como o Curraleiro Pé-Duro podem ser produtivos, sem grandes investimentos, desde que haja o mínimo de suplementação alimentar para tal.

361

Quais são as principais características morfológicas da raça Crioula Lageana?

Suas características marcantes são o grande porte, o tamanho dos chifres e a pelagem africana com uma diversidade enorme na coloração, que vai desde bem claro ao preto e branco.

362 Qual é a importância da raça Crioula Lageana?

São animais adaptados às condições de solos ácidos e pedregosos, suportam altitudes elevadas e invernos rigorosos, já que foram selecionados por mais de 3 séculos, desde que foram introduzidos por jesuítas espanhóis no Planalto Sul-Brasileiro.

363 Os recursos genéticos animais localmente adaptados também devem ser rastreados?

Sim. De acordo com os padrões internacionais (NBR ISO 8402) (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994), rastreabilidade é definida como a habilidade de descrever a história, a aplicação, os processos ou os eventos e a localização de um produto, a uma determinada organização, por meio de registros e identificação. Rastrear é manter os registros necessários para identificar e informar os dados relativos à origem e ao destino de um produto. Esse sistema de controle registra todas as ocorrências relevantes ao longo da vida do animal, desde o seu nascimento até o abate. Esse processo tem como finalidade garantir a sanidade do produto, pois com ela somos capazes de identificar quando foram produzidos e comercializados, permitindo que seja possível a busca dele em qualquer ponto de venda (*recall*). Desse modo, podem ser identificados todos os lotes produzidos em um dado dia, conferindo segurança ao processo, sendo este um diferencial do produto rastreado.

364 Como é feita a rastreabilidade?

A rastreabilidade é feita por meio de um chip eletrônico colocado no animal, externamente (acoplado a um brinco) ou internamente (inserido no rúmen do animal). O sistema de rastreabilidade é uma ferramenta para controle efetivo da propriedade, individualizado por animal, sem erros, dispensando o uso de papéis, possibilitando a exportação desses produtos para mercados mais

exigentes, como a União Europeia, além de permitir um melhor controle sanitário.

365 Qual é a origem e importância do cavalo Pantaneiro?

De origem lusitana, esses animais são importantes por serem adaptados às condições do Pantanal Matogrossense, onde são praticamente o único recurso genético que suporta a lida com o gado de corte nas condições de pecuária extensiva. Além disso, são animais que apresentam grande resistência à anemia infecciosa equina quando comparados a outras raças. Cruzamentos indiscriminados com cavalos Árabes e Puro Sangue Inglês quase causaram o extermínio da raça.

366 Qual é a origem e importância do cavalo Campeiro?

A história do cavalo Campeiro, também chamado Marchador das Araucárias, tem origem em 1546, com a entrada dos jesuítas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. O cavalo Campeiro tem grande resistência e capacidade de trabalho. Somente a partir de 1900 essa raça foi selecionada para a marcha. Existe uma associação da raça com uma dezena de filiados e não mais que uma centena de animais.

367 Qual é a principal diferença entre as raças de jumentos Brasileiro, Nordestino e Pêga?

O jumento Brasileiro é um animal de origem italiana, muito comum na região de Barretos e Franca, São Paulo. É um jumento de porte bem maior que o nordestino, servindo muito bem para produção de mulas. É também muito utilizado na lida com animais.

O jumento Nordestino, de porte bem menor que o Brasileiro, sempre desempenhou um importante papel no transporte e no trabalho das populações carentes do Nordeste. Em um determinado

momento, sua manutenção foi ameaçada, em razão do abate em inúmeros matadouros que exportavam sua carne para o Japão e para o Mercado Comum Europeu, onde era utilizado em rações para animais de estimação.

O jumento Pêga é uma raça de jumento originária do Brasil. Surgiu a partir da necessidade de um animal de trabalho, forte, resistente e adaptado ao clima local. A origem do nome Pêga vem de um instrumento em forma de duas argolas usado para prender os pés dos escravos negros na mesma época em que surgiu o jumento no Brasil. Os animais eram marcados a ferro com o mesmo desenho. A principal utilidade do jumento Pêga é a produção de muares (mulas e burros) para manejo de gado, mas também é utilizado como tração animal, cavalgadas e concursos de marcha.

368

Quais as raças brasileiras e grupos genéticos localmente adaptados de suínos, remanescentes dos animais trazidos pelos colonizadores para o Brasil?

Os mais conhecidos são o Piau e o Moura, mas temos ainda Monteiro, Caruncho, Canastra, Canastrão, Nilo, Pereira, Pirapetinga, Tatu e Macau.

369

O que ocorreu na suinocultura brasileira que ocasionou a quase extinção dos grupamentos suínos denominados nacionais ou tipo banha?

Com a introdução das raças de maior produtividade na região Sul do País, as criações de suínos de raças nacionais foram aos poucos sendo substituídas, ficando restritas às criações de subsistência e a alguns núcleos em universidades. Todas as raças localmente adaptadas de suínos eram consideradas do tipo banha, e com a drástica redução no consumo e, conseqüentemente, na produção de banha, as indústrias passaram a utilizar raças do tipo carne, o que fez com que as localmente adaptadas passassem a ser gradativamente substituídas. As populações remanescentes estão distribuídas de Sul a

Norte do País, sendo mais frequentes no estado de Minas Gerais por causa das peculiaridades da culinária local. Apresentam grande rusticidade e adaptação a condições ambientais desfavoráveis.

370 Qual é o objetivo da conservação da raça ovina Santa Inês?

O objetivo é a manutenção de uma raça que vem sendo ameaçada de descaracterização pelo cruzamento com raças especializadas. O ovino Santa Inês é uma raça que tem como características principais uma alta rusticidade, adaptabilidade aos ambientes de temperaturas elevadas como o Semiárido, além de possuir grande habilidade materna.

371 Como a raça ovina Santa Inês pode ser terminada em campo?

O ovino Santa Inês pode ser engordado em sistema integrado silvipastoril, em que o componente arbóreo é o caju. Essa associação melhora a ambiência, o que resulta em maior tempo de atividade de pastejo, quando comparado com o monocultivo.

372 Quais são as doenças mais comuns nos ovinos?

Verminose, clostridioses, linfadenite caseosa.

373 A verminose ainda é o principal problema sanitário dos ovinos criados em campo? Como controlá-la?

Sim, os helmintos gastrintestinais, especialmente *Haemonchus contortus*, parasita hematófago do abomaso, tem alta patogenicidade e grande capacidade de ser resistente a muitos anti-helmínticos. Dentre as medidas que auxiliam no controle da verminose dos ovinos, destacam-se algumas práticas de manejo como: controle

seletivo pelo uso do método Famacha; separação dos animais jovens e matrizes, prenhes e com cria ao pé, (animais mais susceptíveis) do restante do rebanho; e pastejo misto, como o pastejo de ovinos e bovinos juntos.

374

Quais as espécies de abelhas que são comuns e importantes no Brasil?

O mel adquirido no mercado brasileiro, farmácia, etc. é da abelha *Apis mellifera*. Essa espécie foi introduzida no Brasil pelos imigrantes, no período da colonização. Há 61 anos também foi introduzida a raça de abelha africana *Apis mellifera scutellares*. As cinco raças introduzidas no Brasil se acasalaram naturalmente e formaram um poli-híbrido conhecido como abelha africanizada, uma vez que as características da raça africana se sobressaíram.

Um grupo de abelhas que chama muito a atenção entre as espécies sociais são as abelhas-sem-ferrão. Essas abelhas possuem ferrão atrofiado que não pode ser usado como defesa. Estima-se existir, aproximadamente, 300 espécies dessas abelhas no Brasil. A maioria dessas abelhas está restrita a determinadas regiões; poucas espécies conseguem estar presentes em todo território nacional, como a arapuá (*Trigona spinipes*), provavelmente a mais conhecida. Na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, uma abelha abundante é a jataí (*Tetragonisca angustula*). No Nordeste, as abelhas urucu (*Melipona scutellares*) e jandaíra (*Melipona subnitida*) são muito criadas, e, no Norte, a tiúba ou urucu-cinzenta (*Melipona fasciculata*).

Quanto às abelhas solitárias, as mais conhecidas são as espécies de mamangavas, *Xylocopa* sp. Essa abelha é importante na polinização de flores grandes como a flor do maracujá.

375

As abelhas de pequeno porte prejudicam a produção de frutos?

Em algumas plantas de flores grandes, as abelhas de pequeno porte, como as abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) e as

abelhas-sem-ferrão (tribo Meliponini), coletam o néctar e o pólen sem conseguir realizar a polinização e, com isso, reduzem a quantidade de pólen disponível para efetivar a polinização ou tornam as flores menos atrativas para os polinizadores. Esse é o caso das flores de maracujá, que dependem de polinização cruzada para a frutificação. Logo, a ação de polinizadores é fundamental para a formação dos frutos, e as abelhas de porte médio e grande, como as várias espécies de mamangavas (*Xylocopa* sp.), são os polinizadores mais eficientes.

376

Como se pode atrair e manter os insetos polinizadores de maracujá?

O maracujá é polinizado por abelhas grandes, como as mamangavas (*Xylocopa* sp.). A manutenção, a proteção e o enriquecimento das matas nativas no entorno das culturas é a primeira medida a ser tomada para manter populações de polinizadores e garantir os serviços ambientais.



As mamangavas constroem seus ninhos em túneis que escavam em galhos ou pedaços de madeira. A postura é realizada nessas galerias, onde as abelhas depositam alimento para as crias que vão eclodir. Fornecer locais alternativos de nidificação, deixando no pomar galhos e troncos de madeira seca e macia, que possam ser cortados com as mandíbulas das abelhas, ajuda a aumentar a população de mamangavas no pomar. É importante que os troncos sejam colocados a pelo menos 0,50 cm de altura, o que também ajuda na proteção do ataque de formigas. A construção de abrigos para os troncos, deixando-os protegidos do sol e da chuva, também é recomendável. Em caso de culturas com manejo convencional, são necessários, ainda, cuidados específicos quanto à aplicação de agrotóxicos.

377

Como garantir a quantidade suficiente de mamangavas para a polinização?

Estudos indicam que, para garantir que todas as flores de maracujá sejam visitadas pelos polinizadores, é necessária uma população em torno de 350 fêmeas de mangangava por hectare de plantio. As flores de maracujá-amarelo são importantes fontes de alimento para as mamangavas, porém não são suficientes para manutenção de uma população elevada. Assim, é necessário que haja disponibilidade de fontes de alimento alternativas, como o mororó, o urucum, a acácia, a crotalária, o ipê, a jurubeba, a quaresmeira, o manacá-do-campo, entre outras.

378

Qual seria a espécie indicada para iniciar uma criação de abelhas-sem-ferrão?

Existem mais de 300 espécies de abelhas-sem-ferrão no Brasil, algumas podendo ser encontradas por todo o País, outras delas endêmicas. A espécie selecionada para criação racional deve ser de ocorrência natural da região de instalação do meliponário, pois essas abelhas já estão adaptadas à flora local, a condições de temperatura, ao período de chuva, à estiagem, etc. Podem ser encontradas informações das espécies de abelhas-sem-ferrão de ocorrência natural em cada estado brasileiro e que podem ser usadas na criação racional¹².

379

Como preparar isca feromônio para capturar abelhas?

A loção ou isca feromônio é usada em caixas iscas para atrair enxames de abelhas-sem-ferrão. Pode ser adquirida em lojas especializadas ou com produtores mais experientes. Mas seu preparo é bastante simples.

¹²Disponível em: <<http://moure.cria.org.br/index>>.

Material necessário:

- 200 mL de álcool.
- 200 g de cera de abelhas (pode misturar cera de várias espécies, inclusive de abelha africanizada, *A. mellifera*, mas é preferível usar cera de abelhas-sem-ferrão).
- Própolis ou geoprópolis em quantidade e disponível.

Essa mistura deve ser curtida por 15 a 30 dias, sendo agitada pelo menos uma vez ao dia, após esse tempo já pode ser utilizada.

380

Como adquirir enxames de abelhas-sem-ferrão para iniciar uma criação?

A obtenção de colônias de abelhas-sem-ferrão deve ser realizada com utilização de ninhos-isca, aquisição de produtores cadastrados ou outros métodos não destrutivos, conforme estabelecido na Resolução nº 346, de 6 de julho de 2004 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2004).

381

Como poderia iniciar a criação de abelhas em áreas urbanas?

Atualmente, com toda a publicidade que as abelhas vêm recebendo sobre o seu desaparecimento e os riscos implícitos para o meio ambiente e humanidade, a criação das abelhas em ambiente urbano começou a ser praticada. Aqui no Brasil, para evitar acidentes e até mortes, não se recomenda a instalação de criatórios de abelhas *Apis mellifera* a menos de 500 m de distância de residências, escolas, igrejas, estradas, currais, etc.

Contudo, há no Brasil espécies de abelhas-sem-ferrão que podem ser criadas próximo de residências. Nesse caso, recomendam-se as abelhas menores, que possuem comportamento defensivo menos agressivo e que ocorram naturalmente na região que serão criadas. Antes da aquisição das colônias, é necessário buscar orientações sobre a criação em livros e cursos e garantir que

haja nas proximidades uma quantidade de flores que fornecerá às abelhas alimento durante todo ano.

382

Como proceder para realizar a divisão de colônias de abelhas-sem-ferrão?

Colônias de abelhas-sem-ferrão podem ser divididas em até quatro outras. Antes, porém, é importante verificar se existem na proximidade outras colônias da mesma espécie com a presença de machos. São esses machos que vão se acasalar com a rainha virgem da nova colônia, possibilitando a postura de ovos fecundados que darão origem às fêmeas.

Durante a divisão, discos de cria nova e nascente, potes de alimento e cerume são tirados de uma ou duas colônias e colocados em uma nova colmeia. Essa nova colônia deve ser colocada no local de uma das colônias antigas para que as operárias campeiras entrem no novo ninho. Dependendo da espécie, é necessário observar se há células reais nos discos de cria. Pode ser necessário o fornecimento de alimento e a vedação de toda a colônia com fita adesiva, para evitar a entrada de inimigos naturais, principalmente forídeos, e auxiliar no controle da temperatura interna.

383

O que é CCD e quais são as causas do desaparecimento das abelhas?

A *Colony Collapse Disorder* – CCD (Síndrome do Colapso das Colônias) foi inicialmente relatada em 2006, nos Estados Unidos, quando vários apicultores começaram a observar que colônias estavam tendo uma redução grande na população de operárias sem que houvesse alguma causa específica. Estima-se que os apicultores norte-americanos tenham perdido 325 mil colônias por causa da CCD.

As pesquisas apontam para um conjunto de fatores que, combinados, causam uma sobrecarga de estresse e levam a CCD. As infestações com o ácaro *Varroa destructor* e com o microsporídio *Nosema ceranae* estão relacionadas à síndrome, porém não

são as únicas causas. As abelhas são especialmente suscetíveis aos agrotóxicos, que podem interagir com esses agentes patogênicos. O estresse causado pelo transporte durante a migração e problemas nutricionais das colônias, causados pelo desmatamento e extensas áreas de monocultivo, também são apontados como causas da CCD, uma vez que reduzem a imunidade das abelhas.

Contudo, é preciso deixar claro que no Brasil ainda não foi notificado nenhum caso de CCD. Os problemas relacionados à perda de enxames e mortalidade de colônias no País possuem como causa a seca, o desmatamento e o uso indiscriminado de agrotóxico.

384

Quais são os impactos da perda das abelhas no meio ambiente e na produção de alimentos?

As abelhas são responsáveis pela polinização de centenas de árvores frutíferas. As abelhas-sem-ferrão, por exemplo, polinizam entre 30% e 90% das espécies de plantas nativas brasileiras, dependendo do bioma. Algumas espécies vegetais são tão dependentes das abelhas para se reproduzirem que a extinção destas pode levar à extinção da planta. Como muitos animais se alimentam de frutos e utilizam as árvores para nidificação, com a redução da quantidade de abelhas há um impacto negativo em todo o meio ambiente, podendo haver a extinção de várias espécies animais.

Na produção agrícola, esses insetos são considerados o agente polinizador mais importante e eficiente, sendo responsáveis pela polinização de aproximadamente 70% das espécies cultivadas em todo o mundo. Assim, além dos impactos ambientais, também a segurança e diversidade alimentar, a garantia da nutrição humana e os preços dos alimentos são afetados pela atuação dos agentes polinizadores.

No Brasil, 85 de 141 espécies de plantas cultivadas para uso na alimentação humana, na produção animal, de biodiesel e fibras dependem em certo grau da polinização animal. Algumas culturas como abóbora, acerola, cajazeira, castanha-do-pará, cupuaçu,

fruta do conde, maracujá, melancia e melão possuem dependência essencial por polinizadores. Goiaba, girassol, guaraná, tomate, abacate, cereja, pêsego, ameixa, entre outras, possuem grande dependência. Mas mesmo as plantas que se reproduzem sem polinizadores, como soja e feijão, são beneficiadas com a ação deles.

385 Como a perda das abelhas pode ser evitada?

A principal ação que deve ser realizada para evitar a perda das abelhas é a preservação ambiental. Outras ações necessárias são controlar o uso de agrotóxicos e estimular a substituição destes por controle biológico; estimular a produção familiar e o consumo de produtos orgânicos; criar políticas públicas e fiscalizar o resgate das abelhas em áreas de desmatamento e em empresas que trabalham com extração de madeira, direcionando a doação de troncos com ninhos de abelhas para criadores cadastrados ou instituições de ensino e pesquisa, entre outras.

386 Qual é a estimativa da perda de espécies de abelhas no Brasil?

Um terço das espécies do gênero *Melipona*, conhecidas como abelhas-sem-ferrão, está em risco de desaparecer. A estimativa de perda de abelhas, no Brasil, é difícil pela própria extensão territorial, pela diversidade da apifauna nos diversos biomas brasileiros e porque não há um cadastro nacional dos criadores de abelhas. Segundo a ONG Sem Abelha Sem Alimento, os registros de perda de abelhas entre março de 2014 e agosto de 2017 contabilizam 20 mil colônias, e o uso de pesticida é uma das causas mais apontadas.

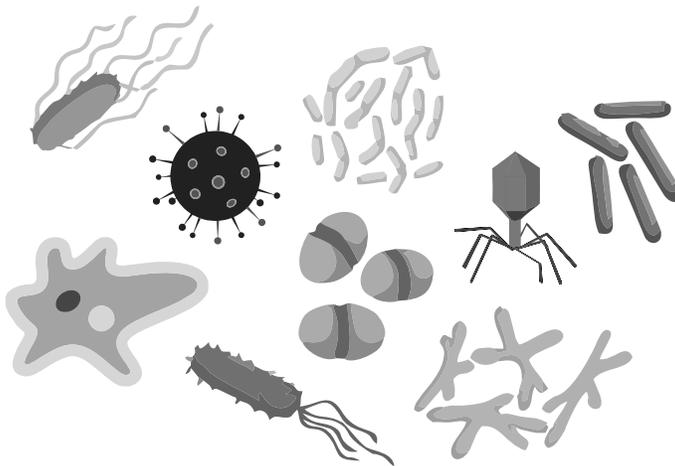
Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8402**: Gestão da qualidade e garantia da qualidade – Terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

Esta Norma define os termos fundamentais relativos aos conceitos da qualidade, aplicáveis a todas as áreas, para a elaboração e utilização de normas sobre qualidade e para entendimento mútuo nas comunicações nacionais e internacionais.

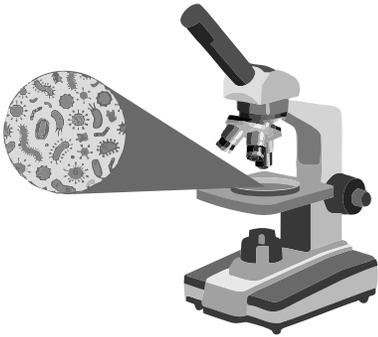
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução Conama nº 346, de 16 de agosto de 2004. Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários. **Diário Oficial da União**, 17 ago. 2004. Seção 1, p. 70.

10 Recursos Genéticos Microbianos



*Jeri Edson Zilli
Mariangela Hungria
Luis Henrique de Barros Soares
Sueli Corrêa Marques de Mello
Christiane Abreu de Oliveira
Maria Elita Batista de Castro
João Batista Tavares da Silva
Gildo Almeida da Silva
Catia Silene Klein*

387 O que a microbiologia estuda?



A microbiologia é a ciência que estuda os organismos microscópicos, ou seja, aqueles que não são visíveis a olho nu e, portanto, precisam ser examinados com um microscópio sendo, por isso, denominados microrganismos. Incluem-se nesses estudos não apenas a morfologia dos microrganismos, mas também suas atividades metabólicas, suas relações com o ambiente, com outros microrganismos e outros seres vivos.

388 Quais são os principais grupos microbianos considerados recursos genéticos?

As bactérias, arqueobactérias, fungos, vírus, algas unicelulares e protozoários. Principalmente no caso de algas, fungos e protozoários, há exemplares que podem, inclusive, ser visíveis a olho nu, o que leva alguns microbiologistas a não ficarem restritos à definição de microrganismos com base no tamanho, mas sim nas propriedades que caracterizam cada grupo microbiano.

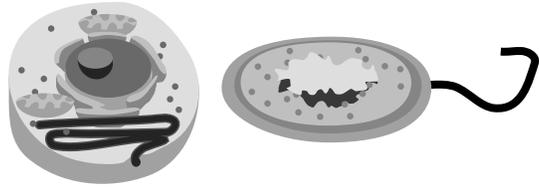
389 Onde os microrganismos são encontrados?

Os microrganismos existem em grande quantidade e diversidade no planeta. Estão presentes em todos os ambientes, tanto terrestres, como aquáticos. Podem ser encontrados também em ambientes extremos, como nas regiões polares, desertos, fundo de oceanos e vulcões. Não se pode esquecer que também estão presentes em todos os demais seres vivos, inclusive no homem. O corpo humano abriga bilhões de microrganismos, a grande maioria essencial a nossa sobrevivência e saúde.

390

Qual é a diferença entre microrganismos procariotos e eucariotos?

Essa classificação se refere ao tipo de célula dos microrganismos. Procariotos são microrganismos com menor grau de



evolução, porque não possuem núcleo organizado; as demais estruturas celulares são simples, por exemplo, bactérias. Os eucariotos apresentam uma membrana envolvendo o núcleo celular, chamada carioteca, mantendo-o organizado, e as estruturas celulares são mais complexas, como algas, fungos e protozoários.

391

Os vírus são de fato microrganismos?

Os vírus são de fato microscópicos, mas apresentam propriedades muito particulares, o que leva a uma discussão quanto a serem ou não microrganismos, ou mesmo seres vivos. Não possuem estrutura celular nem metabolismo próprio, necessitando das estruturas de células de um organismo hospedeiro para replicar seu material genético; e, por isso, são considerados parasitas intracelulares obrigatórios. Basicamente são formados de um só tipo de ácido nucleico, DNA ou RNA (podendo ser de fita simples ou dupla), e de uma cápsula proteica que envolve o ácido nucleico (capsídeo). Alguns vírus apresentam um envelope externo ao capsídeo formado de moléculas de lipídeos e glicoproteínas.

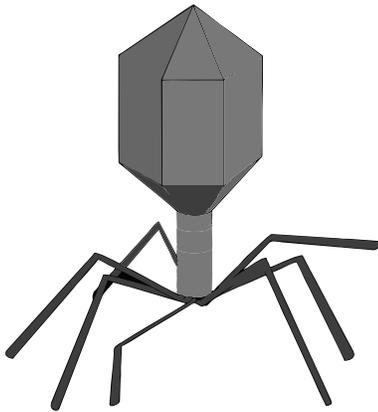
392

Então, qual é o conceito de espécie na taxonomia de vírus?

Em 2013, o International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) apresentou uma nova definição para o termo espécie viral (*virus species*): é um grupo monofilético, cujas propriedades são distinguidas de outros grupos por múltiplos critérios, interpretados como diversas características relacionadas à replicação, à faixa de

hospedeiros, ao tropismo por células e tecidos, à patogenicidade, ao modo de transmissão, à antigenicidade e ao grau de parentesco de seus genomas ou genes.

393 Existe especificidade de hospedeiros na infecção por vírus?



Existem alguns vírus que infectam tanto vertebrados quanto plantas, invertebrados, protistas, fungos e bactérias, porém a maioria infecta tipos específicos de hospedeiros e de células. A pesquisa sempre está mais concentrada na coevolução de vertebrados e plantas e seus vírus do que em invertebrados e seus vírus. Entretanto, os invertebrados são grandes transportadores de vírus, e essa associação evoluiu ao longo de

milhões de anos. A diversidade e a evolução dos vírus dependem em grande parte de como os vírus interagem com seus hospedeiros e de como os possíveis processos gerados dessas interações podem ter evoluído ao longo do tempo. Processos como mutações, recombinações, rearranjos genéticos ocasionados por coinfeções e fatores que influenciam na persistência e transmissão do vírus e na densidade e estrutura das populações (de vírus e de hospedeiros) são fontes de variabilidade genética que têm implicações significativas na diversificação, na capacidade de adaptação, na coevolução dos vírus e de seus hospedeiros e na especificidade na infecção.

394 Qual é o papel dos vírus no controle natural de populações de insetos?

Os vírus são inimigos naturais de fundamental importância no equilíbrio natural das populações dos insetos. Podem se disseminar muito rapidamente causando redução drástica, ou mesmo colapso dessas populações de maneira generalizada, trazendo impactos

significativos no tamanho de várias populações de insetos. Os vírus de insetos são específicos, altamente patogênicos, e seguros em relação à saúde e ao meio ambiente, por isso são considerados excelentes agentes de controle para uso em programas de manejo integrado de pragas. Um exemplo importante são os baculovírus, utilizados no controle biológico de pragas, principalmente lagartas, em culturas agrícolas e florestais.

395 Como os microrganismos impactam a humanidade?

Os microrganismos podem apresentar interações positivas ou negativas com os seres humanos. No caso de interações negativas, são denominados patógenos, podendo afetar a saúde humana, animal ou de plantas. Interações positivas também podem ocorrer com o homem, animais (por exemplo, flora intestinal), plantas (por exemplo, bactérias simbióticas fixadoras de nitrogênio). Atuam, ainda, na formação dos solos, nos ciclos dos nutrientes, na produção de alimentos, ou mesmo, em alguns casos, na produção de oxigênio e no consumo de gás carbônico na biosfera e nos oceanos. Portanto, o estudo desses microrganismos é de grande importância para a sobrevivência da humanidade, tanto em termos de alimentação, como de saúde.

396 O que se entende por recursos genéticos microbianos?

O termo recursos genéticos microbianos indica qualquer material genético com valor real ou potencial ao homem. Os recursos genéticos microbianos são reconhecidos como essenciais para o avanço do conhecimento nas áreas da saúde, da agropecuária, do ambiente, do processamento e da indústria de alimentos e de biotecnologia em geral.

397 Qual é a importância dos recursos genéticos microbianos para a agropecuária?

Na agropecuária, os microrganismos podem ser utilizados em uma ampla gama de aplicações. Exercem papel importante

na substituição parcial ou total de fertilizantes químicos, como promotores de crescimento de plantas e como agentes de controle biológico de pragas, doenças e plantas daninhas, impactando diretamente o desenvolvimento das plantas e a produção de alimentos na nutrição e saúde animal, na produção de probióticos, e no desenvolvimento de vacinas e de métodos de diagnóstico de doenças, no processamento e armazenamento de alimentos e em diversas outras aplicações, como biorremediadores de resíduos, além de servirem como fonte de genes para a biotecnologia.

398

Qual é a importância da preservação dos recursos genéticos diante do crescimento da biotecnologia e do desenvolvimento de organismos geneticamente modificados?

A busca por características interessantes e promissoras para o desenvolvimento de bioinsumos, aplicados aos setores farmacêutico, biomédico, alimentar e agropecuário, tende a se ampliar por meio da bioprospecção em coleções de culturas microbianas reconhecidas e com qualidade na gestão e preservação dos recursos genéticos oriundos dos mais diferentes biomas e ambientes. Plantas geneticamente resistentes a herbicidas à base de glifosato, e também tolerantes ao ataque de pragas, são bons exemplos da importância dos microrganismos. Essas plantas foram transformadas pela inserção de genes obtidos de *Agrobacterium tumefaciens* e *Bacillus thuringiensis*, respectivamente, que são microrganismos encontrados na natureza e preservados em diversas coleções mundo afora.

399

Quais são os impactos das mudanças climáticas globais sobre os recursos genéticos microbianos?

As mudanças climáticas decorrentes, principalmente, do aquecimento global podem influenciar os mecanismos evolutivos em longo prazo e também as interações e dinâmicas populacionais em médio prazo, por interferirem na estrutura e composição do ambiente em que os organismos vivem. Essas perturbações tornam

necessário o conhecimento e a preservação do que existe hoje em termos de diversidade de recursos genéticos. Do ponto de vista agrícola, os microrganismos que são eficientes hoje na promoção do crescimento de plantas e nas relações simbióticas para fixação biológica de nitrogênio, por exemplo, podem ser impactados por essas mudanças prováveis. Entretanto, certos grupos de microrganismos podem favorecer as plantas cultivadas quanto à resistência a certos patógenos e à adaptabilidade dessas plantas a ambientes e condições adversas, como estresse hídrico, por períodos prolongados. Assim, a bioprospecção de microrganismos que induzam respostas favoráveis para as culturas agrícolas é uma atividade extremamente importante no cenário das mudanças globais.

400 Como os recursos genéticos microbianos podem ser categorizados?

De forma geral, é possível separar os microrganismos pela forma como são explorados ou impactam a vida humana. Assim, em uma visão geral, os microrganismos podem ser classificados como promotores de crescimento de plantas (exemplo: fixadores de nitrogênio), fitopatogênicos (que causam doenças em plantas), patógenos de animais e do homem (causadores de doenças), biocontroladores (usados no controle biológico), biorremediadores (com funções ambientais, por exemplo, na biorremediação de áreas contaminadas), industriais (destinados à tecnologia de alimentos, por exemplo, na elaboração de vinhos, cervejas, queijos e pães).

401 Como assegurar a soberania nacional na questão dos recursos genéticos microbianos?

As atividades de coleta, identificação, caracterização e conservação, aliadas à avaliação do potencial de uso dos recursos genéticos microbianos, são atividades críticas para garantir a soberania nacional nessa questão. Recursos genéticos constituem patrimônio nacional e, se conservados adequadamente e bem explorados, podem gerar

riquezas para o País. As pesquisas com esses organismos constituem práticas indispensáveis ao desenvolvimento científico e tecnológico em vários setores da economia e, em especial, no setor agropecuário. Os microrganismos desempenham funções fundamentais na natureza; vale dizer que nossa vida na terra depende da existência desses seres microscópicos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, ciclagem e mobilização de nutrientes. A sustentabilidade da agricultura depende grandemente das atividades de tais organismos, e, aparentemente, as regiões tropicais são detentoras da maior diversidade deles. Desse modo, não restam dúvidas de que a prospecção da biodiversidade microbiana, aliada à formação de coleções biológicas e sua conservação, é a garantia da permanência desses recursos biológicos para estudos de aplicações no agronegócio brasileiro e em outros setores produtivos relacionados.

402 Por que há necessidade de se manter um fluxo contínuo de coleta, isolamento, caracterização e avaliação de microrganismos para os diversos usos agrícola e ambiental?

Um aspecto fundamental no desenvolvimento de novos produtos é a descoberta de estirpes com maior atividade ou mais adaptadas às condições ambientais em que esses produtos serão utilizados. Características desejáveis nos organismos de interesse podem ser introduzidas ou potencializadas, utilizando-se técnicas biotecnológicas. Por isso, há necessidade de um esforço contínuo na busca de maior conhecimento da diversidade microbiana de interesse, sua conservação e disponibilização para a pesquisa.

403 Qual a segurança que existe nas coleções de cultura com relação aos riscos de se perder os recursos genéticos depositados?

A grande parte das coleções de cultura espalhadas pelo mundo realizam o depósito de microrganismos, oferecem serviços de identificação e realizam pesquisas e bioprospecção no material

depositado. Conseqüentemente, as equipes envolvidas nos trabalhos com recursos genéticos devem ser continuamente treinadas e capacitada para tal fim. Em coleções adequadamente planejadas e estruturadas, existem áreas especialmente preparadas para estocagem e preservação microbiana. Além disso, é indispensável a existência de uma coleção de cópia, ou *backup*, contendo os mesmos acessos, mas em uma área separada, em espaço físico distinto, para o caso de ocorrer algum acidente com o material original.

404 A Embrapa possui coleções de culturas de microrganismos?

A Embrapa tem realizado esforços para a criação e manutenção de coleções de microrganismos de interesse do agronegócio, alocando recursos humanos especializados e infraestrutura adequada. Nesse contexto, a Embrapa possui diversas coleções de culturas setORIZADAS, como:

- Microrganismos multifuncionais – incluindo diversas coleções de microrganismos promotores do crescimento de plantas, fungos micorrízicos e microrganismos de importância ambiental.
- Microrganismos para biocontrole – bactérias, fungos e vírus de invertebrados utilizados para o controle biológico de pragas e doenças.
- Microrganismos fitopatogênicos – incluindo os de importância quarentenária e os fitopatógenos de culturas de importância econômica, como arroz, feijão, milho, sorgo, hortaliças e outras plantas.
- Microrganismos de interesse para a agroindústria e a produção animal – microrganismos relacionados ao agronegócio do leite, da agroindústria, de caprinos e ovinos, da suinocultura, da avicultura, da agroenergia e da indústria de alimentos.
- Microrganismos de interesse agroindustrial – é uma coleção institucional composta de leveduras e fungos filamentosos patogênicos relacionados, especialmente, com vinho e videira, respectivamente.

Essas coleções seguem padrões e protocolos internacionais estabelecidos de biossegurança, bioproteção, qualidade, intercâmbio e registro. Mais informações acerca do acervo, de gerenciamento e de técnicas empregadas nas coleções são disponibilizadas na *homepage* da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

405

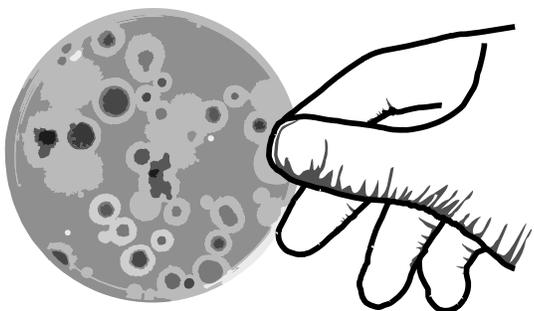
Por que essas coleções de microrganismos são importantes para o agronegócio brasileiro?

Diversos microrganismos causam forte impacto no agronegócio brasileiro. Por esse motivo, os recursos genéticos microbianos precisam ser preservados adequadamente, a fim de garantir o fornecimento de agentes microbianos de qualidade para a pesquisa, a indústria, o registro de patentes, entre outros. Como exemplo, têm-se as bactérias fixadoras de nitrogênio que podem substituir o uso de fertilizantes nitrogenados; linhagens de leveduras, como de *Saccharomyces cerevisiae*, de relevância para o mercado de vinhos e espumantes; bactérias ácido-láticas, como os *Lactobacillus* benéficos e certos patógenos, como *Streptococcus*, causando impacto no setor de laticínios; fungos comestíveis e medicinais, de um lado, e patógenos de alimentos, como *Salmonella* spp., de outro lado, ambos impactando a agroindústria e a saúde humana; bactérias de invertebrados, como as do gênero *Bacillus*, bem como fungos e vírus de invertebrados com grande aplicação, como inseticidas biológicos. Há também coleções de patógenos com o fim de desenvolvimento de vacinas humanas e animais, responsáveis pela guarda de cepas idênticas às que circulam nas respectivas populações brasileiras, garantindo melhor eficácia no controle de surtos de doenças de importância econômica na agropecuária e para a saúde da população humana.

406

Como se dá a coleta e o isolamento dos microrganismos?

As atividades de coleta e isolamento são específicas para cada grupo de microrganismo. A coleta dos microrganismos sempre deve obedecer à legislação vigente e, no caso de obtenção a partir de tecido animal, seguir também os procedimentos de bioética. Nos exemplares



de *Manual de curadores de germoplasma – microrganismos* (Castro et al., 2011), já citados, estão detalhados procedimentos para coleta e avaliação dos principais grupos de microrganismos de importância para o agronegócio.

Bactérias fixadoras de nitrogênio podem ser isoladas a partir de nódulos de leguminosas hospedeiras e fungos micorrízicos, a partir de plantas com boa nutrição de fósforo. Microrganismos patogênicos, em geral, são isolados de animais com sintomas clínicos de doenças, de plantas exibindo sintomas, de solos infestados e de sementes infestadas e/ou infectadas. Os agentes de biocontrole de doenças de plantas são comumente encontrados em amostras de tecidos vegetais, colonizando-os externa ou internamente (endofíticos), sem causar qualquer sintoma. Também podem ser obtidos de amostras de solo, principalmente da rizosfera, de partes vegetais em decomposição ou, ainda, de sementes. Vírus de invertebrados são coletados de insetos mortos ou vivos com sinais de infecção, enquanto os patógenos de vertebrados são obtidos por necrópsia ou *swab* de animais infectados. Muitos microrganismos são isolados sob as mais diversas condições edafoclimáticas, como a Antártida, a Caatinga, a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica, entre outros.

407 Em que consiste o enriquecimento de coleções microbianas?

O enriquecimento é um conjunto de atividades destinadas à ampliação do acervo da coleção e pode ocorrer de duas formas: mediante coleta e mediante intercâmbio. A coleta consiste na busca a campo dos microrganismos de interesse para serem preservados em coleção. O intercâmbio ocorre quando há introdução, na coleção, de materiais recebidos de outras coleções ou de pesquisadores e instituições com interesse no uso de microrganismos para pesquisa científica. Por ambos os procedimentos se consegue

ampliar a base genética da coleção, introduzindo-se amostras provenientes de diferentes habitats, considerando-se que a especificidade de um organismo pode exigir a vigência de condições especiais de ambiente que estão restritas a uma porção de um habitat.

408

Como os microrganismos são avaliados quanto ao potencial de uso?

Os microrganismos obtidos de coletas, e/ou introduzidos nas coleções por meio de intercâmbio, podem ser testados quanto a propriedades importantes, como a produção de diversas enzimas com aplicação biotecnológica, a capacidade de solubilizar fosfatos, a produção de fitormônios, a capacidade de degradação de poluentes e agrotóxicos, como biocidas, entre outras propriedades de interesse. Tais testes partem do estudo das características culturais, dos ensaios moleculares e de produção enzimática, para determinação da identidade taxonômica e das propriedades características de cada organismo. Agentes de controle biológico e patogênicos são avaliados em testes de infecção *in vitro* e *in vivo*. Bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos são avaliados quanto à eficiência na nutrição das plantas (fornecimento de nitrogênio e fósforo, respectivamente), inicialmente, em condições controladas, utilizando substrato estéril e na ausência parcial ou total desses nutrientes. Outros fungos e bactérias potenciais promotores do crescimento de plantas são submetidos a estudos *in vitro* quanto à capacidade de produção de fitormônios, solubilização de nutrientes e produção de sideróforos. Esses estudos devem ser seguidos por testes *in vivo* para confirmação desse potencial.

409

Por que se buscam microrganismos em ambientes extremos, e qual pode ser sua aplicação biotecnológica?

Ambientes extremos, por definição, compreendem aqueles cujas condições físicas e químicas impedem o desenvolvimento de organismos que possuem rotas bioquímicas bem conhecidas. Assim, ambientes com alto nível de salinidade, extremos de temperatura (altas ou baixas), ambientes subterrâneos (gelo ou rochas) e fissuras

subterrâneas com atividade hidrotérmica (temperatura e pressão muito elevadas) atraem a curiosidade científica sobre as estratégias físicas, bioquímicas e moleculares que permitem a existência e sobrevivência de organismos denominados extremófilos, pelas suas condições desfavoráveis às formas de vida mais abundantes. Por serem as formas mais antigas de vida no planeta, parece óbvio, do ponto de vista evolutivo, que esses extremófilos são capazes de indicar como a vida se originou e se adaptou às mais diversas condições ambientais. Além disso, os trabalhos científicos têm indicado que algumas estratégias de sobrevivência particulares dos extremófilos, principalmente a versatilidade metabólica na produção de moléculas adaptadas e a robustez de seus biocatalisadores, podem se tornar uma grande fonte de novas aplicações biotecnológicas, principalmente em processos industriais em que essas condições mais extremas são importantes para acelerar determinados bioprocessos.

410

Como se procede a identificação dos microrganismos em uma coleção de culturas?

Em geral, a identificação de cada grupo de microrganismos requer uma série de análises específicas. Atualmente, a identificação dos microrganismos é feita pela análise dos genes mais conservados, os ribossomais, como o 16S RNAr para procariotos e o 18S RNAr e a região intergênica entre o 5S RNAr e o 18S RNAr, em eucariotos. Outros genes conservados, que codificam proteínas essenciais para os microrganismos, são usados de modo complementar, e, com o avanço nos equipamentos de sequenciamento, genomas inteiros podem ser obtidos com maior facilidade, permitindo a identificação precisa de um número crescente de microrganismos. Outras técnicas baseadas em cromatografia e espectrometria também podem ser usadas para tipificação de microrganismos com base na composição de ácidos graxos e proteínas celulares. Alguns vírus são identificados com base em estruturas típicas observadas por microscopia ótica, como os corpos de oclusão de forma poliédrica (altamente refráteis), porém a maioria requer análises por microscopia eletrônica de estruturas específicas em partículas purificadas de vírus. Para uma melhor identificação desses agentes infecciosos,

frequentemente têm sido utilizadas análises moleculares a partir de DNA das partículas virais. Vale lembrar que cada grupo microbiano tem suas peculiaridades, e especialistas internacionais que atuam com cada grupo estabelecem os critérios mínimos para a taxonomia e sistemática. A partir da década de 1980, a taxonomia polifásica, que engloba desde dados fenotípicos até os baseados no DNA, passou a ser utilizada para a definição de espécies microbianas, e, mais recentemente, observa-se uma prevalência da chamada taxonomia molecular ou taxonomia genômica, que se baseia em informações dos genomas dos microrganismos (Lajudie et al., 2019).

411

Então a maior parte dos microrganismos já foi isolada e se encontra depositada em coleções de culturas?

Absolutamente não. A possibilidade de se extrair DNA total de amostras ambientais, incluindo solos, águas e oceanos, e o grande avanço nas metodologias de sequenciamento de DNA e a comparação das sequências por bioinformática têm mostrado que, em todos esses anos de estudo, desde a descoberta do microscópio (por Antonie van Leeuwenhoek, 1632–1723), apenas conseguimos identificar e definir meios de crescimento para menos de 1% dos microrganismos do planeta. Os demais 99%, ou são microrganismos denominados não cultiváveis, ou ainda não sabemos como cultivá-los, porém, devem representar uma fonte riquíssima de recursos biológicos que poderão ser desvendados nas próximas décadas. À medida que as metodologias de pesquisa avançam, mais e mais microrganismos têm sido descobertos, e assim será daqui em diante.

412

Visto que a grande maioria dos microrganismos do ambiente ainda não pode ser cultivada em laboratório, como a diversidade de recursos genéticos pode ser estudada e preservada?

Os microrganismos respondem pela maior parte da diversidade biológica do nosso planeta. Quanto maior for a biodiversidade

preservada, maior a probabilidade de se encontrar, por meio da bioprospecção de caracteres, algum componente microbiano de interesse para a sociedade, que possa ser produzido em larga escala. Diversos compostos e enzimas de origem microbiana com inúmeras aplicações biotecnológicas são conhecidos, por isso é de se esperar que a diversidade entre os organismos não cultiváveis represente uma fonte enorme de novos produtos metabólicos. Essa diversidade microbiana não cultivável pode ser estudada com o uso das técnicas ômicas, e que incluem a metagenômica (estudo dos genes do meio ambiente), transcriptômica (estudo dos genes expressos), proteômica (estudo das proteínas), metabolômica (estudo dos produtos do metabolismo). Com essas técnicas, além de recuperar e analisar a diversidade biológica, metabólica e funcional desses microrganismos presentes em determinado momento no material estipulado, podem-se analisar funcionalmente os fragmentos, genes e metabólitos produzidos. Essa segunda análise possibilita a descoberta de novas funções bioquímicas associadas a um determinado ambiente, sem a necessidade de se identificar um microrganismo que a produza.

413 Que são os microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCPs) e como agem para promover o crescimento vegetal?

O grupo dos MPCPs inclui tanto microrganismos procarióticos quanto eucarióticos que desempenham funções que estimulam o crescimento das raízes e da parte aérea, o aumento da disponibilidade de nutrientes, o controle de estresse abiótico e de doenças. Tais funções são largamente descritas tanto para bactérias, com destaque para os filos Proteobacteria e Firmicutes, e os gêneros *Pseudomonas* e *Bacillus*, como para fungos, com destaque para os gêneros *Trichoderma*, *Gliocladium* e *Piriformospora*. Os MPCPs apresentam vários mecanismos que resultam na promoção do crescimento de plantas, entre eles: a solubilização de fosfato, a fixação de nitrogênio, a aquisição de ferro, a produção de fitormônios e

a atividade de 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) desaminase. Os MPCPs podem também exercer efeitos indiretos na promoção do crescimento de plantas pelo controle de fitopatógenos, mencionado anteriormente, na maior tolerância a estresses ambientais, como seca e altas temperaturas, na remoção de substâncias tóxicas do solo, como metais, compostos aromáticos, herbicidas, pesticidas e outros xenobióticos.

414

Quais são os principais fitormônios (reguladores de crescimento) liberados pelos microrganismos?

Inúmeras substâncias com ação estimuladora sobre as plantas são produzidas por microrganismos e podem promover o aumento do comprimento e área de superfície das raízes. O ácido-indolacético (AIA) é o mais abundante na família das auxinas, e cerca de 80% das bactérias rizosféricas podem sintetizá-lo. Além da auxina, muitos microrganismos podem produzir formas de citocinina que estão envolvidas na germinação de sementes e formação inicial dos ramos, bem como na formação de nódulos durante a fixação de nitrogênio. Outro regulador de crescimento é a giberelina que pertence a um grupo composto por mais de 130 moléculas envolvidas na divisão e alongação celular dentro do meristema apical. O ácido abscísico, por sua vez, está envolvido nas respostas das plantas aos estresses bióticos e abióticos, juntamente, com o etileno. O ácido abscísico é responsável pela inibição da germinação das sementes e florescimento, proteção contra seca, estresse salino e de metais tóxicos. Já o etileno é um hormônio gasoso que também atua em condições de estresses abióticos e estresse por ataque de patógenos; sendo produzido a partir da conversão do S-adenosilmetionina a 1-aminociclopropano-1-carboxilato (ACC) pela atuação da enzima ACC sintase. Alguns microrganismos da rizosfera são capazes de degradar o ACC secretado pelas raízes das plantas, o que diminui o nível de ACC e de etileno na planta e, conseqüentemente, seu estresse.

415

Quais são os MPCPs e como eles realizam a ciclagem de fósforo do solo e de resíduos vegetais, liberando-o para as plantas?

Entre as bactérias que possuem habilidade de solubilizar fósforo no solo destacam-se os gêneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Erwinia*, *Gluconacetobacter*, *Serratia*, *Bradyrhizobium*, *Salmonella*, *Sinomonas*, *Thiobacillus* e *Flavobacterium*. No grupo dos fungos, os gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mortierella*, *Rhizopus*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Sclerotium*, *Torula*, *Trichoderma* e *Fusarium* compreendem aqueles comumente com maior potencial na solubilização de fosfato. Ao que se conhece, os mecanismos responsáveis pela disponibilização de fósforo inorgânico (Pi) estão ligados à liberação de ácidos orgânicos pelos microrganismos, e os mais citados são os ácidos cítrico, oxálico e glucônico, com conseqüente redução de pH do solo e produção de exopolissacarídeos. Além da solubilização do P inorgânico, os microrganismos podem mineralizar o fosfato orgânico do solo denominado fosfato inositol (fitato; mioinositol hexafosfato), que é a forma predominante de P orgânico em muitos solos. A mineralização do P retido na molécula orgânica do ácido fítico ($C_6H_{18}O_{24}P_6$) ocorre mediante a liberação de enzimas fosfatases e fitases.

416

Existem produtos comerciais desenvolvidos a partir dos recursos genéticos microbianos das coleções da Embrapa?

Sim. Há inoculantes com bactérias fixadoras de nitrogênio para a soja, o feijoeiro, o feijão-caupi e mais uma centena de outras leguminosas de grãos, forrageiras tropicais e temperadas, arbóreas e adubos verdes, todas (hoje são cerca de 700 produtos) autorizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e estão depositadas em coleções da Embrapa. A seleção e preservação de linhagens de leveduras de vinícolas importantes da Serra Gaúcha

são outro exemplo. Para cada indicação geográfica (IG) relacionada ao setor vitivinícola, existe um perfil de leveduras autóctones sendo mantidas na coleção e linhagens específicas de *Saccharomyces cerevisiae* disponíveis para uso na elaboração de vinhos. Outro exemplo são as bactérias do gênero *Bacillus*. A Embrapa já desenvolveu cinco bioinseticidas biológicos à base dessa bactéria: o Bt-horus, para o mosquito da dengue, *Aedes aegypti* (2005); o Ponto Final, para as lagartas que atacam culturas agrícolas (2009); o Fim da Picada, para borrachudos (2010); o Nova Bti (2016) e o Strike Bio-Bti (2017), ambos também para controle dos mosquitos *A. aegypti*. Inseticidas biológicos estão sendo fabricados também a partir de baculovírus selecionados e depositados em coleções. Kits de diagnósticos de doenças foram desenvolvidos a partir do isolamento de microrganismos presentes em vertebrados infectados. As coleções também são referência em suas especialidades no diagnóstico de importantes agentes de doenças de plantas, animais e contaminantes de alimentos. Ainda, tais coleções são importantes no desenvolvimento de produtos alimentícios com impacto na agricultura familiar, como caracterização e produção de queijos artesanais, entre outras aplicações, produtos e análises, com grande impacto no agronegócio brasileiro.

417

O que devo saber para desenvolver e registrar produtos contendo microrganismos ativos para uso nas lavouras?

O desenvolvimento de produtos contendo microrganismos ativos, no Brasil, é amparado, de forma geral, por dois arcabouços legais: para o desenvolvimento de produtos contendo microrganismos para biocontrole de pragas e doenças, deve ser seguida a chamada Lei dos Agrotóxicos, Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (Brasil, 1989), subsequentes leis complementares, seus decretos regulamentadores ou de alterações, bem como demais regras oficiais e infralegais que esclarecem como deve ser o desenvolvimento de um novo produto. Para o registro de produtos contendo bactérias promotoras de crescimento de plantas, deve ser seguida

a chamada Lei dos Fertilizantes, Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 (Brasil, 1980), subsequentes leis complementares, seus decretos regulamentadores e demais regras e protocolos oficiais. O Mapa mantém a atualização dessas legislações em seu site.

418 O que se entende por biofertilizante microbiano?

De forma geral, o termo biofertilizante pode ser entendido como um produto orgânico com finalidade nutritiva para plantas, obtido a partir de resíduos e subprodutos agropecuários, mas também urbanos, produzidos mediante atuação biológica de diversos microrganismos em processos, principalmente anaeróbicos (na ausência de ar). Em alguns casos, os biofertilizantes contêm microrganismos específicos com comprovado potencial de promoção de crescimento vegetal quando disponibilizados às plantas. No Brasil, também podem ser considerados biofertilizantes os produtos formulados que utilizam microrganismos reconhecidamente benéficos para o crescimento das plantas, como os inoculantes, e são desenvolvidos de acordo com protocolos amplamente debatidos nas reuniões da Rede de Laboratórios para a Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola (Relare), sendo responsabilidade do Mapa a elaboração de instruções normativas contendo os protocolos oficiais, bem como a fiscalização do cumprimento das regras estabelecidas.

419 Quais são as diferenças básicas entre a fermentação e a respiração celular?

A fermentação é uma série de processos bioquímicos celulares que se dá em condições de ausência ou baixa disponibilidade de oxigênio, e na qual o receptor final de elétrons é um composto orgânico. O NAD^+ é um cofator orgânico essencial para geração de energia celular a partir de carboidratos. Nesse processo, ele é reduzido a NADH^+ , que possui alto potencial redox para mover a

síntese de energia, na forma de ATP. Assim, a regeneração do NAD⁺ ocorre facilmente na presença de oxigênio, mas sem oxigênio o ciclo de Krebs não funciona, acumula-se piruvato, e as células dependem exclusivamente da glicólise para gerar energia. Desse modo, a conversão dos açúcares simples é dificultada. Na fermentação alcoólica realizada pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, por exemplo, o piruvato é transformado em etanol pela ação de duas enzimas, tendo o acetaldeído como intermediário na oxidação do NADH⁺. Na fermentação láctica que ocorre no processo de silagem, por exemplo, uma enzima usa o NADH⁺ para reduzir o piruvato a lactato. A respiração se caracteriza por ter um composto inorgânico como o receptor final de elétrons. Se esse composto inorgânico for o O₂, a respiração é aeróbica. Se o composto inorgânico for um elemento diferente do oxigênio, como o ferro ou o enxofre, por exemplo, a respiração é anaeróbica, a qual pode ser realizada por diversos microrganismos.

420

Existem diferentes formas de crescimento microbiano em meio líquido?

Há três sistemas básicos para a condução dos processos de crescimento microbiano, também chamados de bioprocessos, em meio líquido:

- No processo chamado de batelada (cultivo descontínuo ou fechado), os substratos que compõem o meio de cultura são adicionados no início do processo e são imediatamente esterilizados por calor úmido, dentro do próprio recipiente de cultivo, o biorreator. Após esfriar, e atingir a temperatura de operação, adiciona-se o inóculo microbiano, resultante de um cultivo de menor volume, e o processo de multiplicação e conversão se inicia. O volume do meio permanece constante, e o produto final é removido após o término do processo, quando os substratos foram consumidos. De fato, apenas ar comprimido estéril é fornecido continuamente, caso o microrganismo possua metabolismo aeróbico, e

o gás carbônico produzido metabolicamente com outros gases é removido.

- O processo chamado de batelada alimentada caracteriza-se por possuir uma etapa de fornecimento intermitente ou mesmo contínuo de nutrientes após o período inicial de crescimento e multiplicação celular, este realizado na forma de uma batelada. Em geral, os nutrientes estão mais diluídos no meio inicial de cultivo, evitando a multiplicação muito acelerada de certos microrganismos. Com frequência, esse processo é bastante utilizado quando alta concentração inicial de algum nutriente essencial pode ser inibitória para o crescimento, ou levar à produção de metabólitos indesejáveis. A etapa inicial de batelada se começa com um carregamento parcial do biorreator, sendo necessário deixar certo espaço para receber a alimentação posterior. A fase de alimentação pode durar até que o biorreator atinja seu volume útil máximo de operação, quando, então, o processo é finalizado e os produtos são recolhidos. Assim como na batelada tradicional, o fornecimento de oxigênio se dá em função da demanda metabólica do microrganismo em cultivo.
- O processo contínuo (cultivo aberto) é um cultivo equilibrado, com volume constante, que pode ser mantido indefinidamente por meio do fornecimento de nutrientes novos e retirada de produtos na mesma taxa estabelecida. O estado estacionário é estabelecido quando as células estão crescendo exponencialmente e a sua concentração, bem como a dos nutrientes, permanece constante dentro do biorreator. Há formas diferentes de manter essa estabilidade, sempre relacionadas com a taxa de diluição necessária, o fluxo de nutrientes e a velocidade específica de crescimento, típica para cada microrganismo.

Quando o produto final são as próprias células dos microrganismos que estão sendo cultivados, visando, por exemplo, à produção de inoculantes, de proteína unicelular ou de outros

bioinsumos em que há necessidade de se ter os microrganismos presentes e viáveis, o próprio caldo de cultivo integral é formulado e envasado adequadamente. Para o caso em que o produto de interesse é um metabólito produzido ao longo do processo, sendo esse acumulado no meio de cultivo, é possível recuperar as células por centrifugação ou sedimentação dentro do próprio tanque, utilizando o caldo da cultura para a finalidade desejada. Essas células recirculadas podem ser usadas como um novo inóculo (pé-de-cuba), reduzindo o tempo e os custos de produção. O processo descontínuo com recirculação de células também é conhecido por batelada repetida.

421

Quais são as principais formas de multiplicação de bactérias visando à produção de inoculantes?

A maioria das bactérias utilizada em inoculantes cresce adequadamente em meios de cultura líquidos, com controle de temperatura e uma agitação orbital simples. Esse sistema se aplica para pequenas escalas, podendo ser utilizados frascos Erlenmeyer ou vasos de vidro com capacidade para aproximadamente 10 L para o cultivo celular. A multiplicação dos microrganismos em maior escala é feita também de forma submersa, em grandes tanques chamados fermentadores ou biorreatores. Esses são recipientes hermeticamente fechados, que recebem o meio de cultivo adequado para cada microrganismo e passam por uma etapa de esterilização. Os biorreatores frequentemente possuem um sistema de agitação através de um eixo central vertical motorizado, contendo algum tipo de hélice ou turbina agitadora interna, para promover a homogeneização. Geralmente, utiliza-se o processo de cultivo em batelada (fermentação fechada ou descontínua) que se inicia com a introdução asséptica do inóculo, que são as células do microrganismo que vão se multiplicar. Apenas o ar previamente esterilizado é injetado no sistema ao longo do cultivo, buscando sua dissolução no meio líquido. Essa aeração proporciona uma condição aeróbica apropriada para a produção em larga escala de *Bradyrhizobium*

spp., por exemplo. Nos cultivos submersos, é possível variar alguns parâmetros essenciais dos bioprocessos relacionados ao crescimento dos microrganismos, tais como as taxas de fornecimento de oxigênio e nutrientes, a temperatura de crescimento e a remoção do calor metabólico, dependendo da demanda particular de cada estirpe. Quando os microrganismos atingem uma concentração celular adequada, convertendo a maior parte dos nutrientes presentes no meio de cultivo em biomassa celular, o bioprocessamento é finalizado, e o caldo celular deve ser imediatamente formulado e envasado.

422

Quais são as principais formas de multiplicação de fungos filamentosos e de leveduras?

Fungos leveduriformes são multiplicados em fermentadores (biorreatores), especialmente quando o objetivo é a obtenção de células vegetativas, em processo chamado de cultivo submerso. Vale destacar, entretanto, que apesar de ser utilizado um biorreator, as condições de crescimento são comumente aeróbicas, que favorecem a respiração celular, e não o processo fermentativo propriamente dito. Para fungos filamentosos, os cultivos submersos podem apresentar algumas restrições em virtude da necessidade de agitação constante que eleva a tensão de cisalhamento e conseqüente rompimento do micélio, elevando o gasto metabólico para reposição celular, além das questões reológicas envolvidas. Assim, os cultivos em fase sólida, utilizando substratos sólidos como arroz cozido e outros subprodutos da agroindústria como suporte insolúvel, e na ausência de água livre, são uma forma importante de multiplicação de fungos, principalmente porque a pouca água disponível pode induzir a formação de estruturas de resistência em certos fungos. Os propágulos são coletados e processados para a formulação, como ocorre para os fungos do gênero *Beauveria* e *Metarhizium*. Esse último método de cultivo de fungos para produção de compostos biotecnologicamente úteis possui vantagens, pois requer menos espaço comparado com o rendimento em produto; as etapas de extração, concentração e purificação são

frequentemente mais simples; o investimento pode ser reduzido; e a tecnologia não é muito sofisticada. Em contrapartida, o controle dos parâmetros do processo é mais difícil de realizar, principalmente a transferência de massa e homogeneização do substrato.

423 Como os vírus são cultivados em laboratório?

Os vírus precisam infectar uma célula para utilizar a sua maquinaria celular e fazer a replicação viral a fim de se manterem vivos; eles sobrevivem somente dessa maneira por não possuírem estrutura celular. Nos laboratórios, os vírus são cultivados em garrafas especiais para essa finalidade, contendo determinadas linhagens de células, especialmente mantidas para o cultivo de tais vírus. Cada espécie viral se mantém melhor em uma linhagem celular do que em outra. Para que as células se mantenham vivas, elas necessitam de meio de cultura com nutrientes específicos para elas, e, antes de esgotar esses nutrientes, o meio de cultura precisa ser trocado para a correta manutenção das células e, conseqüentemente, dos vírus. Os vírus também podem ser cultivados em ovos de galinha livre de outros patógenos, especialmente na produção.

424 Quais são as principais formas de multiplicação de vírus visando à produção de bioinseticidas?

Os vírus requerem hospedeiros suscetíveis e produtivos para se multiplicarem e, ao final da infecção, produzirem suas partículas virais. Duas formas de multiplicação viral podem ser usadas para produção de bioinseticidas: os sistemas de infecção in vivo (insetos criados em dieta artificial ou natural), e os sistemas de infecção in vitro (linhagens de células de insetos mantidas em meio de cultura). Uma grande dificuldade para multiplicação de vírus é a sua produção em larga escala que envolve a utilização de biofábricas e/ou biorreatores de grande porte. No caso de biofábricas, forma mais utilizada, basicamente requer criação massal do inseto hospedeiro sadio, seguida de infecção com o isolado viral selecionado

pelo seu alto grau de patogenicidade, aliados ao processamento de produção e formulação do produto.

425 Como são feitas as vacinas para animais e humanos?

Inicialmente, as vacinas têm a função de imitar uma infecção no organismo, sendo ele animal ou humano. Dessa forma, induzem o organismo a produzir as defesas (os anticorpos) específicas contra o patógeno causador de determinada doença. Na maioria das vezes, as vacinas são elaboradas com o microrganismo inteiro (vírus e bactérias), mas podem ser elaboradas com porções de proteínas específicas que, da mesma maneira, vão estimular as defesas do organismo, prevenindo a infecção. Por exemplo, a vacina para a gripe é feita com vírus da gripe, vacina da febre amarela é feita com vírus da febre amarela, e assim com os demais microrganismos. O processo de fabricação das vacinas é muito parecido, mas é específico para cada patógeno (microrganismo causador de doença). Ainda, as vacinas mais modernas também podem ser elaboradas com uso da biotecnologia, de forma a garantir a eficácia igual ou superior ao modo tradicional. Uma vacina para um protozoário pode ser produzida por uma porção de genes específicos do protozoário, mas inserido numa bactéria ou fungo, e, assim, esse microrganismo produzirá a proteína que, depois de purificada, será formulada em uma vacina contra o protozoário.

426 Em que extensão os microrganismos podem ser usados em controle de pragas agrícolas?

Já existe número relativamente grande de formulações biopesticidas no mercado, em nível mundial, para aplicação diretamente no solo, em sulcos de plantio ou diretamente nas plantas, ou contra os mais distintos alvos. Entre os gêneros de fungos utilizados no controle de insetos destacam-se *Metarhizium*, *Beauveria*, *Lecanicillium*, *Isaria*, *Hirsutella*, *Entomophthora* e *Aschersonia*. Entretanto, bactérias do gênero *Bacillus* merecem especial destaque

entre os biocontroladores de insetos, especialmente *B. thuringiensis* e *B. sphaericus*. Produtos à base de *B. thuringiensis* são comercializados há mais de 50 anos. Existem hoje, no mercado, produtos para controle de lagartas, mosquitos e borrachudos. No controle biológico de doenças de plantas, grande parte dos agentes bacterianos estudados são *Pseudomonas* e *Bacillus*. Dentre as demais, incluem-se *Agrobacterium radiobacter*, *Burkholderia cepacia* e actinomicetos. Já entre os fungos, podem ser destacadas diversas espécies dos gêneros *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Lecanicillium*, *Conyothirium*, *Chaetomium* e espécies de *Pythium* não fitopatogênicas. Algumas bactérias, como *Pasteuria penetrans*, e alguns actinomicetos têm demonstrado marcada ação contra nematoides, embora os microrganismos mais promissores para controle desses fitopatógenos sejam fungos, pela facilidade com que são isolados do solo e cultivados em meios artificiais para incorporação ao substrato em que as plantas são cultivadas. O controle biológico de plantas daninhas, por sua vez, vem sendo pesquisado há vários anos, e existem mais de 110 patógenos de planta com potencial para uso em espécies daninhas específicas.

427

Que aplicações biotecnológicas podem ser atribuídas ao gênero *Bacillus*?

O gênero *Bacillus*, de ampla distribuição nos mais diferentes ambientes, é reconhecido como grande produtor de substâncias que, embora não são essenciais para seu metabolismo, facilitam sua sobrevivência, adaptação e dispersão. Diferentes espécies de *Bacillus* podem produzir uma grande variedade de bacteriocinas, compostos que inibem o desenvolvimento de outras bactérias e que possuem aplicação em alimentos. Uma diversidade de enzimas também é produzida por *Bacillus* e possui ampla aplicação industrial no processamento de alimentos e compostos poliméricos, bem como na indústria química. Alguns lipopeptídeos possuem atividade antiviral e anti-inflamatória, além de serem importantes agentes espumantes, surfactantes e emulsificantes. De forma geral,

bactérias desse gênero são resistentes e estáveis geneticamente, o que amplia sua potencialidade biotecnológica. São, inclusive, fonte de genes para a transformação genética de plantas, como é o caso das plantas Bt. Além disso, são geralmente fáceis de serem cultivadas em grande escala e se prestam às mais variadas formas de cultivo, aceitando uma grande variedade de compostos químicos como elementos nutritivos, componentes dos meios de cultivo.

428

Qual é a importância das bactérias do gênero *Bacillus* no controle biológico de insetos?

Há mais de 40 anos se conhece a eficiência de bactérias do gênero *Bacillus* no controle de insetos, em culturas como milho e algodão. Atualmente, são conhecidas pelo menos 30 subespécies de *B. thuringiensis* (Bt) capazes de produzir toxinas, que são proteínas com ação inseticida. Quando o inseto ingere os esporos contendo os cristais proteicos, ainda durante a fase larval, seu trato digestivo é paralisado pela ação tóxica, e o indivíduo morre em alguns dias não completando seu ciclo de vida. Durante muito tempo, esporos contendo toxinas foram aplicados em ambientes infestados para controle de mosquitos urbanos (subespécie *israelensis*) com pouco ou nenhum impacto sobre espécies não alvo. Outras subespécies de Bt têm sido intensamente utilizadas na agricultura, em programas de manejo integrado de pragas de diversas culturas.



429

Como os microrganismos atuam controlando doenças de plantas?

Os principais mecanismos envolvidos na supressão de fitopatógenos incluem a produção de compostos antimicrobianos,

competição por substrato e indução da resistência sistêmica da planta, entre outros. Na forma ativa, a inibição pode ocorrer de três maneiras:

- O antagonista produz substâncias tóxicas e libera para o meio, como antibióticos e enzimas extracelulares, que impedem o crescimento do fitopatógeno. Por exemplo, a produção de cianeto de hidrogênio (HCN) e/ou enzimas de degradação de parede celular, quitinase e β -1,3-glucanase.
- O patógeno entra em contato com o microrganismo antagonístico e sofre plasmólise.
- Por meio do parasitismo, quando um microrganismo ataca o outro e obtém nutrientes das células vivas. Na forma passiva, a inibição ocorre pela competição entre os dois microrganismos por espaço e nutrientes essenciais a ambos, por exemplo, a produção de sideróforos.

430

Quais abordagens e estratégias podem ser utilizadas no emprego de microrganismos como agentes de controle biológico de doenças de plantas?

Embora os primeiros relatos da supressão de fitopatógenos por agentes microbianos tenham sido verificados há cerca de 100 anos, na prática o controle biológico de doenças de plantas é mais recente, tendo sido proposto na década de 1960. Na ocasião, duas estratégias de controle foram sugeridas: aumento das populações de inimigos naturais ou antagonistas e introdução de linhagens selecionadas de agentes de controle biológico. Desde então, a maioria das pesquisas foram dirigidas à segunda estratégia, consistindo basicamente na seleção de antagonistas eficazes e desenvolvimento de bioprodutos baseados em linhagens únicas, consideradas efetivas em condições experimentais. Atualmente, três diferentes abordagens de controle biológico são consideradas as principais:

- Redução da população do patógeno, utilizando-se antagonistas que destroem e/ou reduzem o vigor e a agressividade do patógeno.

- Proteção da superfície da planta com microrganismos estabelecidos em fermentos, em folhas ou na rizosfera, em que eles funcionam como barreiras aos patógenos, por meio de ação competitiva, antibiótica ou parasítica.
- Estímulo a resistência sistêmica da planta pelo estabelecimento de agentes não patogênicos dentro da planta ou em áreas infectadas.

431 O que são microrganismos antagonistas?

Os antagonistas são microrganismos que possuem potencial para interferir no crescimento ou na sobrevivência dos patógenos diretamente, contribuindo, desse modo, para o controle biológico. Podem ser: residentes, ou habitantes naturais do solo, superfície e/ou interior dos vegetais, ou em qualquer sítio que possa ser ocupado pelo patógeno. Podem ser multiplicados em laboratório e, então, reintroduzidos no ambiente, para potencializar sua ação; não residentes, ou microrganismos exóticos, ou isolados de outros ambientes ecológicos e que podem ser cultivados e aplicados aos sítios onde são necessários (no solo, nas sementes, atomizados sobre as folhas e outros órgãos das plantas, ou misturados aos substratos). Certos antagonistas apresentam ação de supressão de patógenos que atacam os frutos em pós-colheitas, sendo aplicados diretamente na superfície de frutos, raízes e tubérculos colhidos.

432 Como alguns microrganismos podem induzir nas plantas respostas de resistência a doenças?

No contexto da resistência sistêmica, fitormônios produzidos por certos microrganismos podem atuar como estimulantes do sistema imune das plantas, interferindo no funcionamento dos principais sistemas de defesa vegetal. Dentre esses, destacam-se a resistência sistêmica adquirida (SAR) e a resistência sistêmica induzida (ISR).

SAR é uma via de largo espectro, que depende do ácido salicílico e não apresenta especificidade à infecção inicial, tendo efeito,

principalmente, contra patógenos biotróficos. Geralmente, a capacidade de defesa da planta é adquirida após a primeira infecção por um microrganismo não patogênico que leva a uma morte celular programada por meio do acúmulo de ácido salicílico e secreção sistêmica de proteínas antimicrobianas PR (relacionadas à patogênese) que protegem a planta contra infecções secundárias por um período de semanas a meses. Essas protegem a planta contra infecções secundárias por um período de semanas a meses.

Enquanto a SAR é dependente do ácido salicílico, a ISR é dependente do ácido jasmônico e da sinergia com o etileno. Essa via reforça o sistema de defesa de toda a planta e sofre regulação durante a colonização das raízes por microrganismos mutualistas. A razão entre ácido jasmônico e etileno induz a expressão das enzimas quitinases e β -1,3-glucanases que degradam as paredes celulares, principalmente de fungos fitopatógenos que aumentam a expressão da enzima fenilalanina amônia-liase que promove o acúmulo de lignina nos tecidos próximos ao local da infecção, além de peroxidases que produzem espécies reativas de oxigênio com ação antimicrobiana. Além disso, a resistência induzida pelo ácido jasmônico pode ser desencadeada nas partes distais ao dano na planta, levando à produção de substâncias repelentes, antinutritivas, compostos tóxicos que ajudarão a planta a se proteger aos ataques futuros. Os microrganismos indutores da via ISR são geralmente rizobactérias promotores de crescimento de plantas, destacando-se *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Serratia* e *Azospirillum*. Alguns microrganismos podem exercer a indução da resistência em diferentes espécies de plantas, enquanto outros apresentam especificidade para uma determinada planta hospedeira, o que sugere a necessidade de reconhecimento do microrganismo por parte da planta.

433 O que são sideróforos?

Os sideróforos são compostos orgânicos quelantes de íons férricos, que são excretados nas proximidades dos microrganismos que os produzem. O ferro é um microelemento de importância vital

para todos os seres vivos. A maior parte do ferro presente na rizosfera se encontra na forma férrica (Fe^{3+}), como hidróxidos insolúveis. Tais compostos, de baixo peso molecular, formam ligações estáveis com o ferro presente na rizosfera, solubilizando-o. Dessa forma, além de torná-lo disponível para as plantas, ao absorvê-lo esses microrganismos o tornam indisponível para os fitopatógenos, com os quais competem por esse micronutriente. Em outras palavras, o termo sideróforo é usado para designar compostos que sequestram o ferro no ambiente do solo.

434

Os fungos podem sobreviver em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento?

Sim, certos fungos possuem a capacidade de formar estruturas de resistência a partir de células somáticas, tais como rizomorfas, que são estruturas macroscópicas constituídas de hifas entrelaçadas, semelhantes a raízes; esclerócios, que são também estruturas macroscópicas formadas pela diferenciação de hifas com endurecimento do córtex; e os clamidiósporos, estruturas microscópicas formadas pela diferenciação de hifas, com formação de parede espessa. Por meio dessas estruturas, os fungos podem permanecer de repouso durante períodos de condições adversas, entrando em atividade quando as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento.

435

Qual o significado do termo valoração, empregado em relação às coleções de culturas?

Valoração significa determinar o potencial de uso dos isolados agregando valor aos isolados mantidos na coleção. A determinação do potencial de uso é feita com base nas características do isolado, exigindo o estabelecimento de um banco de caracteres, que é o resultado de todos os estudos realizados em termos taxonômicos e fisiológicos, moleculares, bioquímicos, etc.

Referências

BRASIL. Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 17 dez. 1980.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 12 jul. 1989.

CASTRO, M. E. B. de; RIBEIRO, Z. M. de A.; SOUZA, M. L. de; SIHLER, W.; ESTEVES, P. A.; LAZZAROTTI, M. **Manual de curadores de germoplasma - microorganismos: vírus de invertebrados, suínos e aves**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 20 p. (Documentos. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 331).

LAJUDIE, P. M. de; ANDREWS, M.; ARDLEY, J.; EARDLY, B.; JUMAS-BILAK, E.; KUZMANOVIC, N.; LASSALLE, F.; LINDSTRÖM, K.; MHAMDI, R.; MARTÍNEZ-ROMERO, E.; MOULIN, L.; MOUSAVI, S. A.; NESME, X.; PEIX, A.; PULAWSKA, J.; STEENKAMP, E.; STEPKOWSKI, T.; TIAN, C.-F.; VINUESA, P.; WEI, G.; WILLEMS, A.; ZILLI, J.; YOUNG, P. Minimal standards for the description of new genera and species of rhizobia and agrobacteria. **International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology**, 2019. DOI 10.1099/ijsem.0.003426.

11

Recursos Genéticos Vegetais



*Vânia Cristina Rennó Azevedo
Juliano Gomes Pádua
Dijalma Barbosa da Silva
Ana Cristina Mazzocato
Ananda Virginia de Aguiar
Valderês Aparecida de Sousa
Fábio de Oliveira Freitas
Andréa del Pilar de Souza Peñaloza
Flávia França Teixeira
Antonieta Nassif Salomão*

436

Há bancos ativos de germoplasma suficientes na Embrapa para conservar toda a diversidade genética do Brasil?

Não. O que se tem são bancos ativos de germoplasma (BAGs) de diferentes culturas, distribuídos pelo País nas diferentes Unidades Descentralizadas (UDs). É importante compreender que os bancos de germoplasma não têm como finalidade conservar a biodiversidade, mas o máximo da variabilidade genética das espécies que são consideradas importantes para o homem para os diversos usos, principalmente alimentação. A Embrapa possui, sob sua responsabilidade, mais de 140 BAGs de cereais, leguminosas, fibrosas, oleaginosas, hortaliças, forrageiras, frutíferas, medicinais, corantes, estimulantes, inseticidas, ornamentais, florestais, palmeiras, raízes e tubérculos.

437

Com toda sua biodiversidade, o Brasil pode ser considerado autossuficiente em relação aos recursos genéticos para a alimentação da população?

Não. A biodiversidade brasileira, em comparação às espécies exóticas, é muito pouco utilizada na alimentação. A agricultura brasileira é quase totalmente dependente de recursos genéticos exóticos. A maior parte do que comemos, do que é considerado o prato típico do brasileiro comum, é exótico, como arroz, feijão, trigo, aveia, milho, soja, alface, tomate, cebola, alho, cenoura, banana, maçã, manga, laranja, limão, morango, mamão, coco, entre outras várias plantas. Entre as espécies nativas, as mais comumente utilizadas na alimentação são mandioca, amendoim, abacaxi, caju, cupuaçu, bacuri, baru, pequi, mangaba, maracujá, açaí, buriti, babaçu.

438

Qual é a importância dos recursos genéticos regionais?

Os recursos genéticos regionais são aqueles mais associados à cultura e às tradições de uma região. Adaptados àquela condição

ambiental, geralmente nativos e de uso e/ou cultivo muitas vezes restritos à região. No Brasil, esses recursos genéticos regionais são muito importantes, como as espécies madeireiras, medicinais, ornamentais e dos mais diversos usos. Para a alimentação, têm-se os seguintes exemplos de recursos genéticos regionais: açaí, cajá, castanha-do-pará, cupuaçu, pequi, baru, araticum, buriti, butiá, uvaia, pinhão, pitanga, cambuci, guabiroba, grumixama, sapucaia, licuri, caju, maracujá-do-mato, umbu.

439

Qual é a importância dos recursos genéticos regionais para a saúde?

Os recursos genéticos regionais são fontes importantes de nutrientes e compostos bioativos fundamentais para nossa dieta e alternativas econômicas para os agricultores, principalmente da agricultura familiar. Em 2015, o Ministério da Saúde com a contribuição de uma equipe multidisciplinar, elaborou a publicação *Alimentos regionais brasileiros*¹³, contendo uma extensa relação dos alimentos típicos de todas as regiões do País.

440

Os recursos genéticos vegetais podem ser conservados em propriedades rurais e em cidades?

Sim. Os recursos genéticos vegetais podem ser conservados em propriedades rurais e em cidades, nos parques, jardins e quintais.

441

Qual é a diferença entre um banco ativo de germoplasma (BAG) e uma coleção de plantas?

O BAG deve possuir representatividade da diversidade genética das espécies conservadas, tem a responsabilidade de atender a demandas de intercâmbio com outros países e instituições, assim

¹³ Disponível em: <www.saude.gov.br/nutricao>.

como a demandas da sociedade. A coleção, de maneira geral, possui um número reduzido de acessos e não conserva uma amostra representativa da variabilidade genética do grupo-alvo.

442 Qual é a diferença entre banco de germoplasma e jardim botânico?

O banco de germoplasma tem como objetivo conservar espécies de importância atual e potencial para o homem. Para isso, foca na conservação da maior diversidade genética possível de uma mesma espécie, para que se garanta a existência de fontes de variabilidade para as mais diversas pesquisas científicas, especialmente para o melhoramento genético que busca desenvolver plantas mais adaptadas a condições extremas, como falta de água e calor, ou resistentes a doenças. O jardim botânico, por sua vez, tem como foco representar o máximo da diversidade vegetal. Assim, costuma ter enorme variedade de espécies de plantas, mas pouca variabilidade genética de cada espécie, pois conserva poucos exemplares de cada.

443 Qual é a diferença entre semente e grão?

A semente é um insumo agropecuário que possui a capacidade de germinar e gerar uma nova planta. Já o grão pode não apresentar a capacidade de germinar, sendo destinado ao consumo alimentício ou industrial.

444 Plantas nativas e exóticas podem ser conservadas em um mesmo local?

Sim. No entanto, cuidados devem ser tomados para que não ocorra mistura entre as sementes ou cruzamentos entre espécies próximas geneticamente.

445

O que é o ciclo de uma planta e quais são os tipos de ciclo que existem?

O ciclo diz respeito ao tempo de vida da planta, podendo ser anual ou perene. Essa classificação é regional. Uma mesma espécie pode ser selecionada como anual numa localidade e perene em outra. As plantas de ciclo anual germinam, desenvolvem e reproduzem em menos de 1 ano e priorizam a produção de sementes para atravessarem períodos desfavoráveis. Ocorrem, normalmente, em áreas de campo alteradas por distúrbios naturais (seca, geada, erosão) ou pelos homens (lavração, fogo, superpastejo, uso de herbicidas). As plantas perenes sobrevivem por vários anos; em geral apresentam um crescimento inicial mais lento, priorizando o acúmulo de reservas. Essas produzem menos sementes que as espécies anuais.

446

Além da alimentação, quais outros usos as plantas podem ter que justifiquem sua conservação?

Há múltiplos usos de plantas que justificam sua conservação, como medicinal, artesanal, ornamental, madeireiro, industrial, paisagístico, pastagem, entre outros.

447

Qual é o tempo requerido e quais são as atividades necessárias para que um acesso de germoplasma vegetal possa chegar à mesa do consumidor?

O tempo requerido pode ser superior a uma década; e, para o desenvolvimento das atividades necessárias, deve-se contar com a dedicação de técnicos treinados na área de recursos genéticos e melhoramento genético. No momento da coleta, sementes, estacas, mudas e propágulos coletados são devidamente georreferenciados e identificados pelo coletor com descrição de características particulares do acesso, ambiente e data. Durante a coleta, se possível, é coletado um ramo florido que se constituirá em um exemplar de

referência a ser depositado em um herbário e identificado por um especialista em botânica.

Após a coleta, o acesso é encaminhado para depósito em um BAG, em que será registrado de forma eletrônica e propagado para obtenção de sementes/mudas. Nessa fase, são realizadas caracterizações botânica, morfológica, genética, química, fitopatológica e agrônômica. A partir daí, o acesso poderá integrar as coleções de trabalho típicas dos programas de melhoramento. Nos programas de melhoramento, dependendo das espécies e seus atributos, o acesso poderá ser inserido em ensaios preliminares de competição de linhagens/variedades ou ser utilizado em programas de cruzamento com materiais elites ou ainda ser utilizado como fonte de genes em protocolos de engenharia genética. Essas etapas ocorrem ainda em laboratórios e campos experimentais.

Posteriormente, o acesso ou os materiais derivados de seu *pool* gênico são avaliados em vários locais por vários anos, em competição com as cultivares locais. Após esses ensaios, são realizadas análises estatísticas conjuntas, que são apresentadas em reuniões técnicas com especialistas e produtores para referendar sua recomendação para determinada região e/ou época de cultivo e sistema de produção. Após algumas gerações de multiplicação de sementes/mudas, o acesso passa a ser produzido em lavouras em larga escala, beneficiados e distribuídos para as redes comerciais de alimentos e, conseqüentemente, chega à mesa do consumidor. Para ser comercializado, o acesso deve ser registrado como cultivar no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

448

Quantas espécies vegetais a Embrapa conserva? Como essas espécies foram escolhidas?

A Embrapa conserva mais de 700 espécies de plantas de mais de 300 gêneros. As principais espécies conservadas são as de importância direta para a alimentação, agricultura, e outros usos como medicinal, forrageiro, ornamental e industrial. Para algumas dessas espécies, a Embrapa também conserva seus parentes silvestres. Essas

plantas não são comumente cultivadas, mas carregam consigo características importantes de adaptação, tolerância e resistência a fatores bióticos e abióticos. Essas características podem vir a ser introduzidas nas espécies cultivadas por meio de cruzamentos e melhoramento tradicional, por isso é importante conservá-las também.

449

Como está estruturada a conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa?

A Embrapa possui 42 Unidades Descentralizadas, das quais 29 estão envolvidas na conservação de recursos genéticos vegetais. Nessas Unidades, as coleções são denominadas coleções ativas ou BAG que constituem a fonte de materiais para os mais diversos tipos de pesquisa científica da Embrapa e parceiros. É dessas coleções também que saem materiais que são disponibilizados para a sociedade de forma geral. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia é responsável por coordenar e gerenciar todo esse sistema. É também responsável pela manutenção das coleções em médio e em longo prazo de toda a Empresa. Essas são denominadas coleção de base (Colbase) para semente e material *in vitro*. A Colbase representa o primeiro nível de cópia de segurança das coleções de recursos genéticos da Empresa que estão nas demais 28 Unidades.

450

Quais outras instituições, no Brasil, conservam recursos genéticos vegetais?

As organizações estaduais de pesquisa agropecuária (Oepas) como Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro); universidades como Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf). Também o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (Inpa) e a Emater em diferentes estados do Brasil, entre outras. Além das instituições públicas, várias comunidades, como a Semente da Paixão e a Via Campesina, também possuem seus bancos comunitários de sementes. Essas conservam suas variedades crioulas e muitas vezes recebem apoio técnico da Embrapa, das Oepas ou de universidades e apoio financeiro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) ou da Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA), antigo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

451 Quais outras instituições no mundo conservam recursos genéticos vegetais?

Praticamente todos os países possuem seus sistemas nacionais de conservação, semelhante à Embrapa no Brasil. Além dos sistemas nacionais nos diferentes países, existe o Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) que conserva mais de 700 mil acessos em 11 centros internacionais, distribuídos estrategicamente pelo mundo¹⁴.

452 A Embrapa conserva espécies ameaçadas de extinção em BAGs e na Colbase?

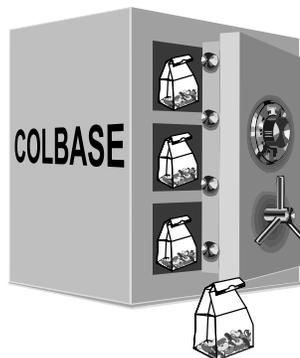
Apesar de não ser o foco do trabalho da Embrapa, algumas espécies ameaçadas de extinção podem ser encontradas em seus bancos, principalmente aquelas que são parentes de espécies cultivadas, como o abacaxi, o maracujá, entre outras, mantidas em campo e na Colbase. Há, ainda, espécies perenes importantes mantidas em BAGs, como o pinheiro do Paraná, a castanha-do-pará e sementes conservadas na Colbase de espécies madeiras, como amburana, cedro, ipês e outras.

¹⁴Disponível em: <<https://www.cgiar.org/>>.

453

Qualquer pessoa pode obter semente diretamente da Colbase?

Não. A Colbase é a coleção de segurança de um sistema de conservação. Os responsáveis pela disponibilização de materiais são os curadores de BAGs. Caso um material conservado na Colbase seja de interesse do usuário e não conste como material do BAG, o curador da Colbase disponibiliza esse material para o BAG, que deverá multiplicá-lo e, em seguida, disponibilizá-lo ao interessado.



454

Por que nem todos os acessos de um banco de germoplasma estão disponíveis aos usuários?

Porque nem todos os acessos possuem sementes em quantidade suficiente para sua distribuição. Assim, seria preciso multiplicar as sementes antes da distribuição. No caso de acessos conservados *in vitro*, é preciso realizar a multiplicação prévia do material. Já os acessos conservados a campo, é preciso aguardar o período de reprodução da planta. Ainda há casos em que o banco recebeu materiais de outras instituições que podem ter imposto restrições ao uso e à disponibilização dos acessos.

455

Como o Brasil, um país tropical, consegue produzir produtos de origem temperada como soja e maçã?

Um conjunto de ações de pesquisa foi necessário para possibilitar a adaptação de cultivos como a soja e a maçã. O uso da diversidade genética dessas espécies foi fundamental para o desenvolvimento de cultivares adaptadas às nossas condições tropicais.

456**Qual é a diferença entre planta dioica, monoica e hermafrodita?**

Em plantas dioicas, as flores femininas e masculinas são encontradas em indivíduos diferentes. Em plantas monoicas, há flores de ambos os sexos em um mesmo indivíduo. Em plantas hermafroditas, as estruturas masculinas e femininas encontram-se na mesma flor.

457**Qual é o ganho da sociedade quando o germoplasma é conservado em BAG e em coleções?**

Os pesquisadores coletam materiais em áreas de ocorrência natural, em áreas de produção, em áreas de agricultores, comunidades tradicionais e de povos indígenas. Assim, há casos em que esses materiais não existem mais na natureza ou em áreas de cultivo, mas estão conservados nos BAGs e coleções de germoplasma. Um dos trabalhos executados pelos bancos é devolver esses materiais aos agricultores e às comunidades tradicionais e aos povos indígenas. Por exemplo, a Colbase já devolveu sementes para os índios Krahô e para agricultores da região de Alto Paraíso, GO. Vários bancos da Embrapa têm exemplos semelhantes. Assim, além do apelo econômico, há que se destacar a importância social da conservação dos recursos genéticos.

458**Como é possível obter informações sobre o acervo vegetal conservado pela Embrapa e por outros países?**

A Embrapa desenvolveu o Portal Alelo¹⁵. Além de apoiar os pesquisadores e curadores no manejo de seus bancos, o Alelo permite que qualquer cidadão tenha acesso às informações sobre o acervo conservado pela Embrapa e também por outras instituições brasileiras que fazem uso do portal. Em âmbito mundial, há o Genesys¹⁶ e outros sistemas como o Grin Global e o Eurisco, por exemplo.

¹⁵ Disponível em: <<http://alelo.cenargen.embrapa.br/>>.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.genesys-pgr.org>>.

459 O que é protandria?

A protandria é uma condição assincrônica de reprodução em que a liberação do pólen das anteras (parte masculina do sistema reprodutivo vegetal) ocorre antes dos estigmas (parte feminina do sistema reprodutivo vegetal) estarem receptivos. Essa característica, também denominada polinização cruzada ou alogamia, favorece o cruzamento entre indivíduos diferentes e leva à heterozigosidade.

460 Qual é a importância da protandria para a multiplicação de espécies com essa característica?

Em ações de multiplicação de sementes, em bancos de germoplasma, ou para cruzamento de plantas para pesquisa, é importante saber se os materiais a serem cruzados apresentam protandria, para que os plantios sejam escalonados de tal forma que os florescimentos masculino e feminino coincidam, e, assim, a fecundação seja bem sucedida. Em alguns casos, é necessário armazenar os grãos de pólen e promover a polinização manual, quando a parte feminina estiver madura e receptiva.

461 Organismos geneticamente modificados (OGMs) e híbridos artificiais podem ser considerados recursos genéticos?

Sim. Todo material genético de valor real ou potencial é considerado recurso genético. Entretanto, há que se ter alguns cuidados na conservação e nos usos desses materiais para evitar contaminações dos recursos genéticos. OGMs podem ser conservados em bancos de sementes, podem vir a ser utilizados em pesquisa científica, assim como os híbridos. Linhagens constituem parte dos materiais que podem ser conservados em bancos de sementes, pois constituem material com características de interesse.

462 Quais são as cores naturais das fibras de algodão?

Os algodões com fibras coloridas existem na natureza, e há relatos de seu cultivo que datam de 2700 a.C. Entretanto, o algodão

de fibra branca é o mais comum. No Brasil, algodões silvestres possuem tonalidades esverdeada e marrom em seus rudimentos de fibra. Em virtude do melhoramento genético, variedades coloridas foram disponibilizadas para o cultivo. Essas variedades evitam a poluição do meio ambiente, pois não é necessário o tingimento de suas fibras, e os cursos d'água não recebem os dejetos da tinturaria. Outra vantagem dessas variedades é que, por suas fibras serem naturalmente coloridas, o tecido não desbota.

463

Quais são os recursos genéticos vegetais nativos de importância para o agronegócio, o produto interno bruto (PIB) e o produto interno bruto regional (PIBR)?



Os recursos genéticos vegetais que contribuem para o agronegócio brasileiro, o PIB e o PIBR, são a mandioca e seus derivados utilizados nas indústrias de adesivos, têxtil, papel e celulose, tintas, explosivos, medicamentos, combustível, bebida, desinfetante, perfumaria e calçados; as palmeiras e seus derivados de utilização direta na alimentação, ou produtos processados como palmito, açáí, fibras e ceras; e, ainda, amendoim, castanha-do-pará, castanha-de-caju, pinhão, madeira serrada e semiprocessada, borracha, abacaxi e outras frutas de importância regional.

464

Quais são os critérios para a multiplicação/regeneração de acessos de plantas autógamias e alógamas?

A multiplicação/regeneração de plantas autógamias é feita com menor quantidade de indivíduos, pois, em razão do sistema de

cruzamento, essas plantas tendem a ter menor variabilidade genética entre as sementes do mesmo acesso. Já das plantas alógamas, o processo de multiplicação/regeneração de um acesso utiliza uma grande quantidade de indivíduos, de forma a garantir a manutenção da variabilidade genética dentro do acesso e, assim, minimizar a possibilidade de perda de alelos.

465 **Microrganismos e pragas podem estar associados às sementes conservadas em câmara fria?**

Fungos, bactérias, vírus e insetos-pragas, em sua fase larval, podem estar associados ao germoplasma semente conservado. Não é recomendado tratar germoplasma semente antes de sua conservação; e, no caso de pragas, é necessária a fumigação do material antes de sua conservação.

466 **Qual deve ser a periodicidade de monitoração de sementes armazenadas em câmara frias?**

O intervalo de monitoramento depende da espécie, da qualidade inicial das sementes e das condições em que foram armazenadas. Na Tabela 1, têm-se exemplos de periodicidade de monitoramento para germoplasma semente.

Tabela 1. Intervalos ideais de tempo para o monitoramento de germoplasma semente.

Percentuais iniciais de germinação	Intervalo de tempo (anos)			
	Banco ativo de germoplasma (4 °C)		Coleção em longo prazo (-20 °C)	
	Sorgo, milho, grão de bico	Amendoim	Sorgo, milho, grão de bico	Amendoim
< 85	5	3	10	5
85–95	8	5	15	8
> 95	10	8	20	10

467

Sementes podem ser conservadas em geladeiras?

Sim. Desde que as condições do ambiente interno da geladeira atendam aos requisitos ideais de conservação, baixas umidade e temperatura, como ocorre em BAGs que conservam seus acessos em médio prazo.



468

Qual é a distância mínima para a multiplicação/regeneração segura de acessos e/ou espécies de polinização cruzada?

Não existe uma regra padrão para todas as plantas. Para plantas de polinização cruzada, levar em consideração as distâncias de isolamento de acordo com o tipo de polinizador, isolamento temporal para evitar contaminação com pólen de outras plantas compatíveis, isolamento das inflorescências e polinização manual, são exemplos de mecanismos para evitar a contaminação.

469

Como são feitas a multiplicação e a regeneração de acessos conservados in vitro?

A multiplicação é feita por subcultivos ou repicagens do material biológico. Para acessos que passam por subcultivos sucessivos ou são mantidos em condições de crescimento mínimo por longo período de tempo, a regeneração pode ser feita em casa de vegetação ou em campo para sua revitalização e reintrodução in vitro.

470

Qual é a diferença entre plantas hibernais e plantas estivais?

A diferença entre plantas hibernais e estivais diz respeito à época do ano em que concentram seu crescimento: inverno

e verão. Plantas hibernais são as plantas que completam o seu ciclo no inverno e são plantadas no verão. São forrageiras de clima temperado, de dias menos ensolarados, geralmente de pequeno crescimento, talos finos e folhagem tenra. Hibernais de inverno ou temperadas são espécies que crescem nos meses mais frios do ano. Germinam ou rebrotam no outono, desenvolvem durante o inverno, florescem na primavera. Durante o verão, as elevadas temperaturas aliadas a períodos secos provocam a morte dessas plantas, quando anuais, ou redução do seu crescimento, quando perenes.

Plantas estivais são as que completam o seu ciclo no verão. São forrageiras de clima tropical de grande crescimento, colmos grossos e folhas largas. Requerem bastante luz e calor, sentem o frio intenso. Estação quente, estivais de verão ou tropicais são espécies que crescem durante os meses mais quentes do ano, iniciam seu rebrote na primavera, crescem e frutificam no período verão-outono. Com a chegada do frio, podem morrer (anuais) ou paralisar seu crescimento (perenes).

471

Num mesmo BAG, podem ser conservadas plantas hibernais e estivais?

Sim. A conservação no mesmo BAG independe da época de crescimento e do ciclo das plantas.

472

A multiplicação de germoplasma fora da sua região de origem pode interferir ou alterar sua estrutura genética?

Sim. Sempre que possível, o ideal é que a regeneração seja realizada no local de origem. Na maioria das vezes, entretanto, isso não é possível. Nessas situações, é ideal que se busquem as condições ambientais que não favoreçam alguns genótipos em detrimento de outros, de modo que a perda de alelos seja evitada ao máximo. Se isso não for possível, deve-se procurar fazer parceria

com instituições que possam promover as condições ideais de regeneração.

473

Qual é o percentual da diversidade de plantas utilizada para alimentação humana?

No mundo existem mais de 300 mil espécies de plantas. Dessas, cerca de 30 mil são comestíveis, mas apenas cerca de sete mil são utilizadas pelo homem e apenas 120 são cultivadas. Três espécies, milho, soja e arroz, constituem 50% das calorias ingeridas pelo homem. Cerca de 30 espécies constituem 95% da dieta humana. Apesar de termos uma diversidade ampla de espécies, utilizamos apenas pouco mais de 30 espécies para nossa alimentação.

474

O que são parentes silvestres das plantas cultivadas e qual é sua importância para o melhoramento de plantas?

Parentes silvestres são espécies de plantas que ainda não foram manipuladas/domesticadas pelo homem e ocorrem na natureza espontaneamente, sobrevivendo à sorte em condições extremas, como secas, inundações, calor, frio, pressão antrópica, e ainda adquiriram resistências a pragas e doenças que causam tantos danos às culturas afins. Os parentes silvestres de plantas cultivadas constituem um manancial genético valioso para uso em programas de melhoramento pelas características de adaptação desenvolvidas ao longo do processo evolutivo. Neles, podem estar as respostas para questões que afligem a produção de alimentos para a sociedade, como estresses climáticos e proliferação de pragas e doenças, entre outras. O tomate, por exemplo, é uma das plantas cultivadas que muito se beneficiou dos genes de parentes silvestres, sem os quais o tomate moderno não existiria. Dessa forma, a conservação dos parentes silvestres de plantas cultivadas faz-se necessária tanto *in situ*, *on farm*, quanto *ex situ*.

475

Qual é a importância do pré-melhoramento de plantas para os recursos genéticos?

O pré-melhoramento é um conjunto de atividades que permite a incorporação de características desejáveis em uma planta cultivada e, ao mesmo tempo, reduz as características indesejáveis. É responsável pelo enriquecimento da variabilidade no pool gênico de espécies cultivadas por meio da exploração de germoplasma não adaptado, como variedades crioulas e parentes silvestres. Essas plantas não são usadas diretamente em programas de melhoramento. O pré-melhoramento promove a ligação entre o BAG e os programas de melhoramento, por meio do desenvolvimento dos chamados produtos pré-tecnológicos. Esses materiais não são mais o germoplasma original do BAG, pois cruzamentos e seleções foram realizados, tampouco são cultivares prontas para serem lançadas. Por exemplo, podemos ter uma planta de mandioca que produz raízes de fácil cozimento, porém ela é muito suscetível a uma praga. Por outro lado, existe outra mandioca de difícil cozimento, mas resistente a essa praga. O homem cruza essas duas plantas e seleciona, entre as plantas filhas, aquelas que ao mesmo tempo apresentam as duas características desejáveis: resistência contra praga e raízes de fácil cozimento. Porém, em alguns casos, uma característica é encontrada em um parente da espécie cultivada. Para esses casos, o sucesso dos cruzamentos é baixo, e muitas características indesejáveis do ponto de vista agrícola que estão presentes no parente silvestre dificultam a utilização das plantas filhas.

476

Quando o homem iniciou o processo de domesticação de plantas?

Sabe-se que o homem iniciou o processo de domesticação de plantas há cerca de 10 mil anos. Essa domesticação se iniciou em diversas regiões do planeta, mais ou menos ao mesmo tempo, mas de forma independente. Oriente Médio, Sudeste Asiático, Américas, Mediterrâneo, África são alguns dos locais onde populações

humanas começaram a domesticar espécies. A domesticação de plantas pelo homem pode ser considerada uma das suas mais valiosas conquistas.

477

Quais são as possíveis consequências da domesticação de plantas?

Na domesticação, o ser humano modificou características básicas das plantas, por meio de cruzamentos artificiais e seleção. Entre as características alteradas, está a dispersão de sementes. Espécies silvestres têm diversas estratégias para dispersar suas sementes e, assim, garantir sua perpetuação e gerações futuras. Já as espécies domesticadas apresentam dispersão de sementes limitada, o que facilita sua colheita. Desse modo, ao limitar a dispersão das sementes, a sobrevivência dessas plantas passou a depender das pessoas que a cultivavam, garantindo o material necessário para plantios sucessivos.

478

Quais são as primeiras espécies de plantas que foram domesticadas?

As primeiras espécies de plantas domesticadas ainda são utilizadas até hoje. São elas: trigo, cevada e lentilha. Outras que podemos destacar são: milho, feijão, algodão, batata, abóbora, batata-doce, mamão, tomate, tabaco, abacate, pimentas, soja, arroz, cana-de-açúcar, centeio, aveia, ervilha, tâmaras, pêssego, figo, citros, uva, oliveira, café, milheto, cebola, melancia, cevada e outros. No Brasil, a mandioca, o amendoim e o abacaxi se destacam.

479

Quando o homem iniciou a conservação de alimentos e de semente em banco de germoplasma?

A conservação de alimentos na forma de sementes é algo que o ser humano começou a fazer como consequência da domesticação das espécies e ganhou volume muito maior com o crescimento da

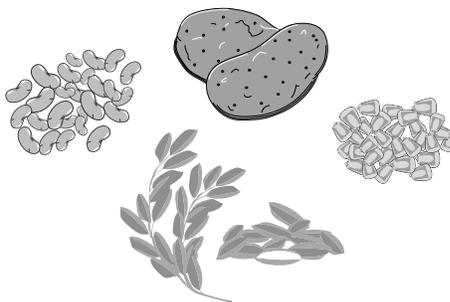
agricultura. A conservação em bancos de germoplasma semente teve início com Vavilov, na Rússia, no início do século 20.

480 Qual é a importância de amostras arqueológicas para o conhecimento do processo de domesticação das plantas?

As amostras arqueológicas podem nos ajudar a conhecer melhor a história da espécie, identificando o local e em que período a espécie foi domesticada. É possível saber como era o ambiente onde ela foi domesticada, quais suas características iniciais e o que foi modificado ao longo do tempo. Pode-se comparar a espécie atual com seu ancestral original, há centenas ou milhares de anos. Paralelamente, pode-se conhecer a história das próprias populações humanas que utilizavam a espécie, uma vez que a difusão de espécies ocorreu a partir das migrações, contatos e relações que os diversos grupos humanos mantinham entre si. Ainda, há condições de estudar sua evolução genética por meio da utilização das modernas ferramentas de genômica.

481 Quais são as espécies de plantas com maior contribuição no fornecimento de energia para o ser humano?

Atualmente, 30 espécies fornecem 95% das calorias consumidas pelos seres humanos. Destas, apenas quatro (arroz, soja, milho e batata) representam 60% do total das calorias ingeridas.



482 O que são substâncias bioativas?

São substâncias capazes de regular certas funções corporais, auxiliando na proteção do organismo contra doenças.

483

Quais são as espécies de plantas com maior contribuição no fornecimento de substâncias bioativas para o ser humano?

Frutas, legumes e cereais integrais, por exemplo, contêm grande parte das substâncias funcionais e, por isso, devem ser consumidos diariamente. Como exemplos têm-se o abacate (rico em vitaminas E e C, potentes antioxidantes), alho e cebola (alicina e compostos derivados), chá-verde (compostos fenólicos, antioxidantes), couve, brócolis, repolho e nabo, entre outros vegetais crucíferos (glicosinolatos, antioxidantes e fibras), aveia, trigo e arroz integral, entre outras fibras (ricos em glucanas), pimenta (capsaicinoides), tomate vermelho, amora e goiaba vermelha (carotenoide, licopeno).

484

Quais são as espécies de plantas com maior contribuição para o fornecimento de matéria-prima para indústria?

Entre as principais espécies estão o algodão, no fornecimento de fibras; o eucalipto, no fornecimento de celulose para a fabricação de papel; a cana-de-açúcar, para a produção de etanol; o pinus, no fornecimento de resina para a fabricação de cola; e várias espécies arbóreas, no fornecimento de madeira para os mais diversos usos.

485

Quais são os recursos genéticos prioritários para a alimentação e conservação no Brasil?

Os recursos genéticos prioritários para a alimentação e a conservação são: soja, milho, cana-de-açúcar, café, laranja, arroz, feijão, trigo, batata, mandioca, amendoim, cevada, banana e tomate.

486

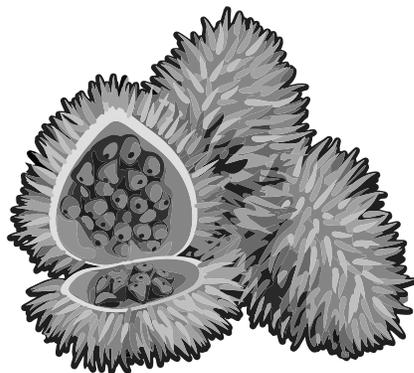
A conservação de recursos genéticos a campo pode ser feita em sistemas consorciados ou sistemas agroflorestais?

Sim. Desde que o ambiente permita o desenvolvimento das plantas, isto é, o consórcio não pode prejudicar o crescimento e

o estabelecimento das plantas, por competição, por exemplo. É importante que se atente para a correta identificação dos acessos e número mínimo de plantas por acesso, entre outros cuidados.

487 O que são plantas negligenciadas e subutilizadas? Qual a importância de sua conservação?

As plantas negligenciadas e subutilizadas (*neglected and underutilized species* – NUS) são aquelas pouco utilizadas ou substituídas por culturas comerciais. Se essas plantas não forem conservadas, poderão desaparecer do ambiente natural em que ocorrem. Além disso, elas possuem características que lhes conferem resistência a pragas e doenças comuns às espécies comerciais. Podem estar mais bem adaptadas às mudanças climáticas e ajudar a mitigar a fome em ambientes inóspitos às espécies comerciais.



488 A quantidade de sementes utilizada para a conservação de uma espécie é importante para a representatividade da sua variabilidade genética?

Sim. Espécies autógamas demandam menos quantidade de sementes por acesso, visto que tendem a apresentar menor variabilidade genética dentro do acesso. Espécies alógamas, por outro lado, tendem a apresentar alta variabilidade genética dentro do acesso, por isso é necessário conservar grande quantidade de sementes, assim como usar muitas sementes para a regeneração. Plantas de propagação vegetativa, em razão do modo de propagação, também apresentam menor variabilidade dentro do acesso. Na verdade são clones e, por isso, demandam menor quantidade de plantas por acesso.

489

O que são cópias de segurança das coleções de recursos genéticos de plantas?

As cópias de segurança constituem-se na duplicação de amostras de acessos de uma coleção, como forma de garantir a segurança do material. O ideal é que uma coleção esteja duplicada em pelo menos dois locais diferentes do local de origem das amostras, preferencialmente, em dois países. As cópias de segurança são enviadas na forma de caixa-preta (*black box*) e não são intercambiadas. O local que receber a cópia de segurança tem a única responsabilidade de manter o material recebido em condições ambientais adequadas. Qualquer manipulação, regeneração/multiplicação é de responsabilidade do local de origem das amostras.

490

Como fazer uma cópia de segurança de um BAG a campo?

Infelizmente, ter cópias de segurança nas mesmas condições do BAG é inviável. São necessários recursos humanos para o manejo das plantas, além de área para a duplicação do BAG. Não se busca metodologias alternativas de conservação, como a conservação *in vitro* e a criopreservação para garantir a duplicação segura da coleção, mesmo que não na forma original em que o banco está sendo conservado. Essa é a realidade para a maioria das plantas, cuja conservação de sementes é inviável.

491

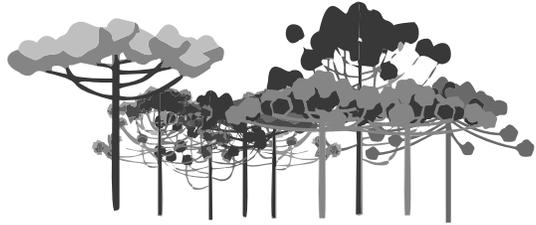
Como são definidos os acessos para as espécies florestais?

Os acessos para espécies florestais são definidos considerando a procedência do material, a forma de coleta e a propagação para a composição da nova população. Quando se mantêm separadas as sementes das árvores individuais, têm-se os acessos em nível de progênies. No entanto, se a coleta for feita mantendo-se somente a procedência e misturando-se as progênies, teremos os acessos em nível de procedências. Se o BAG for formado por clones, o acesso será em nível de clone.

492

Quais são as principais estratégias de conservação dos recursos genéticos florestais?

Os recursos genéticos florestais podem ser conservados *in situ* ou *ex situ*. A estratégia mais indicada é a conservação *in situ*. A conservação *ex situ*, utilizando plantios, tecidos, sementes ou pólen, pode funcionar como uma complementação à conservação *in situ*. Essa forma de conservação deve ser praticada, principalmente, no caso das espécies mais ameaçadas com pequenos fragmentos inviáveis geneticamente. Quando se colocam os indivíduos desses fragmentos em um plantio, sua proximidade pode oferecer o cruzamento entre eles, restaurando parte da viabilidade perdida.



493

O que significa população, subpopulação e metapopulação?

População é um conjunto de indivíduos trocando genes entre si. Uma população pode também ser composta por um conjunto de subpopulações dentro de uma determinada região. A metapopulação é um conjunto de populações que trocam genes entre si, em uma região.

494

Como amostrar os recursos genéticos florestais para conservação e melhoramento genético?

A amostragem deverá considerar a diversidade genética, intra e entre populações, o sistema reprodutivo, o fluxo gênico e outras características biológicas. Se não houver resultados sobre a diversidade genética, a estratificação da área amostrada deve ser feita

para uma maior representatividade da amostra. A distância entre os indivíduos amostrados varia em função do fluxo gênico de cada espécie.

495 Qual é o efeito da endogamia na conservação dos recursos genéticos florestais?

Para as espécies florestais, a endogamia (ver pergunta 340) é extremamente prejudicial. Afeta a germinação, aparecimento de plântulas albinas seguidas de morte, baixo desempenho no campo e morte antes de se tornar adulta. O efeito da endogamia pode levar à extinção de uma população e/ou espécie. As populações com maior grau de endogamia apresentam, geralmente, maior dificuldade de adaptação em diferentes ambientes, bem como de suportar situações ambientais extremas.

496 Para fins de conservação, como os grãos de pólen são classificados?

Os pólenes são classificados como ortodoxos ou recalcitrantes, assim como as sementes. Para maioria das espécies florestais, os pólenes têm comportamento ortodoxo. Por exemplo, a araucária, que possui semente recalcitrante, tem grãos de pólen tolerantes à secagem e ao armazenamento.

497 Como realizar a conservação de pólen?

A conservação de pólen é uma conservação ex situ que contempla o gameta masculino em espécies florestais, principalmente das espécies dioicas. Para melhor conservação, deve-se proceder à coleta no estágio adequado, à secagem e ao armazenamento em condições adequadas para garantir a viabilidade do pólen. Geralmente, a combinação entre liofilização e criopreservação é a

metodologia promissora para a conservação, em longo prazo, do pólen.

498

Como é estimado o tamanho efetivo populacional, e como esse parâmetro é aplicado na conservação dos recursos genéticos?

O tamanho efetivo populacional pode ser estimado de várias maneiras. O tipo mais comumente utilizado em conservação e melhoramento genético é o tamanho efetivo da variância nas frequências alélicas por causa da deriva. Esse parâmetro é considerado um dos mais importantes para orientar as estratégias de amostragem e seleção de programas de conservação e melhoramento genético.

O tamanho efetivo populacional é inversamente proporcional ao grau de endogamia, ou seja, ao parentesco médio dos indivíduos de uma população. Quanto maior o parentesco, maior o grau de endogamia da população, e menor o tamanho efetivo populacional. Trata-se do número de indivíduos que efetivamente contribui no cruzamento e na manutenção da população.

A estimativa do tamanho efetivo populacional, a priori, pode evitar perdas de alelos em razão da amostragem genética, principalmente em populações pequenas. Para evitar essas perdas, deve-se monitorar o número de populações, progênies e indivíduos amostrados. Isso garantirá o sucesso dos programas de conservação e melhoramento. Para espécies dioicas, a taxa sexual deve ser mantida em torno de 0,5, ou seja, a mesma proporção de macho e fêmea. Em espécies de cruzamento misto e autóгамas, o esforço de amostragens deve ser maior para manter um tamanho efetivo populacional adequado. Esse parâmetro pode ser estimado para vários objetivos de uma pesquisa. Para cada situação, o enfoque de representatividade será diferente por causa das diferenças reprodutivas e demográficas de uma espécie. O objetivo de se estimar esse parâmetro é manter a diversidade genética de uma espécie dentro de diferentes populações ou BAG.

Quais plantas medicinais são prioritárias para a coleta e a conservação no Brasil?

Apesar do uso popular de inúmeras plantas medicinais nativas do Brasil, apenas 24 espécies estão aprovadas para uso medicinal, de acordo com a última edição da Farmacopeia Brasileira (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010), e, por isso, devem ser prioritárias para a coleta, caracterização e conservação: *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. – macela; *Baccharis trimera* (Less.) DC. – carqueja; *Casearia sylvestris* Sw. – guaçatonga; *Cordia verbenacea* DC. – erva-baleeira; *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schtdl.) Micheli. – chapéu-de-couro; *Eugenia uniflora* L. – pitangueira; *Justicia pectoralis* Jacq – chambá; *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. Ex Britton & P. Wilson – erva-cidreira-de-arbusto; *Lippia sidoides* Cham. – alecrim-pimenta; *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reissek – espinheira-santa; *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker – guaco; *Passiflora alata* Curtis, *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora incarnata* L. – maracujás; *Paullinia cupana* Kunth – guaraná; *Phyllanthus niruri* L. e *Phyllanthus tenellus* Roxb – quebra-pedra; *Pilocarpus microphyllus* Stapf – jaborandi; *Polygonum punctatum* Elliot – erva-de-bicho; *Schinus terebinthifolius* Raddi – aroeira-da-praia; *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. – barbatimão; *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni – estévia; e *Vernonia polyanthes* Less – assa-peixe.

Quais são as instituições que conservam espécies de plantas medicinais nativas?

No Brasil, ainda são poucas as instituições que se dedicam à conservação dessas espécies. Destacam-se a Embrapa, o IAC, a Unicamp, a Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp) e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). A maioria das coleções é genérica, isto é, com vários acessos de um grande número de gêneros de interesse regional. Na Embrapa, além das coleções genéricas, encontram-se

estabelecidos os BAGs específicos de pimenta-longa, unha-de-gato, andiroba, *Croton* spp., *Arrabidaea* spp., ipecacuanha, urucum, timbó, espinheira-santa e ginseng brasileiro.

Referência

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Farmacopeia brasileira**. Brasília, DF: Anvisa, 2010. v. 2. 808 p.

Índice

A

Abelhas, 374-386

CCD, 383-386

criação em área urbana, 381

de pequeno porte, 375

espécies brasileiras, 374

isca feromônio, 379

mamangavas, 377

perda de abelhas, 383-386

polinizadores de maracujá, 376

sem ferrão, 378, 380, 382

ABNT, 53

Acesso, 11, 35, 38, 40, 43, 99, 106-108

avaliação, 204

caracterização, 185, 189

dados de caracterização, 179, 191

dados de passaporte, 191

de espécies medicinais, 499

definição, 11

disponibilização, 453-454

em nível de clones, 491

em nível de procedências, 491

em nível de progênes, 491

manutenção, 465-469

multiplicação, 107-108, 131, 464, 468-469

número mínimo, 488

pragas e doenças, 465

regeneração, 107-108, 464, 468-469

tempo para uso, 447

tipos em espécies florestais, 491

variabilidade, 488
variação fenotípica, 132

Agricultura familiar, 170

Agrobiodiversidade, 4, 141
documentação, 174
manejo comunitário, 170

Agroecossistema, 4, 142

Agronegócio, 405
espécies de importância, 463

Alelo, 48-49
acesso às informações, 458
definição, 48
dominante, 48
recessivo, 48

Algodão, 462

Alterações ambientais, 52

Amostras arqueológicas, 134, 480

Ancestral silvestre, 19

Animais silvestres, 146, 155
conservação, 146
importância, 146
uso sustentável, 155
usos, 146

Áreas protegidas, *ver* Conservação in situ

Autossuficiência alimentar, 437

Avaliação, *ver* Recursos Genéticos

B

Bacillus, 427

BAG, *ver* Banco Ativo de Germoplasma

Banco Ativo de Germoplasma, 40, 105-106, 114, 116, 137

definição, 105, 114, 116, 137

diferença para Banco de germoplasma, 105

diferença para coleção de plantas, 441

escopo, 114, 436, 452, 471

função, 114, 457

importância, 457

manutenção, 468-469

Banco Brasileiro de Germoplasma Animal, 63, 85

Banco de DNA, 63, 103-104

Banco de germoplasma, 40-41, 43, 55, 57, 90, 92, 105, 108, 110, 113, 123, 132, 165

atividades de curadoria, 130

avaliação de acessos, 204

banco de sementes, 166, 168, 479

banco de variedades criolas, 168

cópia de segurança, 403, 489-490

diferença para BAG, 105

diferença para coleção de plantas, 441

diferença para Coleção Nuclear, 113

diferença para jardim botânico, 442

monitoramento de sementes, 466

pragas e doenças, 465

ver também Banco Ativo de Germoplasma; Coleção

Banco de sementes, *ver* Banco de germoplasma

Banco de tecidos, 63, 103, 117

Banco de variedades criolas, *ver* Banco de germoplasma

Banco genético, 64, 84-85, 92
Base genética, 8
BBGA, *ver* Banco Brasileiro de Germoplasma Animal
Biodiversidade, 3, 247, 437
 componentes, 3, 90, 93
 conhecimento tradicional associado, 302
 conservação, 93, 138, 163
 definição, 3
 diferença para Tirfaa, 310
 espécies introduzidas, 301
 Lei de Acesso, 282-284, 295, 300-302, 306
 patrimônio genético nacional, 280

Biofertilizante, 418
Bioinseticidas, 424
Biopirataria, 295
Bioprospecção, 46, 402, 411-412
Biotecnologia, 45, 398, 409, 427

C

Caracterização de Recursos Genéticos, 175-221
 aplicação na gestão, 217
 avaliação da diversidade genética, 205
 avaliação de germoplasma vegetal, 204
 caracterização agrônômica/zootécnica, 194, 197, 201-202
 caracterização bioquímica, 198, 221
 caracterização citogenética, 199, 212
 caracterização microbiana, 218
 caracterização molecular, 200, 207-211, 213
 caracterização morfológica, 194, 196, 201-202
 caracterização morfológica versus agrônômica, 194

caracterização patogênica, 220
coleção de trabalho, 188
custo, 214
dados de caracterização, 179, 191
definição, 175
descritores, 180-186, 241-242
diferença para avaliação, 187
diferença para dados de passaporte, 191
diferentes resultados, 189
herdabilidade, 190
identificação, 219
importância, 179
importância da amostragem, 203
marcadores moleculares, 207-210, 213
melhoramento genético, 206, 213
necessidades para caracterização, 188
ploidia, 211
quando amostrar, 176
sistemática, 177-178
taxonomia, 177-178
tipos, 192-193
uso do DNA na caracterização, 195, 199-200
utilidade, 179

Caracu, 353

Cavalo Campeiro, 345-352, 366
alternativa de conservação, 351
ameaça de extinção, 350
cavalo selvagem, 349
formação da raça, 346-347, 349
importância, 350
origem do termo, 345
porte, 348
uso no turismo, 352

Cavalo Pantaneiro, 365
CDB, *ver* Biodiversidade
Centro de diversidade, 15-16, 19-20, 59, 68
Centro de domesticação, 21
Centro de origem, 15-16, 19-20, 59, 68, 97-98, 109, 480
Cepa, 27
CEUA, 278-279
CGEN, 293-294, 298, 300, 303
CGIAR, 451
Classificação, 13, 37, 71-74
Clone, 97
Colbase, *ver* Coleção de base
Coleção, 34, 55, 90-92, 94-96, 99-101, 105-106, 110-117, 128, 134, 137
 Ativa, 110, 116
 back-up, 116
 biológica, 34, 36, 106
 Centros de Recursos Biológicos, 92, 110
 Científica, 34, 39, 71-75, 86
 cópia de segurança, 489-490
 criopreservação, 110, 117-120, 124-125
 de base, 34-35, 92, 110, 116, 452-453
 de cópia, 116
 de cultura, 110, 403-404, 435
 de referência, 34, 37
 de trabalho, 34, 38, 110, 116, 188
 diferença para BAG, 441
 do melhorista, 41
 elite, 34, 41, 114
 ex situ, 91, 93-96, 99-110, 115, 208
 genômica, 110

- herbário, 71-75, 86
- identificação de novos alimentos, 96
- importância, 457
- in situ, 93-95, 115
- in vitro, 110, 115, 137
- in vivo, 110, 137
- institucional, 34, 42, 110
- nuclear, 34, 40, 110, 112-113
- temática, 34, 43
- valoração, 435

Coleta de germoplasma, 57-89

- como proceder, 275
- contribuições, 80
- cuidados com o material coletado, 67, 75-76, 84-86
- espécies animais, 63, 276, 278-279
- espécies cultivadas, 60, 69, 76
- espécies de sementes ortodoxas, 66
- espécies de sementes recalcitrantes, 66
- espécies microbianas, 88-89
- espécies silvestres, 61, 69, 76
- identificação de centros de diversidade, 68
- identificação de centros de origem, 68
- identificação de espécies, 71-75
- identificação de limites populacionais, 69
- identificação de material animal, 64
- importância, 57
- influência de ciclo vegetal 70
- justificativas 57
- necessidades para sua realização, 58, 81-82, 88-89
- o que coletar, 75-76, 87
- onde coletar, 83
- planejamento de expedição de coleta, 70, 77-79, 81-83, 86
- quanto coletar, 59, 63
- seleção de animais, 62
- sêmen e embriões, 63

tamanho efetivo populacional, 65
ver também Recursos Genéticos

Coletor, 57

Comunidades tradicionais, 33, 165
 acesso à biodiversidade, 282
 definição, 156
 papel na conservação de RG, 157, 168

Conhecimento tradicional associado, 139-140, 152, 168-169, 174
 acesso, 283
 biopirataria, 295
 definição, 281
 infrações administrativas, 296
 partição de benefícios, 163, 289-290, 311

Conservação de RG, 35, 44, 50, 54-55, 57-89, 90-137

Conservação ex situ, 57-89, 90-137
 acesso ao germoplasma, 282
 acondicionamento do germoplasma, 101
 alogamia, 131
 animal, 90, 92, 110, 122-125
 atividades de rotina, 106
 autogamia, 131
 BAG versus Coleção elite, 114
 banco de DNA e de tecidos, 103
 Banco de germoplasma versus BAG, 105
 causas para baixo uso, 215-216
 clones, 97
 Coleção de base versus Coleção ativa, 116
 coleções, 110
 coleta, 57-58, 75-77, 81-82, 104
 comparação com centro de origem, 98
 comparação com in situ, 93-95, 115, 163-165
 criopreservação, 117-120, 124-125

curadoria, 130
custo da conservação, 214
de microrganismos, 90, 92, 110-111, 121, 403-404
definição, 90, 112-116
DNA, 103-104
embrião, 122-123, 125, 136
exemplos de germoplasma, 102-103
forma de polinização, 131
história, 479
importância, 91-96, 112-116
in vitro, 110, 115, 126, 135, 137, 469
in vitro versus em campo, 115
infraestrutura necessária, 100
interação com in situ, 93-95, 163, 165-166, 168-169, 173, 474
longevidade, 134-135
multiplicação versus regeneração, 107-109, 131
necessidades para depósito, 99
pólen, 496-497
sêmen, 122-124, 136
semente, 107-109, 126-129, 133-134
sistemas agroflorestais, 486
sistemas consorciados, 486
suficiência, 95
tecido, 103
utilidade, 96
variação fenotípica, 132
vegetal, 90, 92, 97-100, 107-110, 126-129

Conservação in situ, 33, 138-174
animais silvestres, 146, 155
áreas protegidas, 143-144, 153-154, 158-160
caracterização, 209
comparação com ex situ, 93-95, 115, 163-165, 167
comunidades tradicionais, 144, 156
corredores ecológicos, 158-159
da agrobiodiversidade, 141, 152, 157, 166, 168-170, 172-174

- de agroecossistemas, 142, 144
- de ecossistemas, 139, 141, 153
- de espécie-alvo, 145
- de processos ecológicos, 139, 147-151, 154, 159
- definição, 138, 141-142
- diferença entre *in situ* e *on farm*, 141
- dificuldades, 160
- estratégias de conservação, 142-145, 152-154, 158, 169-174
- importância, 139
- interação com *ex situ*, 93, 163, 165-170, 173, 474
- legislação, 155
- manejo comunitário, 170
- manejo de ecossistemas, 142
- manejo produtivo adaptativo, 144
- on farm*, 140-141, 144, 166-167, 172, 474
- proteção integral, 143, 153
- restauração ecológica, 161-162
- serviços ecossistêmicos, 147-151, 161
- sistemas agrícolas tradicionais, 144, 152, 157, 167
- uso sustentável, 143-144, 154-155, 163
- usos, 146

Conservação *in vitro*, *ver* Conservação *ex situ*

Conservação *on farm*, *ver* Conservação *in situ*

Controle biológico, *ver* Serviços ecossistêmicos

Convenção da Biodiversidade, 163

Core collection, *ver* Coleção nuclear

Corredores ecológicos, *ver* Conservação *in situ*

Criação em cativeiro de animais silvestres, 155

Criola Lageana, 361-362

- características morfológicas, 361
- importância, 362

Criopreservação, *ver* Coleção

Cromossomo, 48

Cultivar, 31, 41

definição, 31

elite, 31

em desuso, 31

melhorada, 76

moderna, 31

obsoleta, 31

primitiva, 76

produção, 213

proteção, 213

Curadoria de bancos de germoplasma, 44, 130, 166

Curraleiro Pé-Duro, 355-360

idade ao primeiro parto, 357

implantação de estação de monta, 358

importância, 355

melhoramento genético da raça, 359

peso aos 2 anos, 356

produção de carne no Semiárido, 360

registro do rebanho, 359

D

Dados de caracterização, *ver* Caracterização de Recursos Genéticos

Dados de passaporte, 191, 239

Decomposição, *ver* Serviços ecossistêmicos

Deriva genética, 30

Descritor, 180-186

aferição, 184

de avaliação, 242

- de caracterização, 241
- definição, 180, 241-242
- diferença entre descritores, 186
- escolha, 183, 185
- importância, 182
- lista de descritores, 182, 185
- qualitativo, 186
- quantitativo, 186
- uso, 181
- validação, 184-185

Dispersão de sementes, *ver* Serviços ecossistêmicos

Diversidade biológica, *ver* Biodiversidade

Diversidade de comunidades, 3

Diversidade de espécies, 3, 6, 19-20, 163, 473

Diversidade de paisagem, 3

Diversidade genética, 3, 5-6, 59, 61, 436

- avaliação, 205

- definição, 5

- interespecífica, 6

- intraespecífica, 6

Diversidade regional, 3

DNA, 48, 103-104

- DNA total, 411

- uso na caracterização, 195, 207-212, 411

Documentação de Recursos Genéticos, 222-242

- códigos de identificação, 240

- como ela auxilia curadores, 227

- como ela favorece o uso de RG, 228

- dados de passaporte, 239

- definição, 222

- descritores de avaliação, 242

- descritores de caracterização, 241
- importância, 223
- informações básicas, 235-238
- informatização, 226-228
- Portal Alelo, 230-232
- quem faz, 226
- sistema de outros países, 233
- sistema próprio da Embrapa, 229
- sistemas de informação, 224
- tipos de informação, 225
- unificação das bases de dados, 234
- ver também* Recursos Genéticos

Doenças, 26, 52, 62, 220

Domesticação, 18, 21, 33

- características alteradas, 477
- história, 476, 478-480

E

Ecosistema, 2-3, 93

Embrapa, 54, 92, 229, 404, 416, 448-449, 458

Embrião, *ver* Conservação ex situ

Endogamia, 340, 495

- definição, 340
- efeitos, 495

Erosão genética, 25

Espécie, 13-21

- alimentícia, 96, 485
- alóctone, 16
- alógama, 60, 65, 131-132, 464
- ameaçada, 87

autóctone, 15
autógama, 60, 131, 464
calórica, 481
ciclo anual, 445
ciclo perene, 445
cultivada, 31, 60, 69, 76, 476
definição, 13
dioica, 456
domesticada, 18, 76
estival, 470-471
exótica, 16, 30, 444
hermafrodita, 456
hibernal, 470-471
identificação, 71-73
matéria-prima para indústria, 484
melhorada, 31
monoica, 456
nativa, 15, 444
naturalizada, 17
negligenciada, 487
polinização cruzada, 469
protandria, 459
rica em substância bioativa, 483
sementes ortodoxas, 66
sementes recalcitrantes, 66
silvestre, 61, 69, 76
subutilizada, 487

Estirpe, *ver* Cepa

Estresse abiótico, 51-52, 56

Estresse biótico, 51-52, 56

Estresse hídrico, 399

Evolução, 95

ex situ, *ver* Conservação *ex situ*

Expedição de coleta, 58, 67, 70, 77-78, 81-82, 86
 cuidados necessários, 67, 70
 de espécies cultivadas, 60
 de espécies silvestres, 61
 equipamentos, 81-82
 legislação, 58
 planejamento, 58, 77-78, 81-82, 86

Extinção, 25, 87, 95

F

FAO, 30, 105, 210, 234, 263, 274, 312, 314

Feira de sementes, 170

Fenótipo, 23-24, 132

Filogenética, 39, 178

Fitormônios, 414, 432

Fluxo gênico, 158-159

G

Gene, 8, 48-49
 definição, 8

Genótipo, 23-24

Germoplasma, 9-11, 54, 101-103, 106, 122, 126, 135-137, 165
 condicionamento, 101, 137
 avaliação, 204
 caracterização, 207
 causas para baixo uso, 215-216
 coleta, 57-67, 70, 76-78, 80-82, 84-87
 definição, 9
 dependência de germoplasma exótico, 248

DNA é germoplasma?, 103
exemplos, 102
identificação, 71-73
local de procedência, 22
multiplicação, 108, 464, 469, 472
necessidade de exportar, 249
origem do termo, 10
regeneração, 108
valor socioeconômico, 246

Grão, diferença para semente, 443

Guardião da agrobiodiversidade, 165-166, 169

H

Herbário, *ver* Coleção

Herdabilidade, 190

Heterozigoto, 49

Híbridos artificiais, 461

Homozigoto, 49

I

in situ, *ver* Conservação *in situ*

in vitro, *ver* Conservação *ex situ*

Informação de Recursos Genéticos, 222-242

códigos de identificação, 240

como ela auxilia curadores, 227

como ela favorece o uso de RG, 228

dados de passaporte, 239

definição, 222

descritores de avaliação, 242

- descritores de caracterização, 241
- importância, 223
- informações básicas, 235-238
- informatização, 226-228
- Portal Alelo, 230-232
- quem faz, 226
- sistema de outros países, 233
- sistema próprio da Embrapa, 229
- sistemas de informação, 224
- tipos de informação, 225
- unificação das bases de dados, 234
- ver também* Recursos Genéticos

Inpi, 304-305

Intercâmbio de Recursos Genéticos, 243-274

como é feito, 244

definição, 243

dependência de germoplasma exótico, 248

importação de produtos animais, 245

importação para pesquisa versus experimentação, 259, 261

importância, 243

material vegetal autorizado para importação, 258

mudanças após CDB, 247

necessidade de exportar, 249

quantidade intercambiada, 250

quarentena 244, 261-274

quem pode importar para pesquisa, 260

valor socioeconômico, 246

ver também Recursos Genéticos

Introdução, ver Recursos Genéticos

ISSO 9000, 53

J

Jardim botânico, diferença para banco de germoplasma, 442

Jumento Brasileiro, 367

Jumento Nordestino, 367

Jumento Pêga, 367

L

Legislação, 58, 78, 275-325

 acesso à biodiversidade, 58, 78, 282-284, 300-303, 306

 adequação versus regularização, 300

 agrotóxico biológico, 320-323, 325

 Anvisa, 318, 322

 biopirataria, 295

 Ceua, 58, 78, 278-279

 CGEN, 293-294, 298, 300, 303

 coleta de fauna, 58, 78, 276

 coleta de germoplasma, 58, 78, 275

 comercialização de patrimônio genético, 58, 78, 288

 conhecimento tradicional associado, 58, 78, 281, 283

 depósito de patentes, 285

 diferença entre envio e remessa de RG, 58, 78, 284

 diferença entre registro e certificação, 317

 envio de amostras ao exterior, 286-287, 291-293

 espécies introduzidas, 301

 infrações administrativas, 296

 inoculante biológico, 319, 323

 Inpi, 304-305

 insumos para agricultura orgânica, 324

Lei de Patentes, 285, 297, 315-316
Lei de Propriedade Industrial, 304-305, 315-316
participação de pesquisador estrangeiro, 58, 78, 277
patrimônio genético nacional, 58, 78, 280
repartição de benefícios, 289-290, 311
RET, 322-324
saneante domissanitário biológico, 318
Sisbio, 275-276, 286
SisGen, 283, 285-286, 288, 291-293, 297-300, 304, 306
Tirfaa, 307-310, 312-314
transferência de sequências genéticas, 294

Loco gênico, 48-49
definição, 48

M

Manejo de ecossistemas, *ver* Conservação in situ
Manejo integrado de pragas, 394
Marcadores moleculares, 207-210
Material biológico, 7, 34, 57, 59-60, 63-64, 67, 75, 80, 84-86, 106, 108
Material genético, 7, 9, 57, 63-64
Melhoramento genético, 31, 41, 47, 55, 57, 60, 62-63, 87, 91, 114, 172, 179, 206, 213, 474
Melhoramento participativo, 172-173
Melhorista, 41, 47
Metapopulação, 493
Método participativo, 165-166, 171-174
definição, 171
técnicas, 172-173

Microbiologia, 387
Mocho Nacional, 354
Moura, 368
MPCP, 413, 415
Mudanças climáticas, efeitos, 51-52, 91, 399
 espécies prioritárias para conservação, 485, 487
Multiplicação, *ver* Recursos Genéticos

N

Núcleo de conservação, 55, 105-106, 337
 critério de descarte de animais, 337
 manutenção da variabilidade genética, 338
 origem, 339

O

OGM, *ver* Organismos geneticamente modificados
Organismos geneticamente modificados, 398, 461
Ovino Santa Inês, 370-371
 objetivo da conservação, 370
 terminação em campo, 371

P

Parentes silvestres, 76
 definição, 474
Patrimônio genético, infrações administrativas, 296
Piau, 368
Plantas medicinais, *ver* Recursos Genéticos

Ploidia, 211
Pólen, *ver* Conservação ex situ
Polinização, *ver* Serviços ecossistêmicos
Pool gênico, 49
População, 12, 14, 69, 493
Populações indígenas, acesso à biodiversidade, 282
Populações tradicionais, *ver* Comunidades tradicionais
Pragas, 26, 52, 220
Pré-melhoramento, 206
 definição, 475
 importância, 475
Prospecção, *ver* Recursos Genéticos

Q

Quarentena de Recursos Genéticos, 251-274
 análises realizadas, 266
 autoridade regulatória, 253
 condição para liberação, 262
 defesa vegetal, 270
 definição, 251
 destino de material contaminado, 268
 efeitos das mudanças climáticas, 272
 estação quarentenária, 252, 254
 exportação de pragas, 274
 importância da vigilância fitossanitária, 271
 introdução de pequenas quantidades de RG, 269
 material para pesquisa e experimentação, 261
 meios de introdução de pragas, 273
 praga quarentenária, 263-265
 quarentena animal, 255-257

quarentena vegetal, 270
quarentena versus sanidade versus defesa vegetal, 270
sanidade vegetal, 270
seleção de métodos diagnósticos, 267
ver também Recursos Genéticos

R

Raça, 28-30

ameaçada de extinção, 330, 336
crioula, 30
definição, 28
localmente adaptada, 30, 329, 331
naturalizada, 29
vulnerável, 336

Recursos biológicos, 2, 36-37

Recursos Genéticos, 1-56

acesso, 282-283
atividades concernentes, 56
avaliação, 187, 242
caracterização, 175-221, 241
coleções, 72-73, 90-92, 94-96, 99-101, 105-106, 110-114, 116,
128-130, 134, 137
coleta, 57-89, 104
como amostrar, 58-70, 75-89, 494
conservação, 35, 50, 54-70, 75-89, 90-137
curadoria, 44, 130, 406
definição, 1
descritores, 241-242
documentação, 222-242
florestais, 492, 494-495
importância, 1
informação, 222-242
introdução, 16-17, 29-30, 91

- medicinais, 450-499
- monitoração, 466
- multiplicação, 107-109, 131
- perda de, 50, 91
- prospecção, 46
- regeneração, 107-108
- regionais, 438-439
- sistema de gestão de qualidade, 53-55
- tamanho efetivo de população, 65
- usos, 47, 55-58, 96, 446

Recursos genéticos animais, 326-386

- abelhas, 374-386
- ameaças à conservação, 334
- anotação zootécnica, 343
- Caracu, 353
- cavalo Campeiro, 366
- cavalo Lavradeiro, 345-352
- cavalo Pantaneiro, 365
- condição de conservação, 336
- conservação, 122-123, 326-330
- controle da verminose em ovinos, 373
- criorresistência de sêmen, 124
- Crioula Lageana, 361-362
- critério de descarte de animais, 337
- critérios para estabelecimento de rebanho, 341
- Curraleiro Pé-Duro, 355-360
- doenças em ovinos, 372
- embrião, 122-123
- espécies nativas, 327
- estratégias de conservação, 330-332, 335, 351-352
- etapas de conservação, 328
- importação, 245
- instituições que promovem a conservação, 335
- jumento Brasileiro, 367
- jumento Nordestino, 367

- jumento Pêga, 367
- Mocho Nacional, 354
- núcleos de conservação, 328, 337-339
- ovino Santa Inês, 370-371
- produção de carne no Semiárido, 360
- quase extinção das raças suínas brasileiras, 369
- raças localmente adaptadas, 327-330, 332, 342, 363
- raças prioritárias para conservação, 329, 332, 336
- rastreabilidade, 363-364
- sêmen, 122-123
- suínos localmente adaptados, 368
- taxa máxima de endogamia, 340
- variabilidade genética, 338, 344

Recursos genéticos microbianos, 387-435

- algas unicelulares, 388
- ambientes extremos, 409
- antagonistas, 431
- aplicações na biotecnologia, 398, 402, 409
- arqueobactérias, 388
- avaliação, 402, 408
- Bacillus*, 427-428
- bactérias, 388
- biocontroladores, 400
- biofertilizantes, 418
- bioinseticidas, 424
- biorremediadores, 400
- caracterização, 218-221, 402
- categorização, 400
- coleção de cultura, 403-404, 410-411
- coleta, 402, 406-407, 411-412
- conservação, 121, 404
- controle biológico, 394, 426-432
- crescimento em meio líquido, 422
- cultivo de vírus, 423-424
- definição, 396

definição de microbiologia, 387
desenvolvimento de produtos, 417
diferença entre fermentação e respiração, 420
diferença entre procariotos e eucariotos, 390
diversidade genética, 412
enriquecimento, 407
especificidade de infecção, 393
eucariotos, 390
formas de multiplicação de fungos, 421
fungos, 388, 434
hospedeiro, 393
identificação, 219, 410-411
impacto sobre humanidade, 395
importância, 396-397, 401, 405
industriais, 400
intercâmbio, 407
isolamento, 402, 406, 411
legislação, 417
mudanças climáticas, 399
multiplicação de bactérias, 419
onde são encontrados, 389
patogênicos, 400
principais grupos, 388
procariotos, 390
produção de inoculantes, 419
produção de vacinas, 425
produtos comerciais gerados, 416
promotores de crescimento, 400, 413, 415
protozoários, 388
reguladores de crescimento, 414
risco de perda, 403
sideróforos, 433
soberania nacional, 401
usos, 396-397, 401-402, 408-409, 416-417
valoração, 435
vírus, 388, 391-394

Recursos genéticos vegetais, 436-500
 acessos de espécies florestais, 491
 alimentação humana, 473
 amostras arqueológicas, 480
 autossuficiência, 437
 avaliação da diversidade genética, 205
 avaliação de acessos, 204
 BAG, 452, 457, 471
 biodiversidade brasileira, 437
 ciclos das plantas, 445
 Colbase, 452
 coleta, 494
 conservação, 436, 440, 444, 449, 479, 492
 conservação de espécies ameaçadas, 452
 conservação em geladeira, 467
 conservação ex situ, 474
 conservação in situ, 469, 474
 conservação *on farm*, 474
 cópia de segurança, 489-490
 cores naturais do algodão, 462
 de importância para o agronegócio, 463
 diferença entre BAG e coleção, 441
 diferença entre BAG e jardim botânico, 442
 diferença entre semente e grão, 443
 disponibilização da Colbase, 453-454
 domesticação, 476-480
 efeitos da endogamia, 495
 escolha de espécies para conservação, 448, 485, 499
 espécies alimentícias, 485
 espécies calóricas, 481
 espécies florestais, 492
 espécies negligenciadas, 487
 espécies subutilizadas, 487
 híbridos artificiais, 461
 importância das coleções, 457

importância dos BAGs, 457
informações sobre acervo, 458
instituições que promovem a conservação, 450-451
interação ex situ-in situ, 474
manutenção de acessos, 465, 468-469
matéria-prima para indústria, 484
monitoração, 466
multiplicação fora de região de origem, 472
número mínimo, 488
OGM, 461
plantas autógamas e alógamas, 464
plantas hibernais e estivais, 470-471
plantas medicinais, 450-499
pólen, 496-497
polinização cruzada, 468
Portal Alelo, 458
pragas e doenças, 465
pré-melhoramento, 475
protandria, 459-460
regionais, 438-439
seleção de organismos para conservação, 446, 448, 461
sistemas agroflorestais, 486
sistemas consorciados, 486
sistemas reprodutivos, 456
substâncias bioativas, 482-483
tamanho efetivo de população, 498
tempo para uso, 447
uso de espécies temperadas nos trópicos, 455
usos, 446
variabilidade genética, 488

Regeneração, *ver* Recursos Genéticos

Repartição de benefícios, *ver* Conhecimento tradicional associado

Restauração ecológica, *ver* Conservação in situ

RNA, 410

S

Segurança alimentar, 1, 157, 167-169

Seleção artificial, 18, 30, 32-33, 41, 91

Sêmen, *ver* Conservação ex situ

Semente, 107, 109, 126, 128-129, 137

agronômica, 133

agronômica versus botânica, 133

água na conservação, 127-129

alógama, 60, 65, 131-132, 464

amostras de, 60-61, 65-67, 70, 77, 86-87

autógama, 60, 131, 464

botânica, 133

conservação em geladeira, 467

diferença para grão, 443

germinação, 134

longevidade, 134

multiplicação de sementes, 107-109, 131, 460

ortodoxa, 66, 126

recalcitrante, 66, 115, 119, 126

ver também Conservação ex situ

Serviços ecossistêmicos, 147-151

controle biológico, 147, 150, 394, 426-432

decomposição, 147, 151

dispersão de sementes, 147, 149, 162, 477

polinização, 131, 147-148

Sideróforos, 433

Sisbio, 275-276, 286

coleta, 275, 286

coleta de fauna, 276

SisGen, 283, 285-286, 288, 291-293, 297-300, 304, 306

Sistema de gestão de qualidade, *ver* Recursos Genéticos
Sistemas agrícolas tradicionais, *ver* Conservação ex situ
Sistemas agrícolas tradicionais, *ver* Conservação in situ
Sistemas de informação, *ver* Documentação de Recursos Genéticos
Sistemática, 37, 177-178
 diferença para taxonomia, 178
Subespécie, 13-14, 28
 definição, 14
Subpopulação, 493
Substâncias bioativas, 482-483

T

Tamanho efetivo de população, 65, 498
 definição, 498
 tipos, 498
 uso na conservação, 65, 498
Taxonomia, 13-14, 36-37, 71, 175, 177-178, 206, 219
 diferença para sistemática, 178
 para vírus, 392
Tecido, *ver* Conservação ex situ
Tirfaa, 307-310, 312-314
 diferença para CDB, 310
 TTMP, 312
TTMP, *ver* Tirfaa

U

Uso sustentável, *ver* Conservação in situ
Usos de recursos genéticos, *ver* Recursos Genéticos

V

Variabilidade genética, 5, 8, 25-26, 40, 57, 60, 62, 91, 95, 158, 488

Variedade, 32-33, 76, 109, 167-168, 172-174

crioula, 33

definição, 32

landrace, 33

primitiva, 33

tradicional local, 33, 167-169

Vavilov, Nicolai Ivanovich, 19, 479

Vulnerabilidade genética, 26

W

Weismann, August, 10

Mais alguma pergunta?

Caso tenha mais alguma pergunta, entre em contato com o Serviço de Atendimento ao Cidadão no link: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Conheça outros títulos da Coleção 500 Perguntas 500 Respostas

Visite o site no seguinte endereço:

www.embrapa.br/mais500p500r



Livraria Embrapa

Na Livraria Embrapa, você encontra
livros e e-books sobre agricultura, pecuária,
negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse:
www.embrapa.br/livraria

ou entre em contato conosco
Fone: (61) 3448-4236
livraria@embrapa.br

Você pode também nos encontrar nas redes sociais:



facebook.com/livrariaembrapa



twitter.com/livrariaembrapa

Impressão e acabamento
Embrapa

O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme
a certificação do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal



Recursos Genéticos e Biotecnologia



Coleção 500 Perguntas 500 Respostas é uma das coleções inovadoras concebidas pela Embrapa para criar mais um canal direto com os produtores do Brasil.

Neste número, aborda-se um tema transversal para toda a agricultura e pecuária nacional: recursos genéticos. Os recursos genéticos são essenciais para a produção de novas variedades agrícolas, melhoram a produtividade e a qualidade das culturas, da pecuária, da silvicultura e da aquicultura, bem como mantêm populações saudáveis de espécies selvagens. O escopo do tema abordado está presente em cada refeição do brasileiro. Dessa forma, o livro pretende mostrar as principais etapas para garantir a conservação e o uso de recursos genéticos animais, vegetais e microbianos no Brasil.

O conteúdo desta obra está estruturado em 11 capítulos. Os oito primeiros capítulos respondem a perguntas acerca das atividades comuns aos recursos genéticos animais, vegetais e microbianos; e os três últimos contemplam perguntas específicas a respeito de cada um desses recursos genéticos. Com linguagem acessível a produtores rurais, estudantes e profissionais de distintas áreas, este livro reúne informações, definições e conceitos sobre os recursos genéticos animais, vegetais e microbianos. Com esta publicação, ressalta-se a importância dos recursos genéticos para a sustentabilidade da agricultura, pecuária, aquicultura e silvicultura no País.

